

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

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

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

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

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

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

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

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

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

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

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

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

Notice du Volume	
Auteur(s) volume	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Volume	Tome 35. n. 139. Janvier 1929
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1929
Collation	1 vol. (LIV-86 p.) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 139
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Thématique(s)	Généralités scientifiques et vulgarisation
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	10/12/2019
Date de génération du PDF	05/12/2019
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?SCVIE.139

France et Colonies : 4 fr.

N° 139. - Janvier 1929

LA SCIENCE ET LA VIE



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



D'où viennent, je vous prie, ces sons harmonieux ?

*D'un **SICRA-VII**, madame,*

..... et voici l'appareil

Qui grise vos oreilles,

Et charmera vos yeux !

Demandez la notice

SOCIÉTÉ INDÉPENDANTE DE CONSTRUCTIONS RADIOÉLECTRIQUES POUR AMATEURS

Capital : 3.500.000 Francs

78, route de Châtillon à MALAKOFF (Seine)
Tramways de Paris à Malakoff :
Lignes 86, 126, et 127

SICRA

Téléphone : VAUGIRARD } 32-92
32-93
32-94

R. C. Seine 228.176 B

ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL

PLACÉE SOUS LE HAUT PATRONAGE DE L'ÉTAT

152, avenue de Wagram, 152 — Paris-17^e

J. GALOPIN,  I. Ingénieur-Directeur — 25^e Année

Cours sur place { Théorie (Rentrée le 5 octobre et le 5 novembre)
Jour et soir { Ateliers et Laboratoires (Admission à toute époque)
Enseignement par correspondance (Admission à toute époque)

Section Industrielle

Diplômes d'Apprentis, Ouvriers, Contremaîtres, Dessinateurs, Conducteurs, Sous-Ingénieurs, Ingénieurs.

ÉLECTRICITÉ

Electricité générale, construction, production, installation, hydro-électricité, métropolitain, chemins de fer, tramways, entretien d'usines.

T. S. F.

P.T.T. - Marine de guerre - Marine marchande - 8^e Génie - Aviation - Industrie - Amateurs.

MÉCANIQUE

Atelier, machines à vapeur, moteurs à pétrole, à gaz, Diesel, automobile, aviation, machines frigorifiques, entretien d'usines, machines marines, locomotives. Filature et Tissage.

BATIMENT

Construction métallique, en béton armé, en bois, en maçonnerie - Architecture - Chauffage central - Métré.

TRAVAUX PUBLICS

Entreprises privées - Grandes sociétés - Géodésie, topographie, levés divers, métré.

COMMERCE

Employés, comptables, sténos-dactylos, experts comptables, ingénieurs et directeurs commerciaux - Banque - Bourse.

AGRICULTURE

Chefs de culture, mécaniciens agricoles, directeurs de domaine, ingénieurs d'agriculture.

MÉTALLURGIE - MINES

Installation, production, conduite.

CHIMIE

Toutes les spécialités de la chimie.

Section Administrative

PONTS ET CHAUSSÉES

Elèves ingénieurs de travaux publics de l'Etat, adjoints techniques, divers emplois de la Ville de Paris, agents voyers, génie rural, mines.

MARINE DE GUERRE

Sous-officiers mécaniciens et de pont, élèves officiers mécaniciens et de pont, ingénieurs mécaniciens, apprentis mécaniciens, T.S.F., etc. Ecole du génie maritime.

MARINE MARCHANDE

Officiers mécaniciens, capitaines, élèves officiers, commissaires, officiers radios - Admission sur le navire-école *J.-Cartier* - Ingénieurs mécaniciens de réserve - Constructions navales.

CHEMINS DE FER

Piqueurs, dessinateurs, mécaniciens, chefs de dépôt, de district, électriciens, ingénieurs, etc.

AVIATION

Militaire : Admission comme mécanicien, examen de bourse de pilotage, élèves officiers. **Civile :** Emplois de mécanicien-pilote, chef de station, agent technique, ingénieur adjoint et élève ingénieur. - Navigateur aérien. - Radiotélégraphiste civil ou militaire.

ADMINISTRATIONS DIVERSES

Manufactures (mécaniciens, vérificateurs), ministère des finances (douanes, poids et mesures, contributions, trésoreries, banques, etc.). - P.T.T.

ARMÉE

Admission au 8^e génie, au 5^e génie dans l'aviation, etc. Cours d'élèves officiers et d'E.O.R. - Tous les emplois militaires des réformés et retraités. Agents civils militaires (*emplois nouvellement créés*).

UNIVERSITÉ

Brevets, baccalauréats, licences, grandes écoles.

COLONIES

Emplois administratifs des colonies et emplois commerciaux et industriels dans le Génie colonial.

PROGRAMME N° 807 GRATIS. - ANNUAIRE DES ANCIENS ÉLÈVES : 10 FR.



Hercule Memo

“ la mémoire mécanique ”

Vous rappelle en temps utile, par sonnerie et voyant, tout ce qui a été noté sur le carnet memorandum

(rendez-vous, visites à faire ou à recevoir, courriers à expédier, appels téléphoniques, ordres à donner, cours de bourse à demander, relève, entrée et sortie du personnel, livraison et réception des marchandises, trains à prendre, soins à donner ou à recevoir, etc...)

FRANCO SUR DEMANDE, CATALOGUE ET RÉFÉRENCES DANS TOUTES PROFESSIONS

MÉDAILLE
D'OR
ARTS DÉCORATIFS
PARIS 1925

C. MAMET & CIE
59, rue de Richelieu, Paris (2^e)
R. C. 157-424 Tél. : Gutenberg 15-15 et 01-23

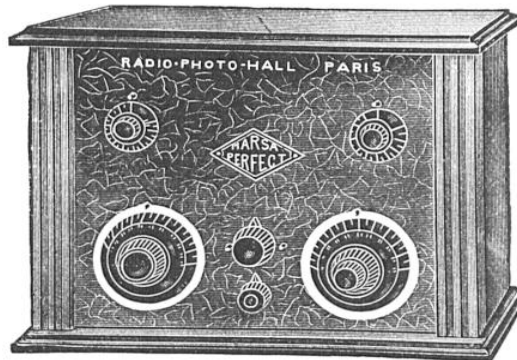
CRÉATION
ET
FABRICATION
FRANÇAISES

LE MUTADYNE "MARSA" 1929

Nouveau poste puissant à 6 lampes intérieures, permettant la réception en Haut-Parleur des Radio-Concerts dans un rayon de 2.500 kilomètres
(Modèle exclusif du RADIO-PHOTO-HALL)

Prix
de l'appareil
nu :

700 FR.



Prix
de l'appareil
complet :

1.395 FR.

Cet appareil à 6 lampes intérieures, de conception ultra-moderne, est du type "changeur de fréquence", sans aucun organe ou bobine amovible.

Il est construit dans un élégant coffret en acajou verni avec face en aluminium craquelé, ce qui assure au poste une stabilité de réglage absolue en même temps qu'une présentation impeccable.

Il est monté avec des accessoires de premier choix et permet de recevoir avec le maximum de puissance et une sélectivité absolue les radio-concerts en haut-parleur dans un rayon de plus de 2.500 kilomètres.

Cet appareil fonctionne sur cadre ou sur antenne

Le montage comprend 1 lampe bigrille, 2 moyenne fréquence, 1 détectrice et 2 basse fréquence. Un inverseur permet de recevoir sur 5 ou 6 lampes en supprimant une basse fréquence. Un dispositif de réaction permet un renforcement considérable de l'audition.

Chaque appareil est livré avec une notice d'instruction très détaillée, un étalonnage des principaux postes et est garanti une année contre tout vice de construction.

Installation gratuite à domicile dans Paris et les environs

Prix du MUTADYNE "PERFECT" 6 lampes nu, avec oscil. G. O.....	Fr.	700 »
Bobine oscillatrice Petites ondes	La pièce	70 »
Ce même appareil livré complet pour réception sur antenne avec 1 oscillatrice P. O., 1 accumulateur DININ de 20 A. H., 1 pile WONDER RENOVOLT forte capacité, 3 lampes MICRO, 2 lampes de puissance, 1 lampe MICRO-BIGRIL Radiotechnique, 1 diffuseur BRUNET et une pile polarisation	Fr.	1.395 »

Nous livrons aussi cet appareil payable en 10 mensualités de 148 francs

Cadre spécial à 2 enroulements perpendiculaires	Fr.	195 »
Haut-parleur BROWN, petit modèle.....	—	331 »
Haut-parleur BRUNET, G. M.....	—	450 »
Haut-parleur PHILIPS, moyen modèle	—	450 »



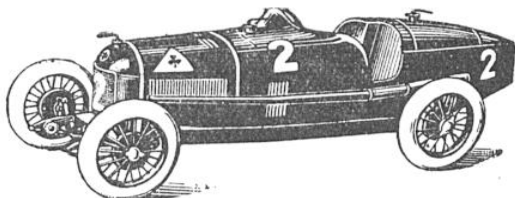
RADIO-PHOTO-HALL

5, rue Scribe, près de l'Opéra
PARIS-OPÉRA (9^e)

CATALOGUE GRATUIT ET FRANCO SUR DEMANDE

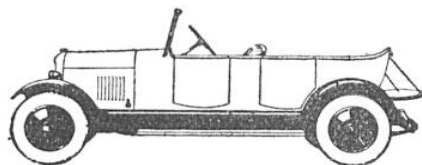


POUR LES ÉTRENNES



AUTO "ALFA-ROMÉO", Réduction parfaite de la voiture gagnante des Grands Prix de France et d'Italie 145. »

AUTOMOBILES (reproduction parfaite au 1/11^e) à moteur mécanique perfectionné, pont arrière oscillant formant différentiel, marche AV et AR par levier. Frein sur moteur, éclairage électrique. Roues de rechange, pneu Dunlop. Modèle Hispano-Suiza 198. »

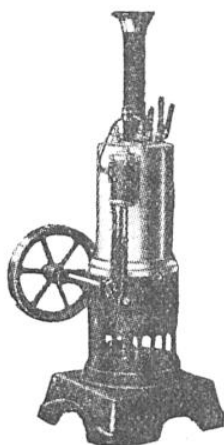


JOUETS CITROËN

TORPEDO luxe ou commercial B 14, longueur 0 m. 42, coloris assortis 40. »

CABRIOLET B 14, longueur 0 m. 31, avec moteur électrique 65. »

CONDUITE INTÉRIEURE LUXE B 14, réduction au 1/7^e, longueur 0 m. 54. Marche avant et arrière. Eclairage électrique 250. »



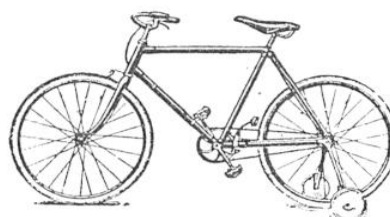
MOTEUR A VAPEUR à piston fixe, chaudière en cuivre jaune avec soupape de sûreté, sifflet et graisseur à jet de vapeur, a. matures en cuivre jaune. Marche avant et arrière, depuis 65. »



TROTICYCLE "LUCIFER" pour enfants de 5 à 15 ans, direction et moyeux à billes, roues montées sur pneus 350×35, frein avant, garde-boue et pompe de cadre 429. »

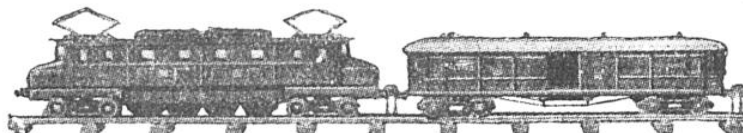
Autres modèles depuis 140 jusqu'à. 450. »

Grand choix en magasin de patinettes, trottinettes, tricycles, autos-skiffs, etc.

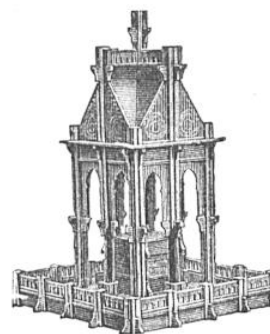


BICYCLETTE D'ÉTUDES "MEB" pour enfants de 4 à 8 ans, avec bandages à alvéoles élastiques à talon, cadre de 32^e en tube d'acier, pédalier et direction à rouleaux, pédales et moyeux à billes, guidon à expendeur, selle cuir, frein sur bandage arrière, chaîne 12,7×3, roues de 43^e, hauteur entre-jambes 45 à 55^e. 210. »

Le "STABICYCLE", nouvel appareil breveté s'adaptant en un instant sur la bicyclette ci-dessus 45. »



TRAIN BLEU P. O., grand luxe Paris-Biarritz, de fabrication toute récente. Record de vitesse, locomotive électrique, marche avant et arrière, puissante machine du type des grands rapides. Rhéostat 3 vitesses, prise de courant et rampe ovale de rails de 1^m80×1^m20 et 4^m80 de circuit 475. »



MECCANOS tous modèles, depuis 20 jusqu'à 2.400. »

MESTRE & BLATGÉ

46-48, avenue de la Grande-Armée
— et 5, rue Brunel, PARIS —

Tout ce qui concerne l'Automobile, la Vélocipédie, l'Outillage, les Sports et la T. S. F.
Vient de paraître le Nouveau Catalogue S. V. (JOUETS SPORTIFS ET SCIENTIFIQUES) franco sur demande

AGENCES : Marseille, 136, cours Lieutaud, et 63, rue d'Italie ; Bordeaux, 14, quai Louis-XVIII ; Lyon, 82, avenue de Saxe ;
Nice, rues Paul-Déroulède et de Russie ; Nantes, 1, r. du Chapeau-Rouge ; Alger, 30, boulevard Carnot ;
Lille, 18, rue de Valmy ; Dijon, 11, boulevard Sévigné et 20, rue Mariotte.

LE RADIO-PORTABLE

VITUS

**LE RÉCEPTEUR
DE VOTRE SALON**

UN POSTE TRANSPORTABLE
PLUS GRACIEUX QU'UNE VALISE
LE RADIO PORTABLE
SANS ANTENNE NI CADRE
SANS AUCUN ACCESSOIRE EXTÉRIEUR
GARANTIT LA RÉCEPTION
PARFAITE DES ÉMISSIONS
EUROPÉENNES
RÉGLAGE INSTANTANÉ

VITUS 90, RUE DAMRÉMONT - PARIS
DEMANDEZ NOTICE GRATUITE - CATALOGUE LUXE F.^{co} 2 FR.

PUB. LA GRANDE ENCRE



Le Prodigious Repasseur

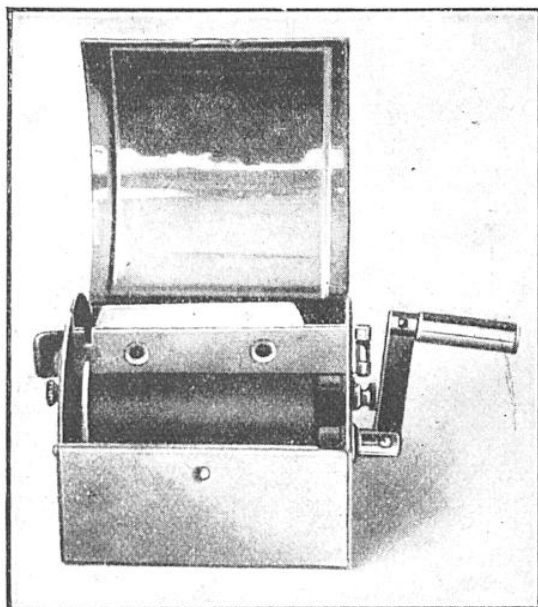
pour toutes lames
de rasoirs de sûreté

BREVETÉ S. G. D. G.

GARANTI DEUX ANS CONTRE TOUT VICE DE CONSTRUCTION

NE JETEZ PLUS VOS VIEILLES LAMES
L' "AFFILVIC" les remettra en état, comme
des lames neuves

Repassage rationnel alternatif par translation



36 frs avec 5 lames VIC

Franco France et Colonies

ETRANGER : **39 frs**

50 frs avec 25 lames VIC

Franco France et Colonies

ETRANGER : **55 frs**

AFFILVIC seul.. 30 frs

PRIX des lames VIC

Le paquet de 5.. .. **9 frs**

Le paquet de 10 **18 frs**

Création VIC
(SE MÉFIER DES CONTREFAÇONS)

SERTIC

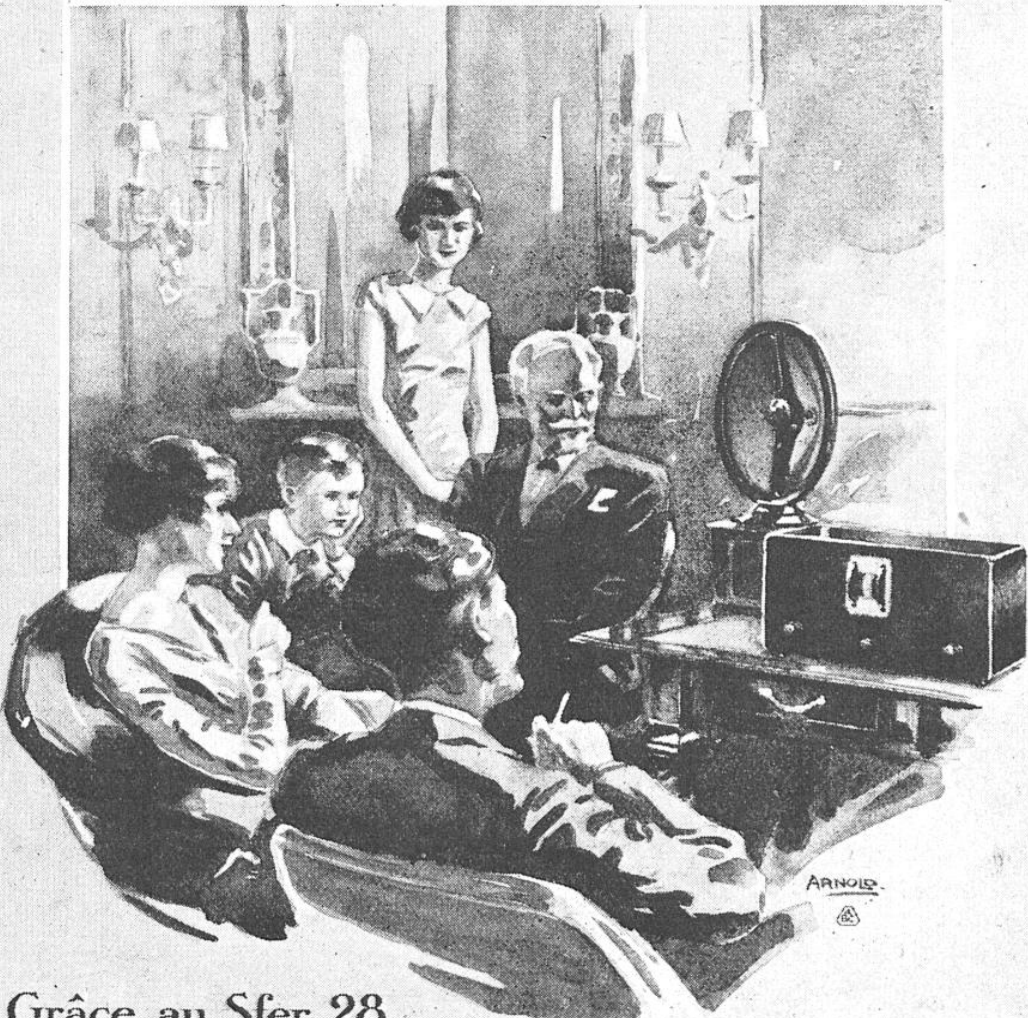
12, rue Armand-Moisant, 12
PARIS-XV^e

Compte chèque postal : Paris 737.30



LA LAME INUSABLE

R. C. SEINE 209.278 B



Grâce au Sfer 28

Radiola

Récepteur de Luxe
à 6 lampes et à cadre

Prix: **700** frs

Toutes les familles écouteront la Radiophonie
Radiola 79, B^d Haussmann, Paris

VENTE A CRÉDIT
AUX CONDITIONS
LES PLUS
AVANTAGEUSES

*Ah! Si votre poste était un
Micro-Hétérodyne!*

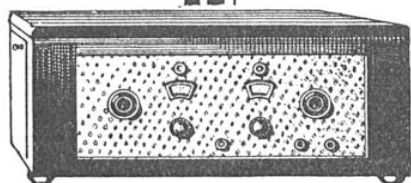
Toutes les émissions européennes
deviendraient faciles à prendre.

De plus, vous les recevriez avec
une **FACILITÉ**,
une **PUISSANCE**
et une **PURETÉ**
sans égales!

LE
MICRO - HÉTÉRODYNE

avec sa présentation parfaite,
ses cadrans lumineux et son
chauffage automatique, est le
**VÉRITABLE RÉCEPTEUR
ULTRA-MODERNE**

Vous l'achèterez certainement !



—
VENEZ VOIR
ET ENTENDRE
CE POSTE
MERVEILLEUX

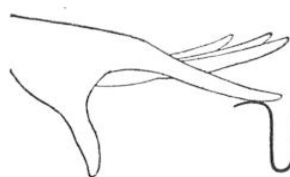
OU

DEMANDEZ LA NOTICE **S. V.**
ENVOYÉE FRANCO SUR DEMANDE

American Radio Corporation

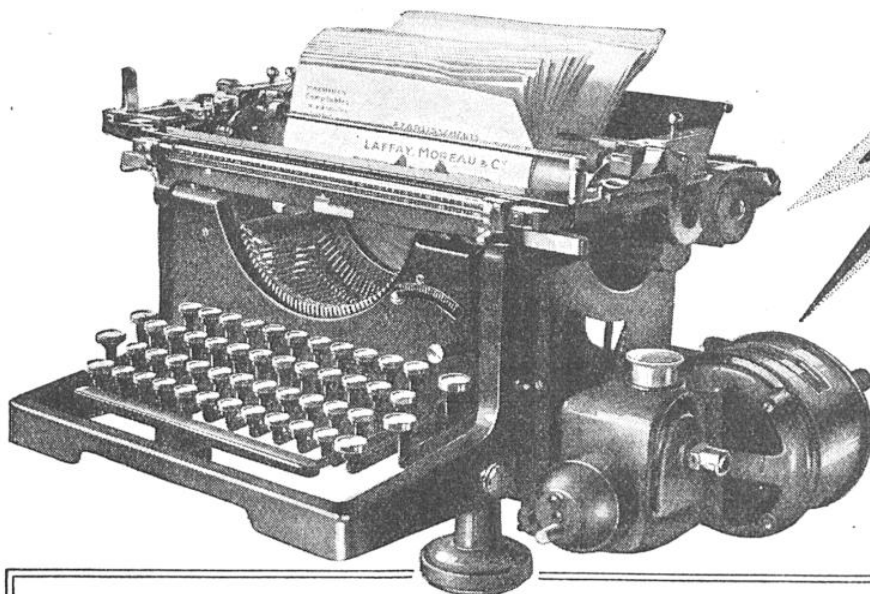
W^m Aboussleman, Directeur ~

23 Rue du Renard ~ PARIS ~



Une légère pression
sur les touches...

LE MOTEUR FAIT LE RESTE



5_10_12_15_20 copies à la fois

à la vitesse maximum de votre dactylographe, avec une **frappe et une lisibilité uniformes** pour chaque lettre, depuis l'original jusqu'à la dernière copie; **aucune fatigue** pour l'opératrice, à laquelle la machine ne demande qu'une légère pression sur les touches: la frappe, l'interlignage, les majuscules et le retour du chariot étant commandés électriquement. Telle est la **MERCÉDÈS ÉLECTRIQUE**.

DEMANDEZ UNE DÉMONSTRATION GRATUITE A DOMICILE, AUX

Etablissements LAFFAY, MOREAU & C^{ie}

(Département "MACHINES A ÉCRIRE"), 164, rue Montmartre, PARIS (Tél.: Louvre 43-52)

MERCÉDÈS ÉLECTRIQUE

EFFORT SUPPRIMÉ - MANUTENTION RAPIDE

de pièces lourdes, en tous endroits

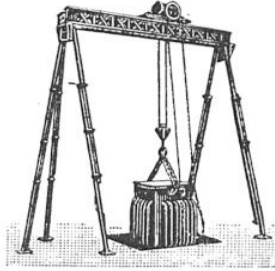
PAR LE

Pont Démontable Universel

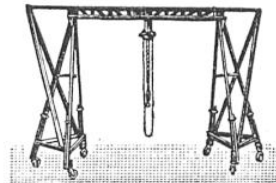
(Système Diard, brev. S. G. D. G., France et Étranger, dont brevet allemand)

APPAREIL DE LEVAGE

1° **TRANSPORTABLE** en éléments d'un faible poids et volume.



2° **TRANSFORMABLE** suivant l'état du sol ou la dimension tant des fardeaux que des locaux.



Le pont fixe de 1 tonne, avec palan spécial et chaînes d'entretoisement, ne coûte que **2.070 fr.**

NOMBREUSES RÉFÉRENCES dans : Chemins de fer, Armée, Marine, Aviation, Travaux publics, Électricité, Agriculture, Industries chimiques, Métallurgie, Mécanique, Automobiles, etc.

Notamment en France, Angleterre, Hollande, Belgique, Suisse, Italie, Espagne, Portugal, Grèce, Turquie, Syrie, Palestine, Égypte, Tunisie, Algérie, Maroc, Sénégal, Côte d'Ivoire, Côte d'Or, Soudan, Cameroun, Congo, Madagascar, Cochinchine, Tonkin, Malaisie, Chine, Bolivie, Venezuela, Brésil, Argentine.

Demander Notices en français, anglais, espagnol : **6, r. Camille-Desmoulins, Levallois-Perret (Seine).** Tél. : Pereire 04-32

HYGIÈNE ET ASSAINISSEMENT DES VILLES ET DES HABITATIONS

TOUT A L'ÉGOUT

par Procédés

J. HOROWITZ

INGÉNIEUR-CONSTRUCTEUR

TOUT A LA MER

brevetés s. g. d. g.

Téléphone : Roquette 28-73

104, rue Amelot, PARIS-XI^e

Adr. télégr. : Comprima 103 Paris

Relèvement de toutes profondeurs et évacuation automatique par refoulement, au moyen de l'air comprimé, des eaux - vannes usées, brutes, et sans aucun criblage préalable, à tous débits, à toutes hauteurs et distances, par éjecteurs (appareils salubres fonctionnant en canalisations fermées).

Par le même principe, élévateurs pour distribution d'eau, transvasement des liquides de toute nature, par intermittence ou sous pression constante, sans aucun réservoir supérieur.

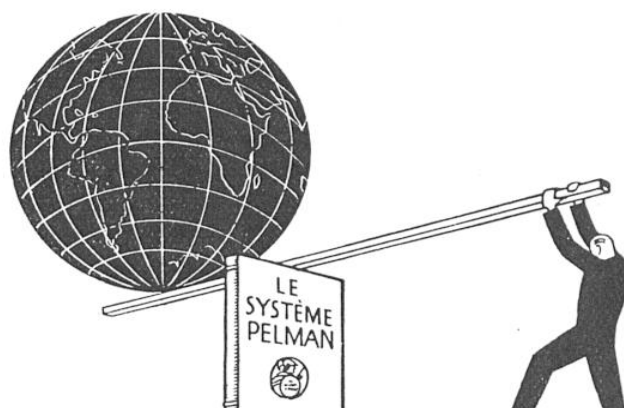
DÉBIT MINIMUM : **1 m³** par heure. - DÉBIT MAXIMUM : **illimité.**

Plus de mille installations existantes rendent à chaque minute des services inappréciables dans les villes, édifices, navires, établissements publics, hôpitaux, sanatoriums, écoles, usines, brasseries, distilleries, grands hôtels, grands magasins, banques, restaurants, théâtres, cuisines, abattoirs, bains, lavoirs, w.-c., habitations ouvrières, maisons de rapport, etc..., etc...

NOUVEAU PROCÉDÉ PNEUMATIQUE pour la vidange et le relèvement intégral des eaux et ordures ménagères.

ÉTUDES - PROJETS - DEVIS

DÉBIT HORAIRE DES	{	AC ²	3 m ³ à 5 m ³	C.....	10 m ³ à 20 m ³
DIFFÉRENTS TYPES D'APPAREILS		AC.....	5 m ³ à 10 m ³	D.....	50 m ³
		E.....			400 m ³



"UN SOLIDE POINT D'APPUI..."

« Un point d'appui », voilà ce que réclamait Archimède pour soulever le monde avec son levier.

Un point d'appui, voilà ce qu'il nous faut à tous pour forcer la réussite.

Appuyez-vous sur le Système Pelman, qui vous permettra d'accroître ou d'acquérir les qualités nécessaires au succès : attention, mémoire, volonté, jugement, initiative, personnalité.

Au siège de l'*INSTITUT PELMAN*, 33, rue Boissy-d'Anglas, Paris-8^e, les savants qui sont nos conseillers attitrés vous expliqueront comment développer vos capacités et les rendre rémunératrices.

Ecrivez-nous ou venez nous voir. Nos consultations sont données à titre gracieux et ne vous engagent nullement.

LONDRES
DUBLIN

STOCKHOLM
DURBAN

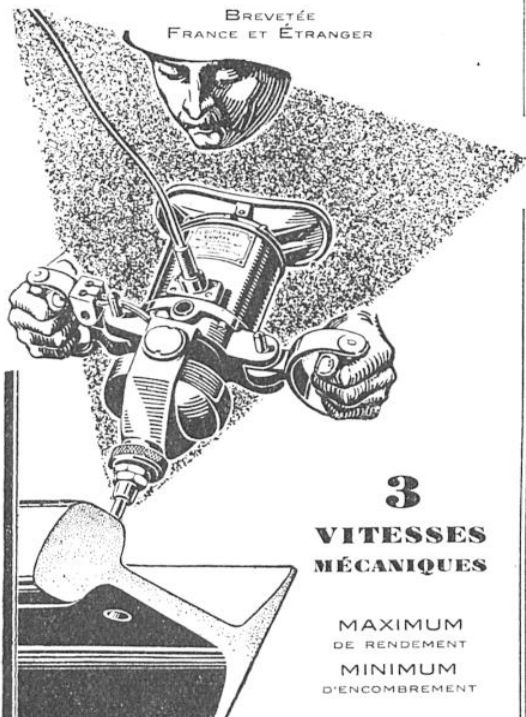
NEW-YORK
TORONTO

BOMBAY
MELBOURNE

S. P. S.

LA PERCEUSE ÉLECTRIQUE "CONTAL"

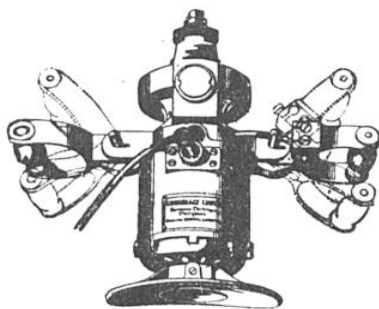
BREVETÉE
FRANCE ET ÉTRANGER



3
VITESSES
MÉCANIQUES

MAXIMUM
DE RENDEMENT
MINIMUM
D'ENCOMBREMENT

POIGNÉES ORIENTABLES



FABRICATION GARANTIE

L'OUTILLAGE "CONTAL"

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 1.200.000 FR.

23, Rue du Buisson-Saint-Louis, 23
Paris (10^e) Tél. : Nord 39-32

Pub. H. DUPIN, PARIS



L'INDUSTRIE optique moderne a atteint l'un de ses points culminants avec le verre Punktal ZEISS.

L'exécution, d'après des calculs scientifiques, de ces verres de précision, leur surfaçage et leur polissage parfaits assurent une vision nette, quelle que soit la direction du regard. Le prix modique des verres Punktal ZEISS les met à la portée de toutes les bourses.

EXIGEZ LES VERRES

ZEISS Punktal

Rien de mieux pour vos yeux

Les verres Punktal ZEISS sont en vente chez tous les opticiens, qui en assurent l'adaptation rigoureuse.

Brochure illustrée Punktal n° 353, gratis et franco sur demande adressée à la

Société Optica

18-20, faubourg du Temple — PARIS (11^e)

REPRÉSENTANT DE



TOUT LE MONDE AUJOURD'HUI PEUT DESSINER

VOUS avez sûrement entendu parler d'un nouvel enseignement du dessin. Mais, probablement, vous ne savez pas ce qu'il y a de particulier dans sa façon d'enseigner le « dessin ». Une vraie révolution dans l'enseignement, supprimant toutes les difficultés auxquelles se heurtent toujours ceux qui essaient de dessiner. Vous-même, par exemple, vous auriez eu la plus grande joie si vous étiez arrivé à faire quelques croquis ressemblants. Mais, malgré votre goût, malgré vos aptitudes, vous n'avez pas donné suite à cette idée en vous imaginant que le dessin était une chose tout à fait inaccessible pour vous. Détrompez-vous !

La méthode appliquée par l'A. B. C. utilise tout simplement l'habileté graphique que vous avez acquise en apprenant à écrire, et vous permet ainsi d'exécuter, dès votre première leçon,

des croquis d'après nature fort expressifs. Enfin, vous pourrez aujourd'hui, grâce à notre méthode,



L'attitude de l'enfant a été bien interprétée dans ce croquis exécuté par un de nos élèves à son sixième mois.

apprendre *très rapidement* à dessiner sans avoir à subir de longues et fastidieuses études. Même si vous êtes débutant, quels que soient votre âge, votre lieu de résidence, vos occupations, vous pouvez, dès maintenant, suivre les cours de l'École A. B. C., en rece-



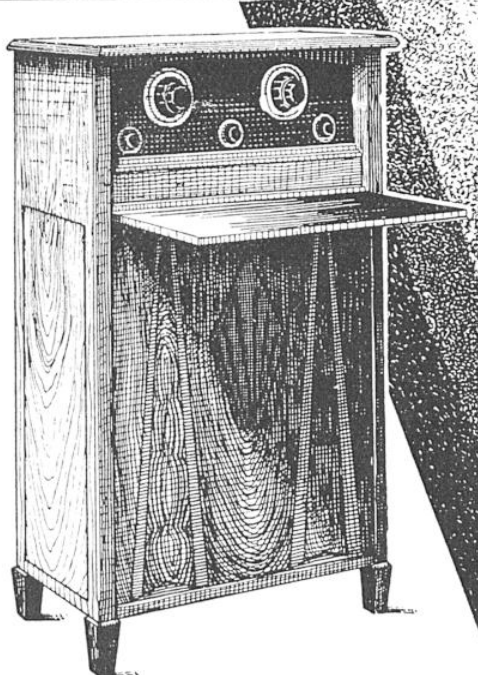
C'est après six mois d'études qu'un de nos élèves a exécuté ce joli croquis.

vant par correspondance les leçons de ses éminents professeurs. En dehors des leçons traitant du dessin en général, vous pouvez vous spécialiser dans le genre de dessin qui a vos préférences : le croquis, la caricature, le paysage, le dessin d'illustration pour livres et journaux, le dessin de mode, le dessin pour annonces et affiches, la décoration, etc., etc.

Un album luxueusement édité, entièrement illustré par nos élèves, contenant tous les renseignements désirables sur le fonctionnement et le programme du Cours, ainsi que toutes les conditions d'inscription, est envoyé gratuitement et franco à toute personne qui nous en fait la demande.

N'hésitez pas à demander cet album, qui vous sera envoyé aussitôt.

ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN (Studio F 45)
12, rue Lincoln (Champs-Élysées), PARIS



ARODYNE
Ensembles radiophoniques de luxe
7 lampes, en meubles de styl.

ENSEMBLES RADIOPHONOGRAPHIQUES
comprenant un pick-up avec amplificateur
électrique combiné avec un ARODYNE
8 lampes.

MEUBLES DE STYLE

ARODYNE
GABRIEL GAVEAU ET C^e
RADIOPHONIE

Envoi de l'album de luxe n° 6
adressé **gratuitement** pour
toute demande faite aux

ÉTABLISSEMENTS
GABRIEL GAVEAU
55-57, avenue Malakoff
PARIS-XVI^e

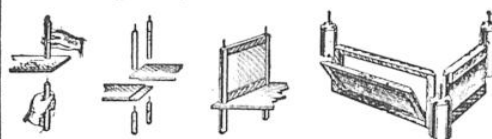
= la menuiserie interchangeable

SYSTÈME

vous permet de monter
vous-même, sans outil,
sans colle, sans clou,
sans limite de hauteur ni de longueur :

RAYONS ET MEUBLES

quel qu'en soit le genre,
quel qu'en soit l'usage.



"LE MEUBLE DÉMONTABLE"

131, rue Lafayette, PARIS



Le dispositif ci-dessus n'est pas un type de meuble. C'est
une idée de combinaison, réalisée entre des milliers.

Pour faire apprécier le système, ce modèle sera expédié
franco port et emballage, dans toute la France, pen-
dant les mois de **Janvier** et **Février**, à tout lecteur de
La Science et la Vie.

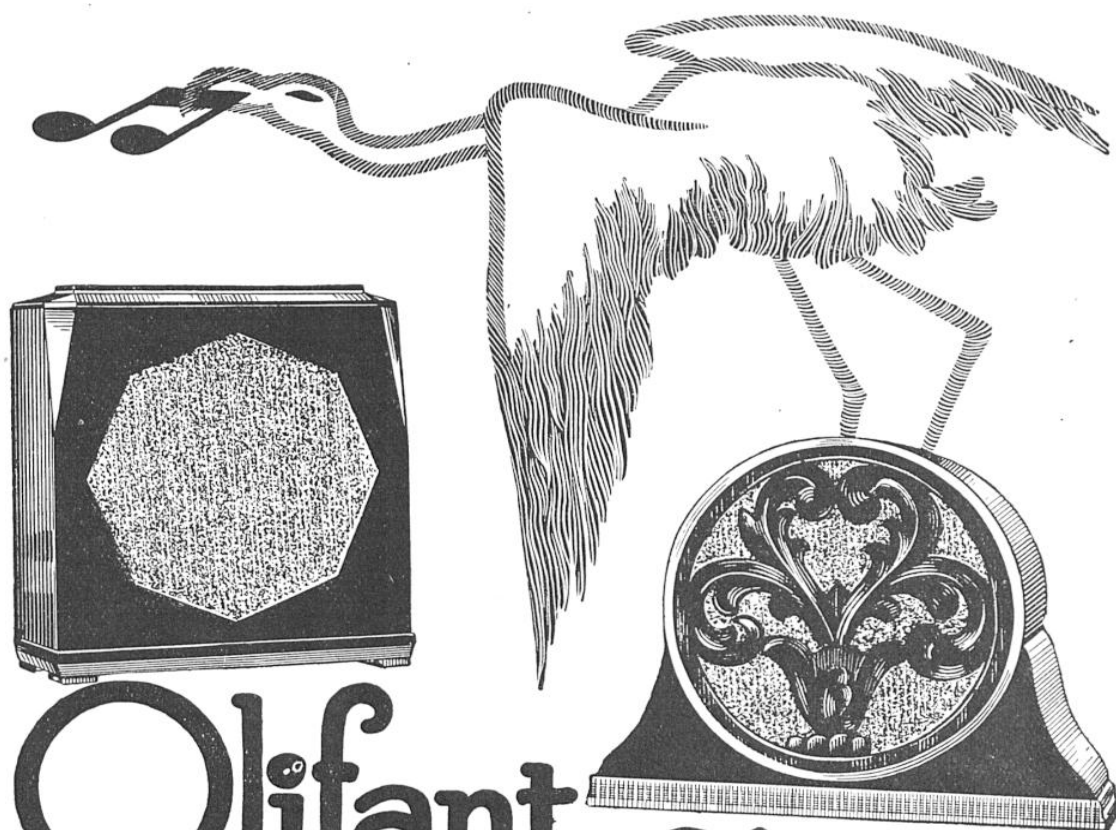
Dimensions de l'encadrement (pour divan d'angle de
1 m. 90 x 0 m. 85) : hauteur totale, 1 m. 95 ; encombre-
ment, 1 m. 90 x 1 m. 25.

PRIX : Hêtre naturel 529 fr.
Ciré façon noyer, rustique ou acajou 635 fr.

L'ÉTAGÈRE D'ANGLE seule, avec une niche descen-
dante à chaque bout, 1 m. 90 x 1 m. : hêtre naturel. 339 fr.
Ciré façon noyer, rustique ou acajou 407 fr.

Les angles se montent indifféremment à droite ou à gauche.
Joindre montant à la commande (chèque sur Paris, ou chè-
ques postaux Paris 420-68).

TARIFS ET NOTICES SUR DEMANDE



Olifant et Ibis

2 fidèles reproducteurs de la Musique...

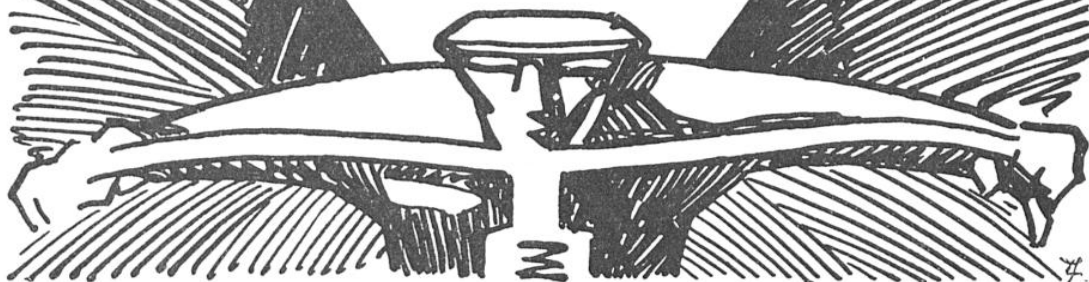


NOUVEAU
RÉGLAGE
" OLIFANT "

La pureté de son extraordinaire, la chaleur du timbre, la facilité d'émission des notes hautes comme des basses, font du haut-parleur **Olifant** le premier des diffuseurs électro-magnétiques. **Olifant** peut être branché sur un poste de T. S. F. ou sur un amplificateur électrique de phonographe à grande puissance, sans craindre aucune saturation ni vibration. Son nouveau système à double réglage permet de tirer le maximum de l'extrême sensibilité de sa membrane. **Ibis** est le haut-parleur parfait pour la T. S. F., qui réunit une excellente qualité à une présentation toute nouvelle et de bon goût.

SERVICE RADIOPHONIQUE IBIS
13, RUE BLEUE, PARIS

MONET GOYON
GRAND
CHAMPION de la MOTOCYCLETTE
 vous offre la gamme complète de ses modèles 1928 :
2 temps, moteur Villiers - 4 temps, moteur M. A. G.,
qui ont fait leurs preuves,
 remportant plusieurs centaines de victoires,
 21 Grands Prix, 58 Records, 4 Championnats
 de France (175).
 NOTICE FRANCO SUR DEMANDE
 MONET-GOYON, 121, rue du Pavillon
 MACON



INOXYL

Le stylo pour tous

GARANTI

12 fr. 50 **FRANCO** (FRANCE ET COLONIES)
 avec un flacon d'encre

POUR L'ÉTRANGER, SUPPLÉMENT DE 3 fr.



Remplissage automatique - Plume acier durci inoxydable

VENTE RÉCLAME

SERTIC, 12, rue Armand-Moisant, 12 - PARIS-15^e

Compte chèques postaux : PARIS 737-30

AGENTS DEMANDÉS

Dans votre intérêt, recommandez-vous toujours de *La Science et la Vie* auprès de ses annonceurs.

4=7

Nous affirmons qu'avec notre poste

SUPER SYNTODYNE 4 lampes

(CHANGEUR DE FRÉQUENCE)

Vous obtiendrez les mêmes résultats qu'avec le meilleur poste à 7 lampes.

Son nombre restreint de lampes vous garantit des réceptions d'une pureté incomparable, exemptes de souffle et de parasites.

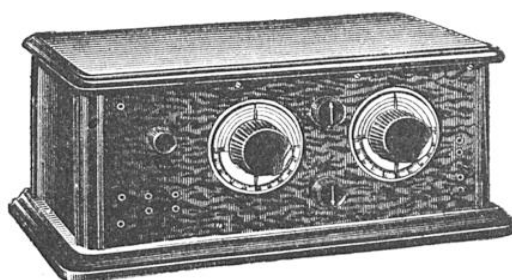
MODÈLE ORDINAIRE NU **700 fr.**

MODÈLE DE LUXE NU **1.600 fr.**

Vous pouvez l'entendre et vous convaincre :
à **PARIS, 10, place Vintimille** (place Clichy), chaque jour et
tous les jeudis, de 21 heures à 23 heures ;

En Province, chez nos agents, dans les principales villes.

(ADRESSES ET NOTICES SUR DEMANDE)



Etablissements MERLAUD & POITRAT

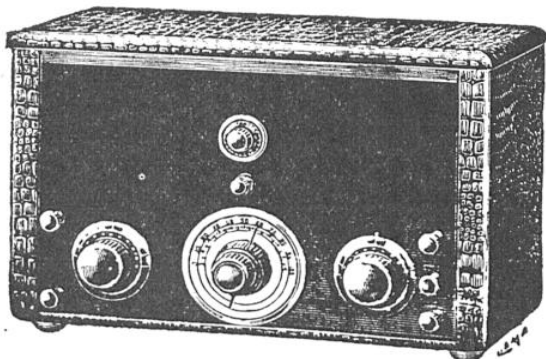
Ingénieurs
Constructeurs

BUREAUX ET USINE : PARIS, 5, rue des Gatines

CATALOGUE GÉNÉRAL, contre : France 1 fr. 50 — Étranger 2 fr. 50

PUBL. G. TANNEUR

NOUVEAUTÉS 1929



LE NOUVEAU Modulateur 6 lampes

Système LEMOUZY

permet, sur cadre, la réception en puissant haut-parleur des stations européennes.

PRIX NU
(licence comprise) :

700 fr.

Bobine oscillatrice P.O., se fixant, une fois pour toutes, à l'intérieur du poste :

50 fr.

GARANTIES :

Remboursement en cas de non-satisfaction, après un essai de 10 jours.



Le nouveau CADRE à 4 enroulements LEMOUZY

donne le maximum de puissance et de sélectivité, sous le plus faible volume.

PRIX (taxe de luxe comprise) : **250 fr.**

AGENTS COMPÉTENTS DEMANDÉS PARTOUT

Notice 67 sur demande à

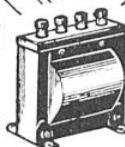
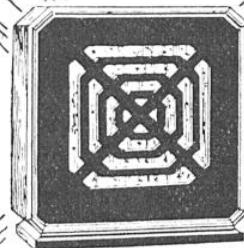
LEMOUZY 121, boulevard St-Michel
PARIS

LE SUCCES DE CEMA S'AFFIRME CHAQUE JOUR



LE
DIFFUSEUR
DANTE

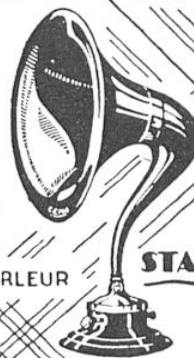
LE
DIFFUSEUR
SMART



TRANSFORMATEUR BF
BLINDE



CONDENSATEUR A
DEMULTIPLIEUR



LE
HAUT-PARLEUR

STANDARD.C

236. AVENUE D'ARGENTEUIL
ASNIÈRES



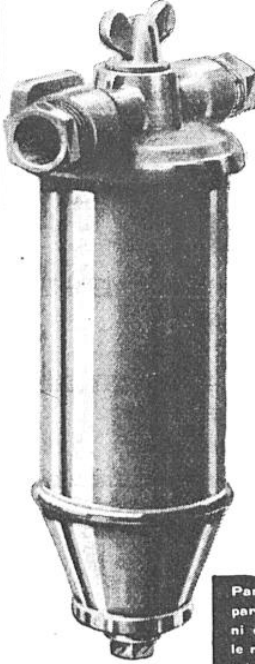
*un filtre à essence
fameux*

PASTEUR, le premier a trouvé le filtre à eau efficace.
ZENITH, le premier a créé le vrai filtre à essence.

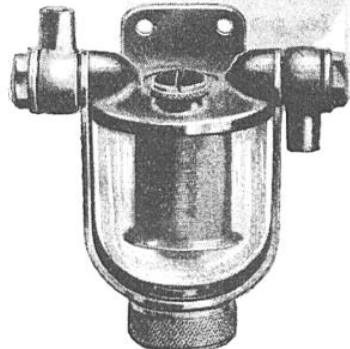
FILTRE ZENITH

éléments métalliques, complément indispensable de tout carburateur

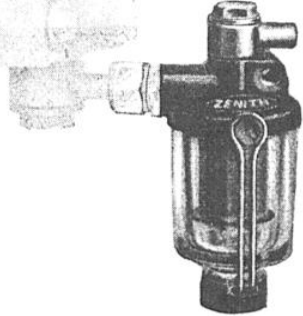
MODÈLE AVIATION
pour moteurs de
toute puissance.
335 francs net.



GRAND MODÈLE
pour voitures, à partir de
deux litres de cylindrée.
100 francs net.



PETIT MODÈLE
pour voitures de cylindrée
inférieure à deux litres.
De 45 à 86 francs,
suivant le type de voiture.



Particularités des filtres à essence ZENITH : Bloc filtrant composé de rondelles métalliques superposées, par conséquent très robuste. — Fonctionnement visible. — Plus de toile métallique qui s'oxyde et se perce, ni de peau de chamois qui se colmate, à changer périodiquement. — Quinze secondes pour le démonter, le nettoyer et le remonter sans aucun outil. — Raccords prévus pour application immédiate. — Fabrication très soignée, comme tous les appareils ZENITH.

Société du Carburateur ZENITH, 39 à 51, Chemin Feuillat. LYON — 26 à 32, rue de Villiers, LEVALLOIS-PERRET (Seine)
Cliché G. BERTHILLIER, Lyon.

PUISSANCE. SOUPLESSE. ÉCONOMIE

**LE VAPORISEUR
LE CARBONE**



**ATOMISE ET VAPORISE
L'ESSENCE**

RÉGULARISE LE DÉBIT

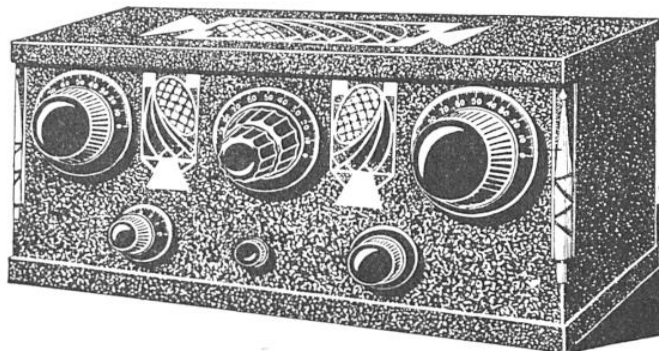
BREVETÉ EN FRANCE ET À L'ÉTRANGER. M.B. 10.172.

SOCIÉTÉ "LE CARBONE" GENNEVILLIERS

CAPITAL 2 800 000 FRANCS.

La SUPER-RÉACTION

est, depuis 6 ANS, le poste le plus sensible du monde



GRAND PRIX INTERNATIONAL
LIÈGE 1927

○ ○

GRAND PRIX INTERNATIONAL
LIÈGE 1928

○ ○

PREMIER PRIX
NEW-YORK
1927

○ ○
○

AVANTAGES TECHNIQUES DE LA CONSTRUCTION MÉTALLIQUE :

Protection contre les parasites (blindage), solidité, longue durée, simplification (3 connexions par la masse).

Diminution du prix de vente. — Le poste givré noir est livré avec ou sans décoration.

Envoi du catalogue contre 3 fr. en timbres. — Notre ouvrage sur la Super-Réaction, 7 fr. en timbres

D^r Titus KONTESCHWELLER, 69, rue de Wattignies, PARIS-XII^e

Le dernier mot du Progrès !

Le succès des Machines électriques

HOLLERITH

pour

LA COMPTABILITÉ ET LES STATISTIQUES

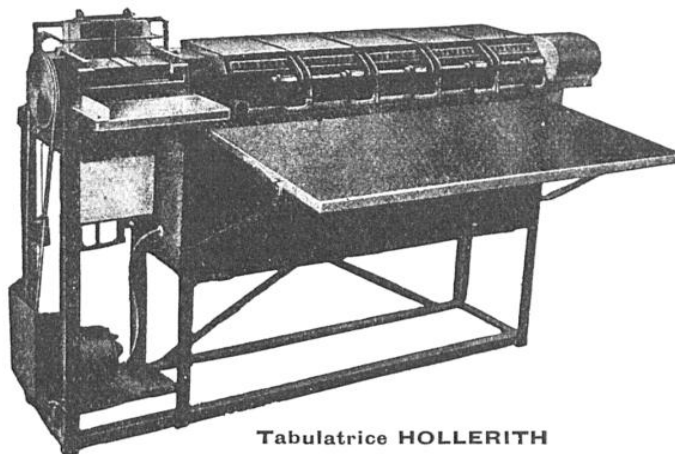
s'affirme de plus en plus

GRACE A

Leur fonctionnement irréprochable

Leur souplesse — Leur rapidité

La valeur des renseignements de gestion procurés



Tabulatrice HOLLERITH

Brochures - Etude sans engagement de votre part

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DE MACHINES COMMERCIALES

29, boulevard Malesherbes, PARIS-8^e

Téléphone : Elysées 78-29

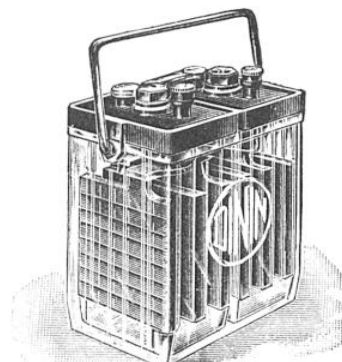
R. C. Seine 147.080

Les ACCUMULATEURS DININ

sont adoptés par toutes
les Grandes Compagnies
d'Exploitation de T. S. F.

MODÈLES SPÉCIAUX
POUR POSTES D'AMATEURS

Envoi gratuit des Tarifs et de l'Instruction pour l'emploi
et l'entretien des Accumulateurs



SOCIÉTÉ DES ACCUMULATEURS ÉLECTRIQUES

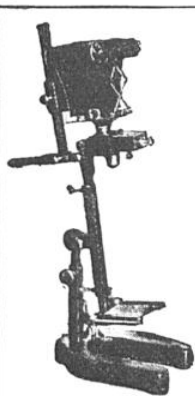
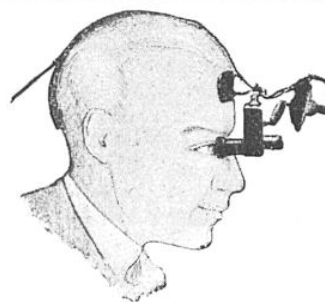
(Anciens Etablissements Alfred DININ)

Capital : 10 Millions

NANTERRE (Seine)

TÉLÉLOUPES MOLINIÉ

pour la vision et la photographie
grossies de loin et de près.



PORTE-LOUPES et PORTE-TÉLÉLOUPES

laissant les mains libres pour l'exécution des travaux
sous vision grossie.

CALCULATEUR "LOGZ"

"Le LOGZ est à la règle à calcul ce
que l'automobile est à la brouette."

NOTICES ET RENSEIGNEMENTS SUR DEMANDE

GLATZ, 41, rue de Poitou, PARIS-3^e

FAIT TECHNIQUE DE PUBLICITE



PERCEUSE

R.V.

TYPE FC 2

Ne pèse que 5 Kgs. et perce des trous de 15 mm dans l'acier.

PARIS-XII°
RENÉ VOLET
 ING. E. C. P. ET E. S. E.
 20, avenue Daumesnil, 20
 Téléph. : Diderot 52-57
 Télégrammes :
 Outilervé-Paris

MAGASINS DE VENTE :

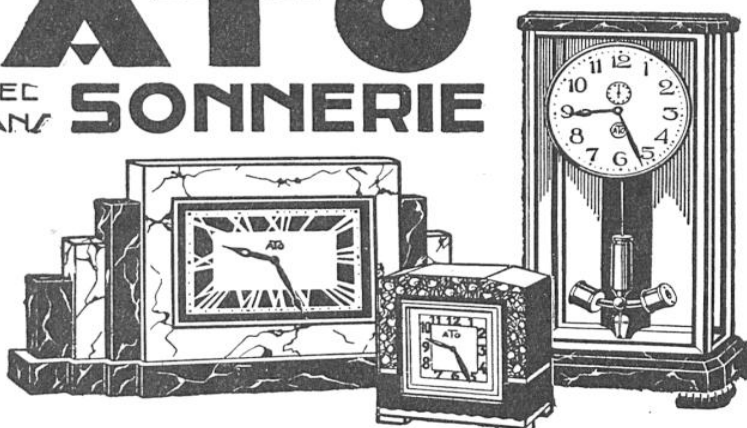
LILLE
 Société Lilloise
RENÉ VOLET
 (S. A. R. L.)
 28, rue du Court-Debout
 Téléph. : n° 58-09
 Télégr. : Outilervé-Lille

BRUXELLES
 Société Anonyme Belge
RENÉ VOLET
 34, rue de Laeken, 34
 Téléph. : n° 176.54
 Télégrammes :
 Outilervé-Bruxelles

LONDRES E. C. 1
RENÉ VOLET
 LIMITED
 242, Goswell Road
 Ph. Clerkenwell : 7.527
 Télégrammes :
 Outilervé-Barb-London

AGENTS : ESPAGNE, S. A. M. Fenwick, Bruch 96 y Aragon 314, Barcelone. — HOLLANDE, N. V. v. h. B. Pfälzer, Spui 12, Gebouw Eensgezindheid, Amsterdam. — ITALIE, S. A. Italiana Fratelli Fenwick, 1, Via San Anselmo, Turin. — TCHÉCOSLOVAQUIE, V. Weiss, Stresovice 413, Prague. — AFRIQUE DU NORD, A. Georgier, 7, Rue Drouillet, Alger. — MADAGASCAR, L. Teilliet, Avenue Grandidier, Tananarive. — INDOCHINE, Poinard et Veyret, Comptoirs d'Extrême-Orient, Saigon, Phnom-Penh, Haiphong, Hanoi. — AUSTRALIE, A. et E. Mac Carthy Ltd, Adélaïde. — JAPON, Kobé : Alsot-Brissaud et C^{ie}, Tokiwa Bg, n° 30, Akashi-Machi. — CANADA, R. A. Fraser, 10, Montclair Avenue, Toronto. — MEXIQUE, Clement Z., 28, Avenida Morelos, Mexico. — CHILI, Simon Hermanos, Santo Domingo, 1107, Santiago. — GRECE, P. M. C. O'Callaghan, 4, Aristides St., Athenes. — HONGRIE, * Adria V., Vaci-Út, 24, Budapest V. — NORVÈGE, O. Houm, Skippergaten, 4, Oslo. — POLOGNE, Polskie Towarzystwo Dla Handlu Z Francja, Ks Skorupki, 8, Varsovie. — YOUgosLAVIE, L. Piedzicki, Strahinitza Bana, 42, Belgrade. — PORTUGAL, Joao Felix da Silva Capucho, 121, Rua de S. Paulo, 129, Lisbonne. — SUISSE, Arthur-V. Piaget, 8, boulevard de Graney, Lausanne.

Une merveille!
PENDULES ÉLECTRIQUES
ATO
 AVEC **SONNERIE**
 ET / ANS



Demandez les notices sur les pendules et pendulettes électriques, la distribution d'heure et la remise à l'heure par T.S.F.
 "ATO-RADIOLA"

Etablis. HATOT
 12
 rue du Faubourg-Saint-Honoré
PARIS-8^e

Téléphone.. { **ANJOU 21-71**
 { **ANJOU 21-72**

EN VENTE
 DANS TOUTES LES BONNES MAISONS D'HORLOGERIE

HECKEL

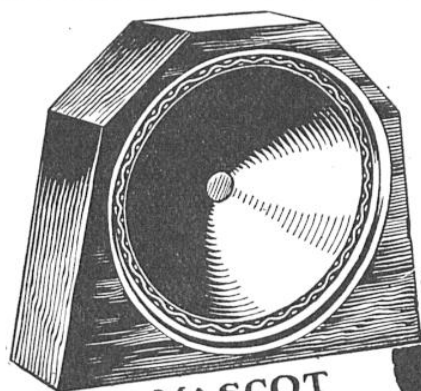
Société Ernest HECKEL, Sarrebruck (Sarre)

Bureaux à PARIS, 72, rue La Boétie — Téléphone : Elysées 17-33

INSTALLATIONS DE TRANSPORT ET DE MANUTENTION MÉCANIQUES

L'installation de manutention et de stockage de sels de potasse au port d'Anvers décrite dans l'article de cette revue, dont l'illustration de la page de couverture représente le gratteur pour la reprise du sel dans le hangar, a été étudiée et exécutée par nos Établissements, dans un délai de 18 mois, et la mise en route en a eu lieu avec le plus franc succès.

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



LE MASCOT
diffuseur à tympan



LE CUBIST
haut parleur à bobine mobile
(55 cm. de hauteur sur
base de 50 x 35)

INVENTÉS
..... ET
FABRIQUÉS
..... PAR
BROWN

*principes
3
merveilles*

Catalogue 16 pages, richement illustré, réservé aux
amateurs qui se recommandent de *La Science et la Vie*.

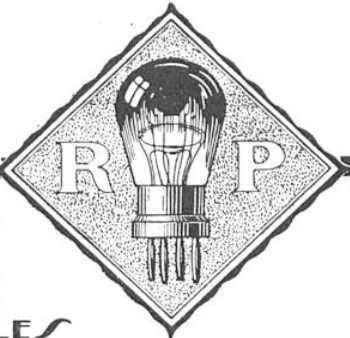


LE SUPERSTANDARD
à pavillon

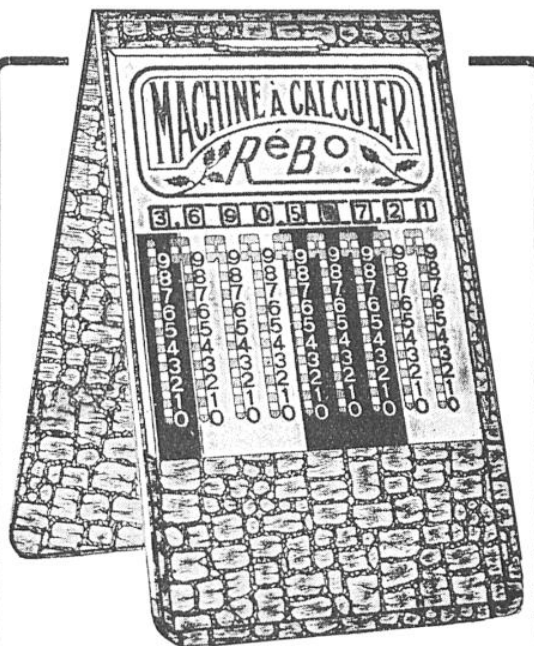
MÉFIEZ-VOUS DES IMITATIONS
Exigez la marque **BROWN**,
de Londres, sans prénom.

Brown

S.E.R., agence exclusive de **BROWN**, 12, rue Lincoln, PARIS-8^e


LES ÉTABLISSEMENTS
RADIO-PLAIT
 39, RUE LAFAYETTE - PARIS - OPERA
 / UCC 104, RUE DE RICHELIEU - PARIS - BOURSE
vous offrent un
CHOIX IMMENSE
DE POSTES DE TOUTES MARQUES
N'hésitez pas à venir les entendre dans nos
SALONS D'AUDITION-VENTE
(les plus agréables et les mieux agencés de Paris)
et vous pourrez choisir, en toute certitude, guidés
d'ailleurs des conseils d'un personnel d'élite.
TOUS
 ACCESSOIRES
 DE T. S. F.
TOUTES
 PIÈCES
 DÉTACHÉES
 ... LE POSTE
 DONT
 VOUS RÊVEZ !

 Hama
 2
CATALOGUE 1929 GRATUIT



La **R^eB^o** fait

seule et sans erreurs les additions aussi longues soient-elles, les soustractions, les multiplications et même les divisions, très vite, sans cassement de tête.

La **R^eB^o** sert

au Bureau pour la comptabilité, vérifier les factures, les bordereaux, l'inventaire; au Magasin pour ne pas se tromper dans les ventes, pour tenir la caisse sans fuite; à Monsieur pour ses affaires; à Madame pour ses comptes; à l'Ecolier pour ses problèmes.

Elle ne coûte que **40** francs en étui portefeuille façon cuir, ou **65 fr.** en même étui beau cuir. On peut y ajouter un socle se fermant à **15 fr.** pour avoir une véritable machine à calculer de bureau, et un bloc chimique perpétuel effaçable de coût **8 fr.**

Exigez de votre papetier une machine **R^eB^o** en laiton gravé, inusable, en portefeuille et ayant neuf colonnes. Refusez toutes imitations moins soignées. S'il ne l'a pas, choisissez le modèle (à 40 fr. ou à 65 fr.) et les accessoires (socle et bloc chimique) que vous voulez; demandez-les à **S. REYBAUD, ingénieur, 37, rue Senac, Marseille**, qui vous les enverra sans frais contre mandat ou remboursement des prix nets indiqués.

Chèques postaux Marseille 90-63

ÉTUDES CHEZ SOI

Vous pouvez faire chez vous, sans déplacement, à peu de frais, en utilisant vos heures de loisirs, et avec autant de profit que si vous suiviez les cours d'un établissement d'enseignement oral, des études complètes conformes aux programmes officiels de

P'ENSEIGNEMENT PRIMAIRE

et de **P'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE.**

Les programmes de l'*Ecole Universelle par correspondance de Paris*, la plus importante du monde, embrassent les **classes complètes** de ces deux ordres d'enseignement.

Si vous avez déjà fait des études primaires ou secondaires, vous pouvez en obtenir la consécration officielle en vous préparant chez vous à subir à bref délai, avec toutes les chances de succès, les examens des

BREVETS et BACCALAURÉATS.

Vous pouvez vous préparer, dans les mêmes conditions, aux concours d'admission aux

GRANDES ÉCOLES

et à tous les concours d'accès aux

CARRIÈRES ADMINISTRATIVES.

L'efficacité des cours par correspondance de

l'Ecole Universelle

PLACÉE SOUS LE HAUT PATRONAGE DE L'ÉTAT

est garantie par des **MILLIERS DE SUCCES** aux divers examens et concours publics.

L'*Ecole Universelle* vous adressera **gratuitement** et par retour du courrier celles de ses brochures qui vous intéressent. Vous y trouverez des renseignements complets sur toutes les études et carrières :

Brochure n° 6706 : *Classes primaires complètes* (Certificat d'études, Brevets, C.A.P., Professorats, Inspection primaire) ;

Brochure n° 6713 : *Classes secondaires complètes, Baccalauréats, Licences* (Lettres, Sciences, Droit) ;

Brochure n° 6717 : *Toutes les Grandes Ecoles spéciales* (Agriculture, Industrie, Travaux publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Colonies) ;

Brochure n° 6727 : *Toutes les Carrières administratives* (France, Colonies) ;

Brochure n° 6744 : *Langues vivantes* (anglais, espagnol, italien, allemand, portugais, arabe, esperanto) ;

Brochure n° 6749 : *Orthographe, Rédaction, Rédaction de lettres, Versification, Calcul, Calcul extra-rapide, Dessin, Ecriture* ;

Brochure n° 6761 : *Carrières de la Marine marchande* ;

Brochure n° 6767 : *Solfège, Piano, Violon, Flûte, Saxophone, Accordéon, Harmonie, Transposition, Composition, Orchestration, Professorats* ;

Brochure n° 6776 : *Arts du Dessin* (Caricature, Dessin d'illustration, Composition décorative, Aquarelle, Travaux d'agrément, Figurines de modes, Peinture, Pastel, Gravure, Décoration publicitaire, Métiers d'art et professorats) ;

Brochure n° 6784 : *Les Métiers de la Coupe et de la Couture* (petite main, seconde main, première main, vendeuse, vendeuse-retoucheuse, représentante, coupeur, coupeuse) ;

Brochure n° 6788 : *Journalisme* (Rédaction, Fabrication, Administration) ; *Secrétariats.*

Ecrivez aujourd'hui même à l'Ecole Universelle. Si vous souhaitez, en outre, des conseils spéciaux à votre cas, ils vous seront fournis très complets, à titre absolument gracieux et sans aucun engagement de votre part.

ÉCOLE UNIVERSELLE, 59, boulevard Exelmans, PARIS-16

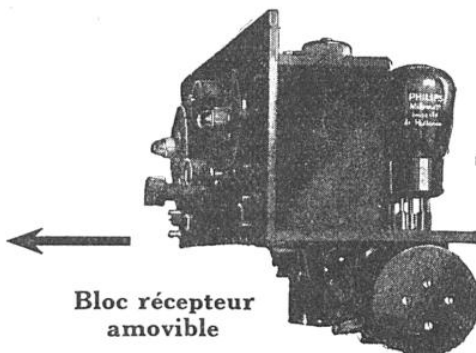
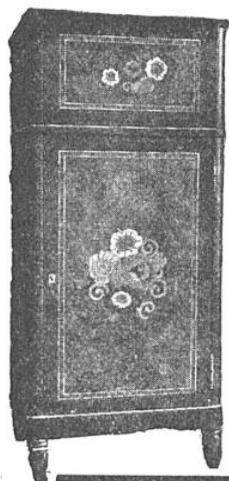
Le MICRODION-MODULATEUR **MINIMAX** 1929

est une MERVEILLE d'ingéniosité
et de RENDEMENT.

UN SEUL poste

Pour le Voyage

Pour la Maison



En MICROVALISE

38×23×19...!
9 kgs 5...!!!

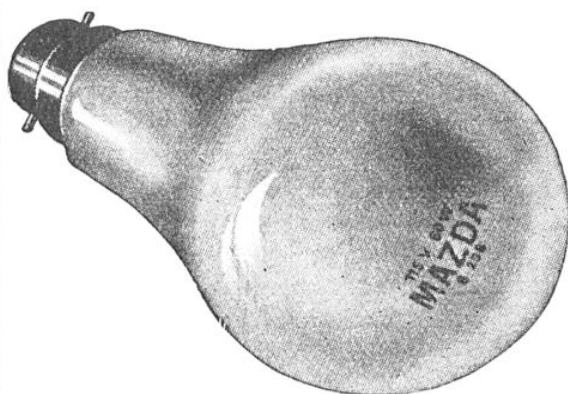
©

CATALOGUE... 2. »
Notices nouveautés .. 0.50

Tous les types de **MICRODION** de 1 à 6 lampes
possèdent **TOUS** les perfectionnements.

AMPLIFICATION PARFAITE DU PHONOGRAPHE

Et^s Horace HURM 14, rue J.-J.-Rousseau, PARIS-1^{er}
Entre la Bourse du Commerce et le Louvre

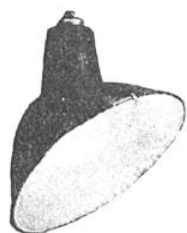


Vient
de
Paraître...



UN BON ÉCLAIRAGE

doit être
Abondant
Bien réparti — Bien diffusé.



**REFLECTEUR
D'ANGLE
TYPE R. A.**
pour
ÉCLAIRAGE D'ATELIER

Vous l'obtiendrez
**AVEC LA LAMPE
MAZDA
PERLE**

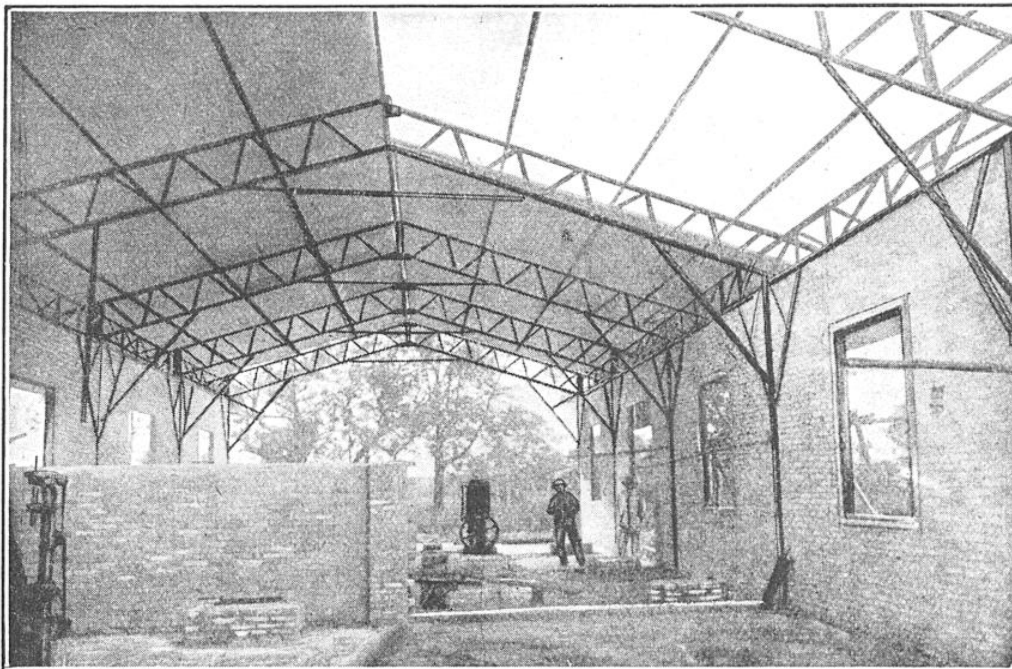
"SÉRIE STANDARD"
et les appareils d'éclairage

de la
COMPAGNIE DES LAMPES
41, Rue La Boétie - PARIS (VIII^e)



**REFLECTEUR
TYPE R. L.**
pour
ÉCLAIRAGE GÉNÉRAL
DES ATELIERS

La SÉRIE 39 en INDOCHINE



La photographie que nous soumettons ce mois-ci à nos honorés lecteurs les transportera en imagination bien loin de la France, car elle représente une construction à moitié terminée faite au moyen du n° 18 de la SÉRIE 39 par

Monsieur CAO-THIEN-TOAN
Administrateur de la Compagnie Electrique de Rachgia,
à Rachgia (Indochine).

Nous aurions voulu pouvoir donner à nos honorés lecteurs plus de détails au sujet de la construction dont il s'agit, mais M. Cao-Thien-Toan, tout en nous adressant une photographie d'une de ses dernières constructions, ne nous a pas dit laquelle, car notre honoré client se sert habituellement des ossatures métalliques de la SÉRIE 39 non seulement pour édifier la carcasse des bâtiments afférents à la Société Electrique de Rachgia, mais aussi pour diverses autres de ses exploitations en Indochine.

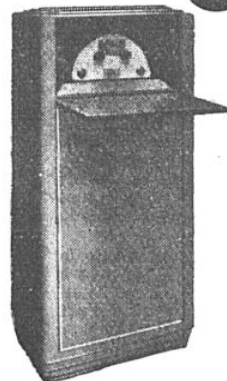
Nous aurions voulu donner des précisions; cette photographie soulève vivement notre curiosité, car elle pourrait représenter plusieurs genres de bâtiments. Pour notre part, nous croyons que c'est plutôt un atelier ou un pavillon d'habitation à un étage. On voit bien l'emplacement d'une porte et des fenêtres, mais nous ne pouvons nous figurer l'emploi du mur de cloisonnement indiqué dans la photographie ni de la pompe.

Il pourrait très bien se faire que le premier plan de l'image représente le commencement de la buanderie d'un pavillon ou simplement une salle de lavage ou tout autre chose ayant trait plutôt à la culture de la région. Nous restons dans le mystère à l'égard de l'emploi exact auquel M. Cao-Thien-Toan destine son bâtiment, nous contentant, comme son ingénieur-constructeur, de reconnaître l'art avec lequel notre client a su effectuer le remplissage en briques entre les poteaux à double T et l'agencement des cadres des portes et fenêtres. Nous pouvons cependant dire que la construction mesure 8 mètres sur 20 mètres et qu'elle a 3 m. 75 de hauteur, du sol jusqu'en haut des poteaux. La charpente coûtait 7.230 francs. Le fret, de Rouen jusqu'à Saïgon, a été de 1.296 francs; mais nous ignorons combien la construction complète a coûté à M. Cao-Thien-Toan. Nous ne pouvons que supposer qu'il est assez satisfait puisque nous lui avons déjà envoyé quatre charpentes en acier de la SÉRIE 39.

En effet, une fraction assez considérable de notre production totale s'en va aux colonies françaises. Nos ateliers étant dans le port de Rouen, nous sommes aussi bien placés pour effectuer l'expédition de nos constructions par voie maritime que par voie ferrée.

Ce sera avec plaisir que nous enverrons à toute personne qui nous en fera la demande une copie de notre brochure n° 84, donnant les prix des 1.200 combinaisons que l'on peut réaliser au moyen de la SÉRIE 39.

Établ^s JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs, 6 BIS, quai du Havre, ROUEN
FABRICATION EN SÉRIE DE BATIMENTS MÉTALLIQUES POUR L'INDUSTRIE ET LA CULTURE



Le SYNCHRODYNE
(Superhétérodyne 7 L.)

Lorsque plusieurs stations de T. S. F., de longueurs d'ondes voisines, émettent simultanément des radio-concerts, il y a « interférence » ou brouillage d'ondes, comme le montre la partie gauche de la gravure ci-dessus. — Avec des récepteurs de T. S. F. ordinaires, il est impossible de séparer ces ondes, de sorte que l'on entend plusieurs concerts à la fois, ce qui est insupportable. — La merveilleuse invention du **SUPERHÉTÉRODYNE** supprime ce brouillage : elle permet de séparer rigoureusement l'onde porteuse du radio-concert que l'on désire et d'avoir, par conséquent, des auditions absolument pures. Cette invention consiste notamment dans un système de trans-

formation de fréquence des ondes, d'amplification et de filtrage, qui assure à la fois une séparation parfaite de l'onde à recevoir et son amplification presque illimitée.

Telle est la magie du **SUPERHÉTÉRODYNE**, dont l'inventeur est le savant ingénieur français Lucien LÉVY, directeur-fondateur des Etablissements RADIO-L. L. L'appareil, dont vous voyez la gravure ci-dessus, est un **SUPERHÉTÉRODYNE** 7 lampes, à réglage automatique. Le meuble contient l'installation complète en ordre de marche.

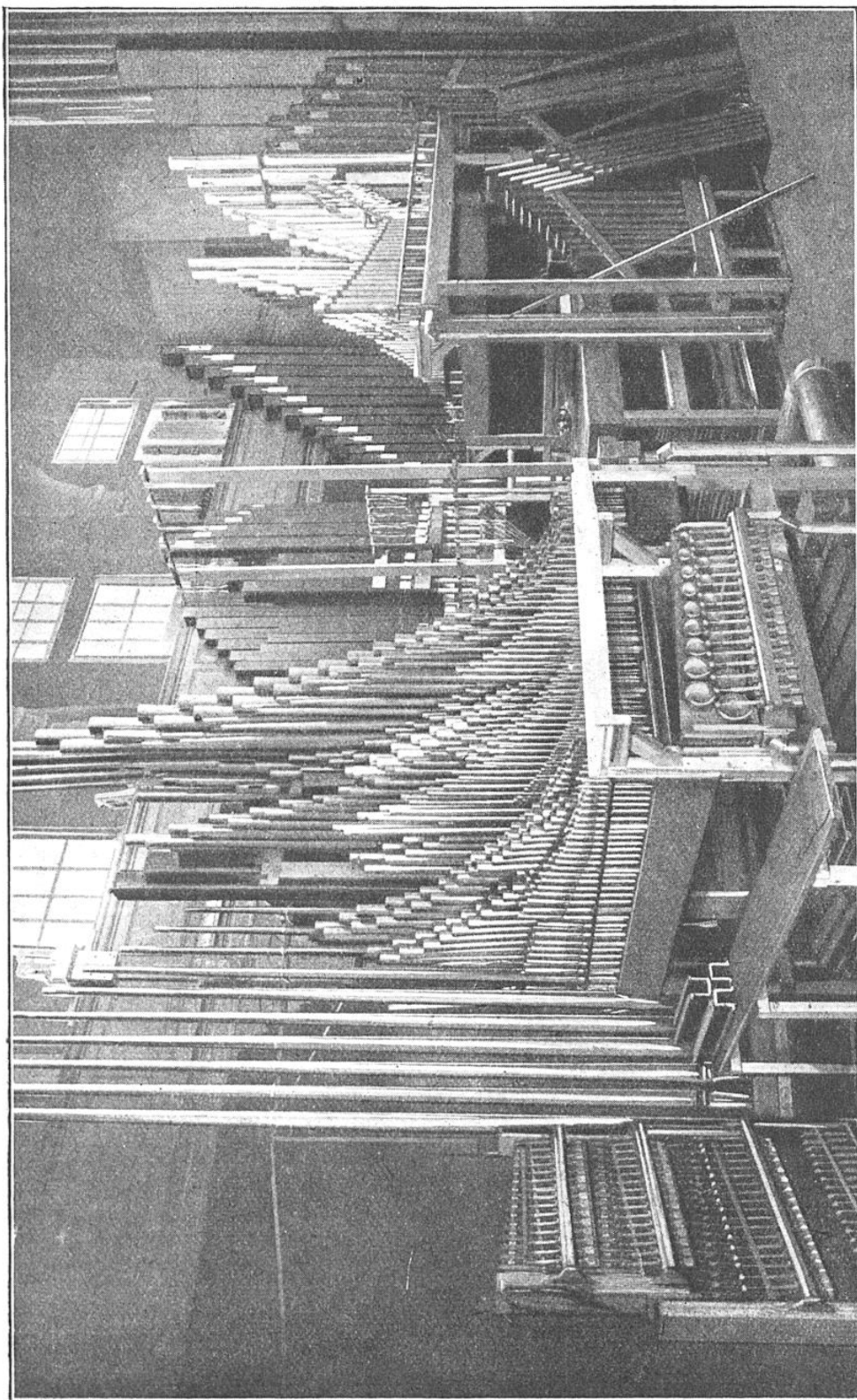
Démonstrations gratuites à domicile dans toute la France. Auditions tous les jours, de 16 à 18 h. 30, et les lundis, mercredis et vendredis, de 21 à 23 heures. — Notice franco.

Etabl^{ts} RADIO-L. L. 5, rue du Cirque (Champs-Élysées), PARIS-8^e.
Téléphone : ÉLYSÉES 14-30 et 14-31

La télémechanique a renové l'exécution musicale. Les instruments de musique automatiques modernes : leur technique, leur évolution	Jean Labadié	3
Comment on « cuit » un transformateur électrique. .. .	J. M.	14
Dans la science moderne, la fréquence est une grandeur aussi importante que l'énergie	Marcel Boll Docteur ès sciences.	15
La plus puissante centrale thermique du monde : l'usine thermoélectrique Klingenberg, près de Berlin, produira bientôt 500.000 kW, soit 680.000 ch. .. .	Jean Marchand	27
Vers un meilleur rendement du moteur à explosion : le rôle des antidétonants, la recherche des nouveaux carburants	M. Dumanois Directeur à l'Office National des Combustibles liquides.	33
Le plus grand pétrolier à propulsion électrique du monde	J. M.	38
L'évolution de la marine marchande américaine depuis un demi-siècle : la flotte des Etats-Unis est maintenant la seconde du monde. .. .	Henri Le Masson.	39
La France vient de doter la houille blanche d'un laboratoire moderne : les installations perfectionnées du laboratoire de Beauvert (Isère)	L.-D. Fourcault	45
Une nouvelle turbine peut capter directement soit l'énergie des courants marins, soit celle des vents.	Lucien Fournier	51
L'opinion du capitaine Fonck sur l'aviation allemande après sa visite au Salon de Berlin	Charles Brachet	58
La manutention mécanique des potasses d'Alsace est la plus perfectionnée qui soit au monde.	Jean Marton.	61
La réception à distance des photographies mise pratiquement à la portée de tous	Jean Caël	66
Une nouvelle application du ciment armé	J. M.	68
Le Salon de T. S. F. de Berlin vient de nous révéler les tendances allemandes en radioélectricité	Constant Grinault.	69
La T. S. F. et la vie	Joseph Roussel	75
La T. S. F. et les constructeurs.	J. M.	79
Une nouvelle pendule électrique à sonnerie	L. F.	80
Les A côté de la science (Inventions, découvertes et curiosités)	V. Rubor	81
Les peintures nitrocellulosiques permettent l'émaillage des carrosseries « à la chaîne »	R.-C. Faroux	85
A travers les revues	J. M.	86

La couverture de ce numéro représente les curieux appareils mécaniques utilisés pour la manutention des potasses d'Alsace dans le port d'Anvers. Ce sont des « gratteurs » de sel, dont les palettes d'acier, montées sur une chaîne à mouvement sans fin, acheminent la potasse ainsi « grattée » sur un tapis roulant, qui la transporte soit aux cargos, soit aux wagons. (Voir la description de cette installation, page 61 du présent numéro.)

Nous informons nos lecteurs que l'emboîtement nécessaire à la reliure des nos 133 à 138, parus entre le 1^{er} juillet et le 31 décembre 1928, qui constituent le tome XXXIV de *La Science et la Vie*, est en vente à nos bureaux, au prix de 4 francs, et de 5 francs avec la table des matières. Il peut être expédié franco, en France et dans les colonies, au prix de 4 fr. 50 et de 5 fr. 50 avec table. Pour l'étranger, ajouter à ces derniers prix 1 franc pour supplément de port.



VUE D'ENSEMBLE DE L'ORGUE-ORCHESTRE QUI VIENT D'ÊTRE INSTALLÉ, A PARIS, AUX PORTIQUES DES CHAMPS-ÉLYSÉES
Cet orgue-orchestre automatique, l'un des plus perfectionnés qui existent, est commandé électropneumatiquement, ce qui a permis de supprimer les leviers rigides qui, autrefois, assuraient la transmission de l'action de la touche frappée par l'organiste jusqu'au dispositif d'ouverture des tuyaux sonores. La télémechanique a ainsi permis de répartir les jeux d'orgue en utilisant toute la place disponible, sans se préoccuper de l'éloignement du clavier.

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* — Téléph. : Provence 15-21

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

Copyright by La Science et la Vie, Janvier 1929 - R. C. Seine 116.544

Tome XXXV

Janvier 1929

Numéro 139

LA TÉLÉMÉCANIQUE A RÉNOVÉ L'EXÉCUTION MUSICALE

Par Jean LABADIÉ

Pour les hommes de science, la musique est une branche de la physique expérimentale, qui obéit à ses lois et qui, à ce titre, rentre bien dans le domaine des applications scientifiques. La musique n'est donc pas seulement un art, au même titre que la peinture, par exemple, qui fait appel seulement à la facture et à l'interprétation de l'artiste ; elle est basée sur une technique spéciale, tant pour l'élaboration des partitions que pour leur exécution par les divers instruments appropriés. Aussi, il est logique de considérer l'établissement d'un instrument de musique comme un problème à la fois de mécanique et de physique, tant au point de vue de l'exécution que de son fonctionnement. Il y a loin aujourd'hui de l'instrument de musique relativement grossier, tel que l'orgue de Barbarie (dans lequel l'arrivée d'air comprimé aux tuyaux sonores est réglée par les ouvertures d'un « carton perforé » ne donnant, hélas ! aucune nuance), à l'appareil ultra-moderne perfectionné, grâce à l'électricité et à la télémechanique. En effet, l'électricité et la télémechanique ont permis de réaliser de véritables orgues-orchestres fonctionnant d'une façon absolument automatique et susceptibles d'interpréter, avec toutes les nuances désirables, une partition musicale, même des plus compliquées. D'autre part, le piano mécanique est, aujourd'hui, un instrument couramment employé et qui est bien près d'atteindre la perfection. Il suffit de citer le piano mécanique qui existe depuis peu au Conservatoire National de Musique de Paris, qui constitue une véritable merveille de mécanique, où chacune des quatre-vingt-huit notes du clavier peut être actionnée automatiquement avec une intensité de frappe différente. Cet exemple suffit à démontrer, d'une façon lumineuse, quels progrès remarquables, grâce aux méthodes scientifiques, la musique moderne a réalisés dans son exécution instrumentale.

La musique et la science

DANS sa classification des sciences, Aristote, d'accord avec les esprits cultivés de son temps, fait figurer la Musique à côté de la Géométrie et de l'Arithmétique. Déjà, Pythagore avait tiré une Cosmogonie de considérations sur la gamme. « La musique est un exercice inconscient d'arithmétique » dira Leibnitz, à son tour, quelque deux mille ans plus tard.

Avec d'Alembert, les relations de la musique et de la science se précisent. Le problème de la corde vibrante fournit l'équation la plus féconde, non seulement aux yeux des phy-

siciens, mais encore à ceux des mathématiciens purs.

D'ailleurs, un exemple concret et très curieux des connexions de la mathématique et de la musique n'est-il pas que la gamme chromatique tempérée, créée d'instinct par les musiciens, constitue la plus naturelle des tables de logarithmes? (1)

Mais les musiciens se soucient peu que leur clavier soit une règle à calcul. Jusqu'ici,

(1) A chaque touche du piano correspond, en effet, un nombre de vibrations qui croît en progression géométrique. Le numéro d'ordre de la touche (représentant la progression arithmétique correspondante) est donc bien le logarithme de ce nombre de vibrations. C'est la pure définition du logarithme.

ils n'ont guère profité, dans leur technique, des découvertes scientifiques dont leur art fut sinon la source, du moins l'occasion. La facture des instruments eux-mêmes, depuis les vieilles orgues du temps de Bach jusqu'aux violons de Stradivarius et aux cuivres de Sax, n'a jamais procédé que d'un empirisme subtil qui, trop souvent, ne dédaigna pas l'auréole du mystère.

A cette mystique assez puérile est venue s'en ajouter une autre beaucoup plus défendable : l'admiration religieuse du virtuose. Le mécanisme d'un Liszt, d'un Chopin, d'un Paganini apparaissaient comme choses divines, véritables dons célestes qu'il aurait été sacrilège de vouloir reconstituer au moyen d'appareils mécaniques.

Cependant, aujourd'hui, le phonographe, la « musique synthétique » par ondes hertziennes et l'instrument mécanique comptent des partisans jusque chez les musiciens. D'un

peu partout l'on entend prédire l'avènement d'une ère musicale toute nouvelle, grâce aux moyens fournis à la musique par les derniers progrès de la science.

Nous allons rapidement examiner jusqu'à quel point ces prétentions ou ces espoirs sont justifiés. Et, pour mieux nous reconnaître dans le maquis des révolutions annoncées, serions les questions.

La musique « photographique »

Parmi les nouveaux

moyens d'exécution apportés à la musique par la science, il faut bien mettre à part le *phonographe*.

Suivant l'expression imagée d'un jeune maître de l'orgue, M. André Sarnette, c'est là un appareil à « photographier la musique ». Cet auteur entend par là qu'un bon disque, enregistré par un bon orchestre, est l'analogue d'une bonne photo tirée d'une toile de maître, ce qui est mieux qu'une toile originale et médiocre.

Par contre, on doit exiger de la reproduction photographique qu'elle soit le plus fidèle possible. Il en va de même du

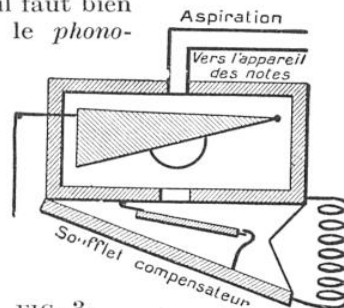


FIG. 1. — SCHÉMA DU PRINCIPE DU PIANO MÉCANIQUE

Le tuyau de la « flûte de Pan » (à droite) étant ouvert, l'aspiration générale (maintenue en permanence dans les jeux de soupapes) soulève une « membrane » qui pousse elle-même un « pilote » commandant la communication du « soufflet » moteur avec l'aspiration générale. Le soufflet en se fermant, sous l'effet du vide, soulève la « touche » et le « marteau » frappe la corde.

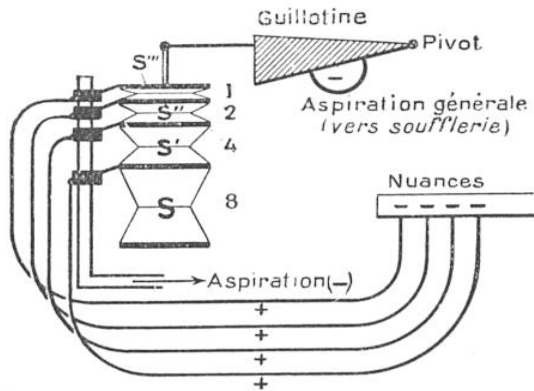


FIG. 2. — LE MÉCANISME DE L'APPAREIL PERMETTANT DE RÉALISER LES NUANCES

La fermeture du soufflet moteur (fig. 1) est brutale, sans « nuances de frappe ». C'est pourquoi l'on intercale entre le soufflet moteur et la flûte de Pan (sur laquelle quatre tuyaux sont réservés à l'office des nuances) quatre soufflets conjugués auxiliaires. Leur combinaison permet d'obtenir seize nuances de frappe. L'action de ces soufflets se traduit par l'abaissement plus ou moins grand d'une « guillotine » obturant la conduite de l'aspiration générale.

FIG. 3.

SOUFFLET COMPENSATEUR

La « guillotine », mue par l'appareil de nuances (fig. 2), obture plus ou moins l'ouverture d'aspiration générale et fait varier le degré du vide dans l'appareil intermédiaire (fig. 2) sur lequel est branché le tuyau d'aspiration commandant le soufflet moteur (celui qui tape la note). Dès lors, la « frappe » de ce soufflet sera d'une intensité elle-même variable. Pour rendre cette frappe élastique, comme celle du doigt d'un pianiste, on installe ici un « soufflet compensateur » qui, en se fermant à moitié, freine le mouvement général d'aspiration et, en reprenant sa position initiale (sous l'action d'un ressort), accélère la remise en place de tout l'ensemble moteur. Ainsi le mécanisme de frappe, dépouillé de toute « inertie », peut atteindre à la vitesse de répétition du « trémolo ».

disque de phonographe. Nous avons récemment étudié ici les immenses progrès réalisés par cet appareil (1). Il ne faut donc pas être surpris si, admis dans le cabinet directorial de l'un de nos musiciens officiels les plus réputés, nous y trouvons un splendide phonographe... Ne sursautons pas davantage si l'un des plus originaux compositeurs de ce temps, M. Maurice Ravel,

L'invention de M. Givelet, faite en 1918, ne devait donner lieu que neuf ans plus tard à un essai pratique : la construction du piano hertzien (1). Le principe consiste à faire varier, au moyen de touches, la *capacité* et la *self* d'un circuit électrique oscillant — ce qui revient à faire varier la *fréquence* de l'oscillation. Transposées par les moyens ordinaires de la T. S. F., ces variations de

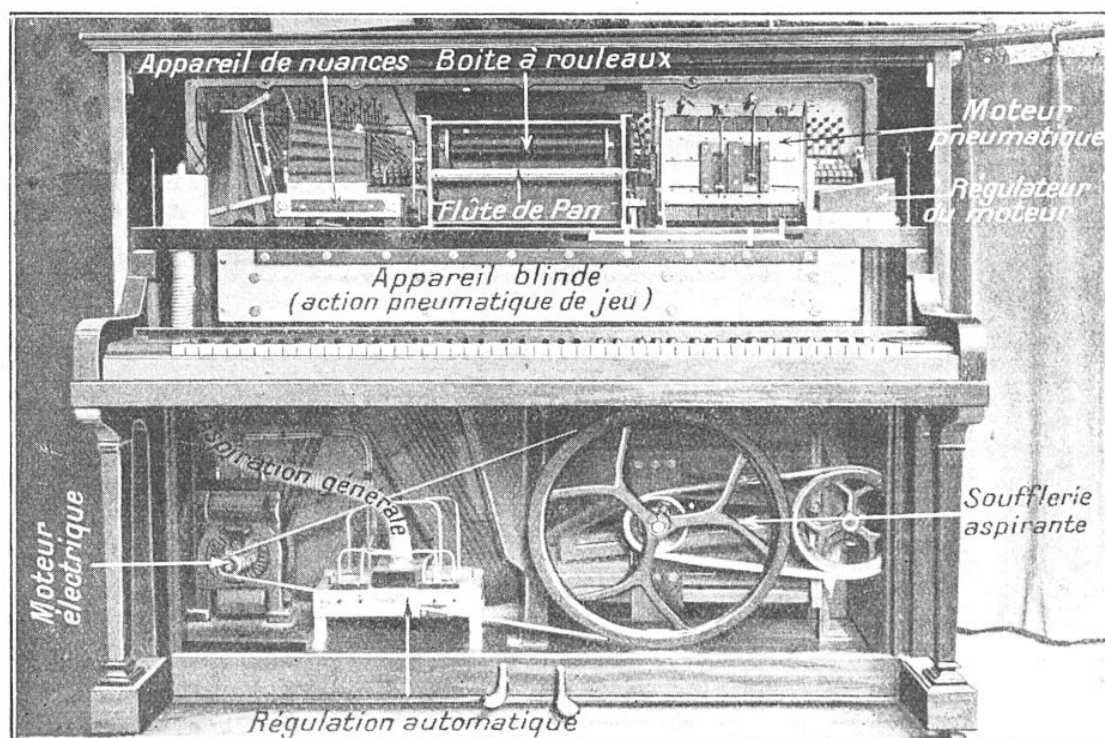


FIG. 4. — ENSEMBLE DU MÉCANISME D'UN PIANO MÉCANIQUE MODERNE

L'aspiration générale est assurée par un moteur électrique actionnant une « soufflerie aspirante » (Voir les détails de l'appareil des nuances dans la figure suivante.)

préfère l'audition phonographique de certaines pièces de Debussy à leur exécution directe sur le piano. Dans ce cas, le phonogramme ajouterait à l'exécution classique !

Si le disque phonographique joue le rôle de photographie, l'audition par T. S. F. vient compléter cet « art de reproduction ».

La musique « synthétique »

Depuis peu, certains inventeurs, tels que les Français Givelet, Martenot, Bertrand et le Russe Théremin, prétendent tirer du haut-parleur ou, plus exactement, du radio-diffuseur des phrases musicales obtenues, en dehors de toute transmission extérieure, par le jeu direct de l'artiste.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 123, page 191.

l'onde électrique se traduisent par différentes hauteurs du son dans le haut-parleur.

Théremin et Martenot ont procédé un peu différemment en utilisant, dans leurs montages, l'onde de « battement » produite par l'interférence de deux circuits oscillants.

Telle est, en peu de mots, l'origine des nouveaux « instruments » hertziens.

Celui de Givelet, possédant un clavier, vise à imiter l'orgue. Et c'est, en effet, un orgue dont le corps sonore n'est plus un tuyau, mais une membrane. Et notre ingénieur sans-filiste imagine d'installer, dans les cintres d'une cathédrale, autant de haut-parleurs que l'on voudra. Chacun d'eux représentant, par son timbre propre, tout ce qui

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 134, page 108.

dans l'orgue classique, forme un « jeu ».

Dans les essais de Thérémin, la membrane vibrante est excitée suivant une technique rappelant celle du violon. L'artiste agit avec sa main qu'il promène simplement au voisinage d'une antenne pour en modifier la capacité. L'effet musical n'est malheureusement pas très heureux : il sort de là des *glissando* « ports de voix » et autres artifices du *bel canto* que tout bon musicien tient en horreur.

Par exemple, si une corde est parcourue par un courant électrique, il est évident que l'intervention d'un *champ magnétique oscillant*, au voisinage d'un certain point de cette corde, l'obligera à vibrer par induction.

En accordant soigneusement la fréquence du champ et celle de la corde, il est non moins évident que l'on peut *entretenir* la vibration sonore, *autant que l'on veut*. Le

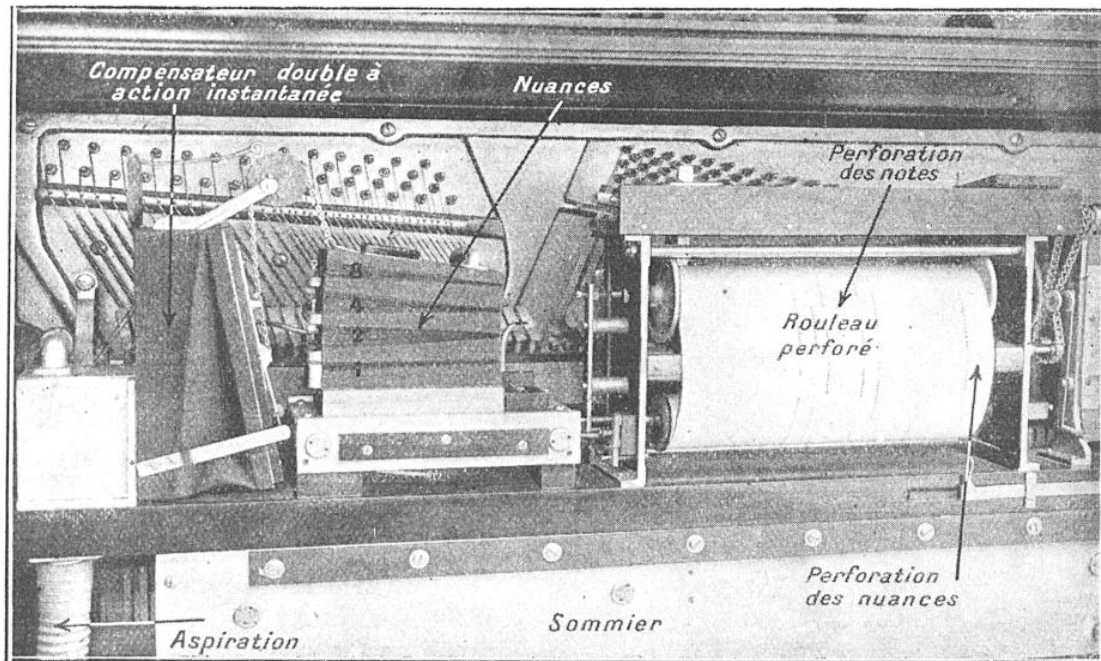


FIG. 5. — LA RÉALISATION DE L'APPAREIL DES NUANCES SCHÉMATISÉ PLUS HAUT (FIG. 2)

Les nuances dépendent de huit tuyaux réservés en marge de la flûte de Pan. Les quatre soufflets conjugués commandés par ces tuyaux sont empilés ici horizontalement. A gauche, le « soufflet compensateur » à double action instantanée (freinage de l'action de frappe, accélération de remise en place).

Quoi qu'il en soit, d'après ces anticipations, la musique « synthétique » serait appelée à éliminer tous les instruments actuellement en fonction.

Le piano électrique

Il convient de signaler, en passant, une application toute différente de l'électricité à la technique d'un instrument de premier plan qui, du coup, se trouverait renouvelé : le piano.

Certains physiciens, dont M. Marcel Tournier, le brillant professeur à l'Ecole de Physique de la Ville de Paris, ont pensé que l'*électro-aimant* devait pouvoir remplacer le *marteau* dans l'excitation des cordes métalliques du piano pour la production des sons.

piano fournit alors, tout comme l'orgue, un « son entretenu ».

Théoriquement, la tentative est pleine d'intérêt. A l'audition, l'impression est étrange. L'on est en présence d'un instrument très nouveau. Mais, à vrai dire, l'on se demande quelle serait la réaction de l'organiste Bach ou du pianiste Chopin, sur le clavier de cet instrument hybride — sans parler de difficultés particulières non encore surmontées telles que l'étouffement des sons après leur émission.

Ceci n'est pour décourager personne. Après tout, avant le piano, il y eut le clavecin. De même, ceci pourrait bien succéder à cela. L'avenir nous dira bien le sort qui sera réservé à ce nouvel instrument

De la flûte de Pan aux grandes orgues

Les tentatives plus ou moins heureuses de renouvellement de la technique instrumentale que nous venons de résumer, sont destinées à demeurer curiosités pures si nous en croyons une école toute nouvelle : celle de la musique mécanique, au sein de laquelle de purs musiciens tels que le maître Stravinski et le jeune professeur André Sarnette, appuient leurs théories sur les résultats obtenus par d'aussi éminents praticiens que M. Convers, directeur de la vieille maison d'orgues Cavaillé-Coll, ou que M. Seyboldt, le facteur alsacien bien connu.

Si tout renouvellement consiste à remonter aux sources, on ne peut nier que l'école de la musique mécanique ne réponde à cette condition. Elle ne joue que d'un seul instrument, le plus primitif : la flûte de Pan ! Mais l'assemblage rudimentaire des pipeaux antiques n'est plus, entre les mains des novateurs, qu'un intermédiaire, c'est-à-dire un instrument de *commande pneumatique*, infiniment souple, capable d'actionner, avec toute la musicalité désirable, pianos et grandes orgues, et même, plus tard, tout l'orchestre au grand complet.

Rappelons le principe de la musique mécanique, avant d'aborder ses difficultés proprement « musicales ».

La « flûte de Pan », la « syrinx » des anciens, n'est qu'un assemblage de tuyaux inégalement longs, ce qui donne la forme d'un triangle. La base du triangle porte, en ligne droite, toutes les ouvertures. Le joueur

promène son souffle le long de ces ouvertures, dont il tire une gamme. L'effet pneumatique se traduit ici par une mélodie, suite de notes distinctes.

Agrandissez ce schéma. Imaginez des tuyaux plus grands, plus nombreux, et vous aurez l'orgue de Barbarie. Seulement, ici, le poumon humain cède la place à un « aspirateur » actionné par la manivelle du bonhomme. Un carton perforé se déroule

devant la rangée des tuyaux, débouchant l'un et bouchant l'autre — d'où résulte cette mélodie légendaire, qui fut longtemps aux rues de Paris ce que la syrinx dut être à la campagne de Naples, au temps de Virgile.

Dans l'orgue de Barbarie, le carton perforé préside directement, comme un simple robinet, à l'admission de l'air dans les tubes sonores.

Si l'on veut mécaniser de grandes orgues, l'on ne peut songer à un procédé aussi rudimentaire. Cependant, on n'abandonnera pas le carton perforé. On réduira seulement ses dimensions. Sur un

parchemin souple et solide, les perforations se borneront à des trous larges d'un millimètre. Et la « flûte de Pan » que ce parchemin doit animer, n'est plus, en fin de compte, qu'une flûte silencieuse dont chaque tuyau, extrêmement mince, a pour mission, non de chanter lui-même, mais de déclencher, par son action mécanique, le chant du tuyau réel, ou celui de *jeux complets* de tuyaux.

Comme l'orgue est un instrument « inexpressif » — c'est-à-dire dans lequel les nuances de « frappe » de la touche n'ont

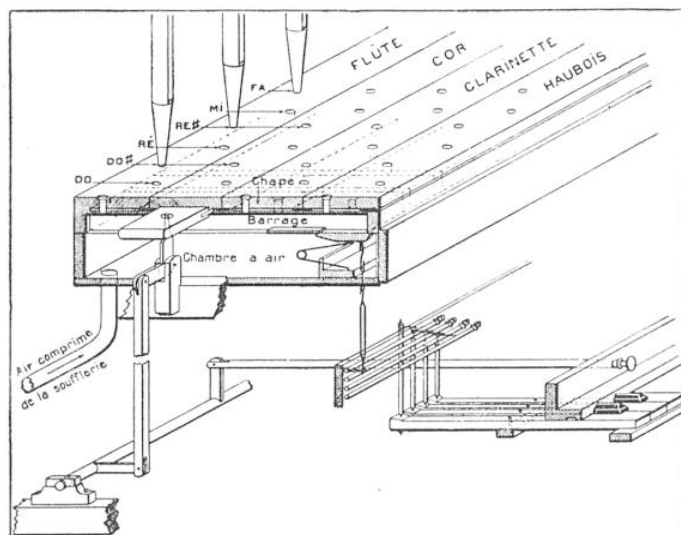


FIG. 6. — L'ANCIEN MÉCANISME DE L'ORGUE

C'est par un jeu de leviers entièrement rigides que le mouvement des touches du clavier (à droite) se transmet à la soupape de déclenchement de l'air comprimé. Quand cette soupape (à l'extrémité droite de la « chambre à air ») s'abaisse, l'air comprimé envahit le « barrage » sur lequel sont branchés les tuyaux sonores. Ceux-ci sont classés par « jeux » suivant leurs timbres (hautbois, cor, flûte...). L'air ne touche que ceux de ces jeux qui sont « ouverts ». Leur ouverture ou fermeture dépend d'un bouton situé au-dessus du clavier qui, par des leviers rigides, commande une tirette qui masque ou démasque l'ensemble des notes d'un même jeu.

aucun effet sur l'intensité sonore (1) — on voit immédiatement que ce mécanisme pneumatique *indirect* conserve aux plus grandes orgues tous leur moyens esthétiques.

Mais cette transposition du mécanisme de l'orgue de Barbarie aux grandes orgues d'église, théoriquement simple (infinitement plus simple que la mécanisation du piano), ne pouvait se réaliser avant que l'orgue moderne n'eût évolué jusqu'à adopter les *commandes électriques*.

L'orgue-orchestre réalisé par la télémechanique

Entrons, en effet, un peu profondément dans l'anatomie d'un grand orgue.

Le mot seul (*organum*) nous avertit que nous allons rencontrer une véritable machinerie. Le lecteur trouvera, page 7, le schéma du fonctionnement des grandes orgues du temps de Bach. Il verra que la commande des tuyaux sonores s'y effectue par l'intermédiaire de leviers et de renvois très ingénieux, mais purement *mécaniques*. Autrement dit, entre la touche du clavier et les soupapes qui livrent — sur sa commande — l'air comprimé au tuyau choisi, il n'existe que des intermé-

diaires *solides*. Ces orgues ignorent les commandes pneumatiques et, *a fortiori*, l'électricité. Que l'on imagine, dans ces conditions, le travail exigé de l'organiste. Parfois

(1) Ceci ne veut pas dire que l'orgue soit incapable de réaliser les nuances *forte-piano*, mais c'est par un jeu de volets qu'il y atteint. Ces volets, disposés en persiennes mobiles, étouffent plus ou moins le son (entre les tuyaux et l'auditeur) à la volonté de l'organiste, qui les commande par une pédale.

obligé de fournir, sur une touche rebelle, un effort équivalant à un coup de poing, il doit, en outre, étendre ses bras de tous côtés pour ouvrir, au moyen de boutons à tirette (prolongés, eux aussi, par des leviers rigides) les différents, « jeux » de tuyaux. Comme ses pieds, d'autre part, sont occupés avec la gamme des pédales et quelques autres services (variant avec chaque instrument), l'organiste de l'époque héroïque apparaît comme un athlète doublé d'un acrobate.

Maintenant, examinez de près le schéma d'orgues modernes à *commandes électriques*. L'exécutant n'a plus à se soucier, ici, de l'effort musculaire. En pressant la touche du clavier, il donne un contact électrique, lequel déclenche, par l'office d'électro-aimants, les soupapes correspondant à la note.

Veut-il mettre en action certains jeux? Il n'a qu'à faire basculer, d'un coup d'angle, un carré d'ivoire analogue à un jeton de domino, et c'est la série des tuyaux « trompette », « hautbois », « cor », etc... qui entre en scène.

Mieux que cela : un « combinateur » lui permet de préparer, à l'avance, les jeux qui lui seront nécessaires au cours de l'exécution. Le moment venu, l'organiste n'a qu'à presser un seul bouton pour mettre en

service, d'un seul coup, toute la combinaison choisie. L'accouplement des notes par octaves, les commandes des volets pour l'expression, bref toutes les manœuvres classiques de l'orgue sont du même ordre de facilité. Dans ces conditions, il devient aussi facile de jouer les plus grandes orgues du monde que le modeste harmonium.

Mais si l'exécutant trouve son compte à

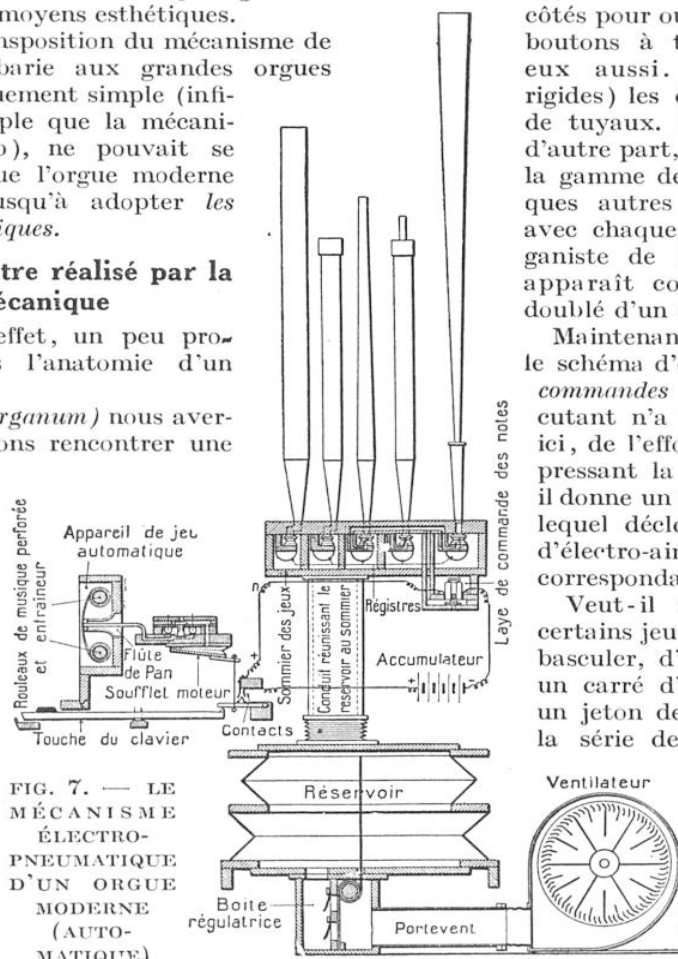


FIG. 7. — LE MÉCANISME ÉLECTRO-PNEUMATIQUE D'UN ORGUE MODERNE (AUTOMATIQUE)

La « flûte de Pan », par un mécanisme identique à celui précédemment décrit pour le piano, déclenche la fermeture d'un « soufflet moteur ». A cette fermeture correspond celle d'un circuit électrique. Celui-ci actionne un électro-aimant (situé à droite, dans la laye de commande des notes). L'électro attire à lui l'armature d'une soupape de laquelle dépend l'entrée de l'air comprimé dans la laye. La manœuvre de cette soupape n'exige qu'un travail infime. En bas, l'on aperçoit le mécanisme de la « soufflerie » avec son ventilateur électrique, son porte-vent, son soufflet-réservoir communiquant avec la laye par un large conduit.

la commande électrique, le facteur chargé d'établir l'instrument se trouve, de son côté, singulièrement à l'aise ! En principe, il n'a plus à tenir compte de la distance qui sépare le clavier des différents jeux de tuyaux. La commande électrique, souple, se faufile partout. Le facteur d'orgue établit donc ses jeux de tuyaux dans le local dont il dispose, avec la liberté d'esprit d'un chef d'orchestre répartissant

ses musiciens sur une scène. Et l'on sent, tout de suite, que la vieille dispute entre les partisans de « l'orgue-instrument » et

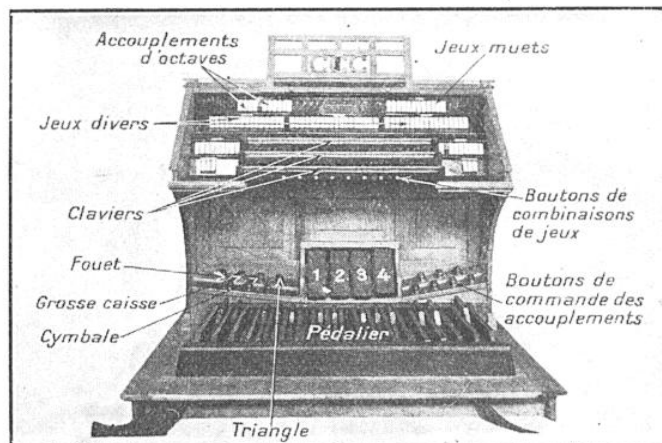


FIG. 8. - CONSOLE DES CLAVIERS D'UN ORGUE ÉLECTRIQUE

Par la simple lecture de la nomenclature des commandes, le lecteur peut juger de leur immense commodité. L'abaissement ou le relèvement d'une simple touche d'ivoire ouvre ou ferme un jeu entier. Les jeux se combinent à l'avance. Les notes des divers claviers s'accouplent par octaves. Les « jeux muets » permettent même de ne jouer que l'octave (ou la quinte) de la note réellement frappée, etc... Les pédales 1, 2, 3, 4, règlent les volets destinés à nuancer le son. Et tout ce mécanisme peut être automatisé sur papier perforé. (Voir figure suivante.)

M. Convers a introduit les « batteries » jus-

(1) Nous faisons allusion à l'orgue installé aux Portiques, aux Champs-Élysées.

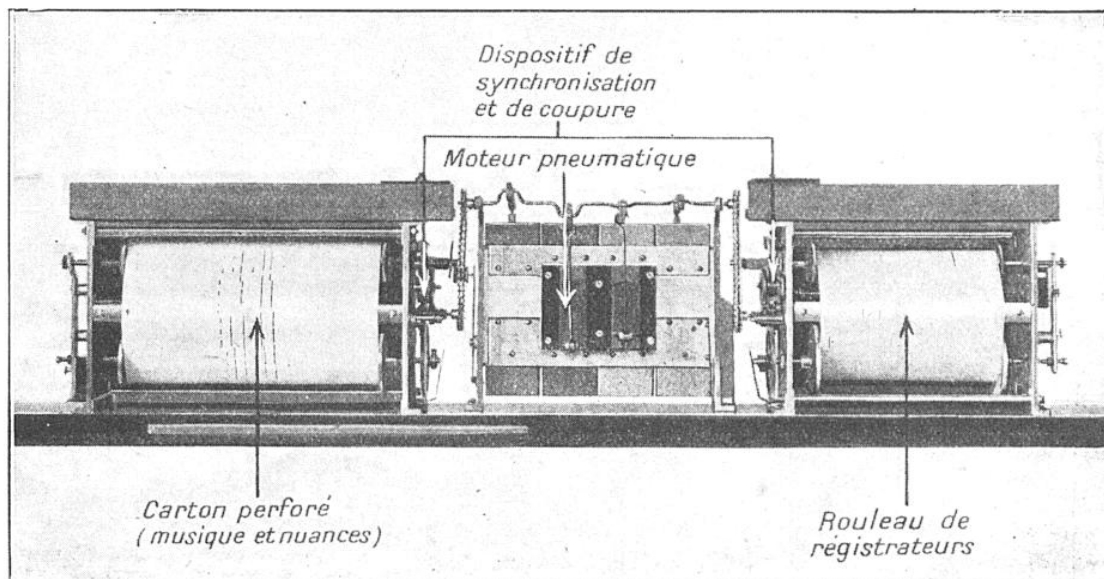


FIG. 9. — DÉTAIL DU MÉCANISME DE L'ORGUE AUTOMATIQUE

Ici, les rouleaux de papier perforé sont de deux sortes : l'un (à gauche) commande les notes et le rythme ; l'autre (à droite) commande la « régistration », c'est-à-dire l'ouverture ou la fermeture des jeux. Ce dernier rouleau ne fonctionne que par saccades, c'est-à-dire quand la manœuvre d'un jeu est exigée par le morceau. Naturellement, les mouvements des deux rouleaux sont synchronisés.

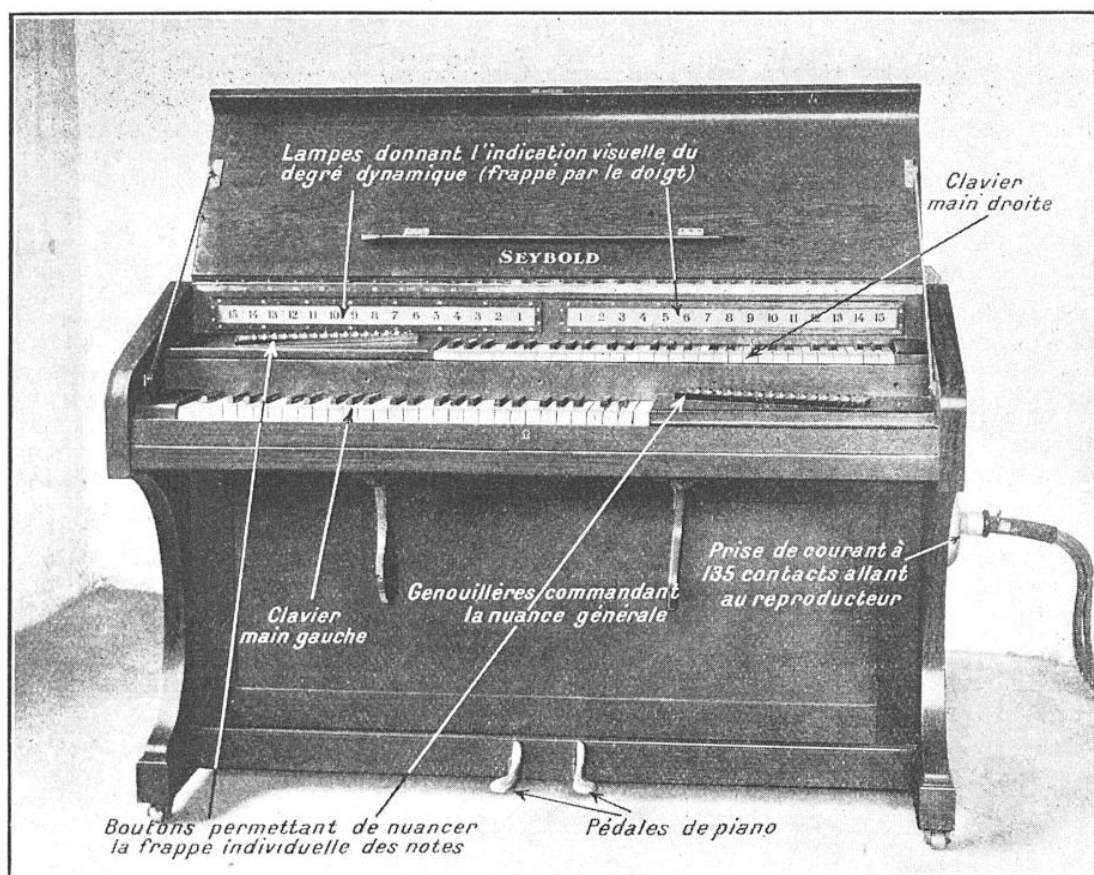


FIG. 10. — LE CLAVIER ANALYSEUR «SEYBOLD» PERMET DE PRÉPARER LES ROULEAUX PERFORÉS
 Le compositeur peut, grâce à cet appareil, tracer lui-même les perforations du papier et les nuancer pour chaque note en particulier, suivant des degrés que lui indiquent des lampes rangées au-dessus du clavier. Son jeu est inscrit automatiquement par un appareil enregistreur indépendant. Cet appareil, unique, est destiné à préparer les rouleaux du futur piano automatique du Conservatoire de Paris.

qu'ici réservées aux orchestres et aux jazz. Il n'est pas, en effet, plus difficile, dans les nouvelles orgues, de déclencher un vrai roulement de tambour que la soufflerie purement aérienne des tuyaux.

L'automatisme des grandes orgues

En présence de l'orgue moderne assoupli, «télémechanisé» et enrichi de perspectives musicales indéfinies, nous voyons tout de suite que l'instrument (devenu orchestre) dépasse absolument l'instrumentiste. Celui-ci (sauf en cas d'improvisation, exercice musical passionnant, sans doute, mais non essentiel) n'est même plus d'aucune utilité devant les claviers. On peut le remplacer sans inconvénient par un carton perforé et une « flûte de Pan » aux cent tuyaux minuscules, dont chacun agit comme un doigt tout-puissant.

Dans le schéma de la page 4, l'on décèle facilement la fonction de *commande pneumatique des soupapes*. Le rouleau perforé, sur lequel est écrite la musique, libère l'ouverture de tel ou tel tuyau déterminé de la « flûte de Pan ». L'air pénètre dans ce tuyau et s'en va annuler la *dépression* qui maintenait sur son siège certaine soupape. Cette soupape, en se soulevant, ouvre l'admission d'air comprimé (fourni par les souffleries). Et cet air met aussitôt en branle le tuyau sonore visé ou plusieurs tuyaux appartenant à différents jeux.

Aucune « nuance » n'est à envisager ici. Il suffit que la soupape soit ouverte ou fermée. Seule intervient la durée d'ouverture, de laquelle dépend, à son tour, la valeur métrique de la note. Cette durée est exactement dosée par la *longueur* de la perforation sur le rouleau qui se dévide uniformément,

Ici, une remarque : les valeurs des notes (quelques fractions de seconde) ne sont jamais commensurables avec la durée d'ouverture imposée à un jeu. Celui-ci est toujours appliqué à une part assez longue du morceau. Il serait donc maladroit d'imprimer sur le même rouleau les notes du clavier et les perforations correspondant à l'action des jeux. Cette opération (registrarion) donne lieu, dans les orgues mécaniques, à l'installation d'un rouleau auxiliaire spécial soumis à des *suspensions de mouvement* correspondant aux temps de service du jeu envisagé.

Le problème musical du piano mécanique

La commande automatique, très simple pour l'orgue, devient singulièrement difficile quand on veut l'appliquer au piano.

Au contraire de l'orgue, le piano est un instrument « expressif ». Il traduit, à l'émission du son, la *plus ou moins grande intensité de frappe* donnée par le pianiste à chaque touche du clavier. Il ne suffit donc plus, ici, que la touche soit levée ou abaissée ; il faut encore que la commande automatique de cette touche soit à même de rendre les nuances de frappe. Et cela, pour chacune des quatre-vingt-huit notes du clavier, prise individuellement.

Tant que le problème ainsi posé ne sera pas résolu, le piano automatique ne sera pas à l'abri des critiques du vrai musicien. Aussi bien fait-il l'objet actuel des études de plusieurs facteurs d'instruments, et des plus émérites.

Pour une note isolée, la solution est trouvée depuis longtemps. Nous indiquons l'une de ces solutions dans le schéma de la page 4. En marge des tuyaux qui commandent les touches, dans la flûte de Pan, ajoutons, par exemple, quatre tuyaux supplémentaires que nous réserverons à l'expression des nuances de frappe.

Supposons qu'un seul de ces quatre tuyaux (le n° 1, par exemple) soit ouvert par une perforation adéquate du papier. L'air, pénétrant dans ce tuyau, va déclencher un soufflet spécial qui (par un jeu de « guillotine »)

obture plus ou moins la canalisation générale d'aspiration, de laquelle dépend le déclenchement des notes. La note qui est jouée à cet instant précis, sera frappée avec *plus ou moins d'intensité* suivant que la canalisation en question sera *plus ou moins obturée*.

Mais un mécanisme aussi sommaire ne comporterait que deux nuances : *forte* (guillotine levée ; le soufflet ne joue pas), *piano* (guillotine baissée par le soufflet).

Les choses changent si nous nous servons non plus d'un seul des tuyaux de nuances de la flûte de Pan, mais des quatre ensemble.

A chacun des quatre tuyaux correspond un soufflet de puissance croissante. Le soufflet n° 2 sera deux fois plus puissant

que le n° 1, le n° 3 de puissance quadruple, le n° 4 de puissance octuple.

En déclenchant soit l'action de chaque soufflet pris isolément, soit l'action simultanée de deux ou de trois soufflets différents ou, enfin, des quatre à la fois, l'on obtient *seize nuances différentes*, correspondant aux seize arrangements possibles.

En faisant intervenir le jeu ordinaire des « pédales » (*forte* et *piano*), ce nombre peut être encore doublé, ce qui donne trente-deux nuances *piano* et trente-deux nuances *forte*. Ainsi, théoriquement, le piano automatique, s'il n'était destiné qu'à jouer des mélodies (sans accords de notes simultanées), disposerait de soixante-quatre nuances pour chaque note jouée.

Aucun pianiste ne saurait prétendre à une telle virtuosité d'expression. Et, comme la virtuosité du mécanisme brut est acquise d'avance au piano automatique, on ne voit pas ce que les musiciens pourraient reprocher à cet instrument tant décrié.

Les critiques demeurent cependant valables, parce qu'en réalité un morceau de vraie musique comporte des notes simultanées (accords) qu'un bon exécutant doit nuancer différemment, en faisant ressortir celle qui doit « chanter » pour peu que la phrase musicale soit « contre-pointée ».

La question est là, stationnaire, depuis de nombreuses années,

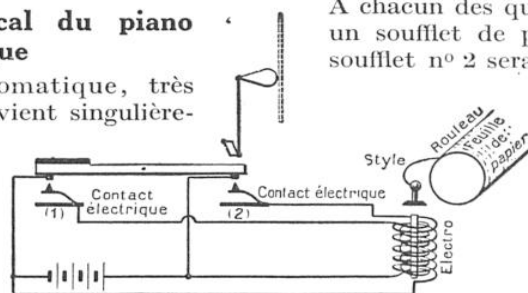


FIG. 11. — SCHÉMA DU MÉCANISME D'ENREGISTREMENT DES NUANCES

L'intensité de frappe donnée par le compositeur (sur le clavier analyseur) se traduit par un courant électrique plus ou moins prolongé (puisque à une frappe plus intense correspond un abaissement plus long de la touche qui donne le contact). A la durée du courant correspond (par l'action d'un électro) la durée de l'appui du style inscripteur sur le papier à perforer (dans la marge réservée aux nuances).

Le piano automatique du Conservatoire de Paris est le plus perfectionné

La plupart des instruments en circulation se contentent de laisser le jeu des nuances à la merci d'un exécutant qui doit *surveiller le déroulement du morceau*, en actionnant des « manettes » qui correspondent au *forte* et au *piano* et dont l'effet porte sur *tout l'ensemble* du clavier ou tout au moins (comme nous avons dit) sur *ses deux moitiés prises isolément*. Nous sommes loin de compte, puisque ce qu'il faut nuancer, c'est l'une quelconque des quatre-vingt-huit notes indépendantes de toutes les autres.

Le perfectionnement (que nous venons de décrire) — de confier l'exécution des nuances à la flûte de Pan — n'est même pas encore dans l'usage courant. De plus, il est insuffisant, avons-nous dit, bien qu'il élimine définitivement l'exécutant.

Mais voici qu'une maison bien connue pour son esprit de recherche vient de réaliser, à Strasbourg, un instrument *unique*, dans lequel le nuancement *de chaque note, en particulier*, se trouve réalisé. Ce piano n'est pas destiné au commerce, mais à notre Conservatoire national, pour la classe de composition, où nous allons voir son immense utilité.

Dans cet instrument, la complexité des commandes n'est pas petite. Le mécanisme de nuancement (à quatre soufflets) est répété quinze fois sur l'ensemble du clavier et donne lieu à des surcombinaisons dont l'ensemble couvre, finalement, les quatre-vingt-huit notes.

Au demeurant, le détail de la construction, non encore breveté au moment où j'écris, est tenu secret.

Une rénovation complète de la technique musicale

Un tel instrument ne saurait entrer tout de suite chez les particuliers, non seulement à cause de son prix, mais encore parce qu'il n'aura pas de sitôt une « bibliothèque ». Qui se chargerait d'éditer sur rouleaux perforés toutes les œuvres qu'il est capable d'interpréter?

C'est pourquoi, pour ses débuts, le nouvel instrument sera livré aux étudiants compositeurs. Il leur permettra d'écrire leurs œuvres sur papier perforé avec la faculté de nuancer exactement chaque note suivant une gradation d'intensité allant de 1 à 45 (précision inaccessible au plus émérite des virtuoses). Le rouleau en chantier pourra être corrigé sans cesse, retouché note à note ;

bref, construit de la même manière dont un peintre s'applique à trouver la nuance exacte sur sa toile.

Pour rendre possible un travail aussi minutieux, les constructeurs ont dû établir un instrument auxiliaire, le *piano analyseur*, grâce auquel l'auteur jouant son œuvre peut se rendre compte *métriquement* des valeurs relatives qu'il donne à chaque note, suivant l'échelle déjà indiquée de 1 à 45. Grâce au piano analyseur, l'œuvre musicale prend sur le papier perforé la forme rigoureuse, inchangeable, qu'a choisie l'artiste (1).

Ainsi, l'artiste créateur renonce, s'il lui plaît, aux services souvent fantaisistes de l'exécutant. Celui-ci fût-il de premier ordre, trahit toujours plus ou moins son auteur. Jamais ni Wagner, ni Berlioz, ni aucun grand musicien ne s'est déclaré satisfait de l'interprétation de ses œuvres par autrui.

Le piano automatique perfectionné est donc un instrument de libération pour les génies à venir.

D'autant plus qu'il permet d'entrevoir l'automatisation de tout l'orchestre.

Le futur orchestre sera-t-il entièrement automatique ?

L'orchestre peut-il être, lui aussi, automatisé, dans sa totalité?

A cette question, une enquête auprès de divers facteurs d'instruments, tels que M. Sax, le fils du génial rénovateur des instruments à vent, nous permet de répondre affirmativement.

« Mais, tout d'abord, il faut écarter un malentendu, nous dit M. André Sarnette, le jeune apôtre de la musique automatique. Il convient de réviser, au préalable, la structure de l'orchestre actuel.

« Dans cet orchestre, le quatuor à cordes (violin, alto, violoncelle, contrebasse) tient une place prépondérante que rien ne justifie. L'assemblage de cinquante violons jouant ensemble, à l'unisson, sous prétexte de fournir un grand volume de son, est une absurdité. Comment espérer une unité de rythme vraiment rigoureuse, de cinquante exécutants? Si on pouvait décomposer la partie des violons « au ralenti » par analogie avec le ralenti cinématographique — l'on se trouverait en présence d'une absence totale de rythme, chaque exécutant tirant à hue ou à dia. »

(1) L'écriture *directe* de la musique perforée s'effectue de la main de l'auteur lui-même, au moyen d'une règle imitant, en réduction, le clavier du piano. Les perforations indiquées au crayon par le compositeur sont exécutées ensuite par un praticien.

« Si l'on pouvait mécaniser les violons, la difficulté serait résolue », est-on tenté de répondre.

Le violon automatique a été réalisé par deux ingénieurs français, MM. Boreau et Aubry, dans le « violonista ». Le jeu s'effectue, ici encore, par les mêmes intermédiaires : la flûte de Pan et le papier perforé.

La vérité, suivant la jeune école, c'est que le violon n'a plus de raison d'être à l'orchestre. Sa fonction entre les mains d'un virtuose, qui est celle du soliste, lui défend d'assumer le rôle grégorien que lui assignait, jusqu'ici, l'orchestre classique. En réalité, un orchestre rationnel devrait se composer uniquement d'instruments à vent.

L'immense variété de timbres dont sont capables ces instruments, les Sax l'ont révélé pour les cuivres... Alors, pourquoi n'utilise-t-on pas, en masse, les cors, les trombones, les bugles, les saxophones, les bass-tuba ? Ce sont là des instruments *expressifs* (nous connaissons maintenant le sens de ce mot) à la différence des jeux d'orgues *inexpressifs*. Tant et si bien qu'à côté de l'orgue-orchestre, prôné ci-dessus, l'on peut entrevoir un *orchestre automatisé* (analogue à l'orgue), utilisant par jeux entiers des instruments à vents que l'on considère, aujourd'hui encore, comme destinés seulement au souffle humain. Cette nouvelle conception ne saurait, évidemment, se contenter du mécanisme automatique des orgues. Il faudrait — comme on a fait pour le piano — perfectionner ce mécanisme, jusqu'à lui faire donner des « nuances » expressives, *divers degrés d'intensité*.

Ce problème n'est pas insoluble (M. Sax a réalisé des nuances très délicates par la simple orientation du pavillon), mais il se complique d'un mécanisme d'émission du son encore à inventer pour les instruments à embouchure, dans lesquels les lèvres du musicien interviennent de façon péremptoire.

En tout cas, constatons (d'après la photographie ci-dessus), que les derniers instruments construits par la maison Sax, dépassent la puissance des poumons ordinaires,

tout comme la dépasserait un tuyau d'orgue de 16 pieds (auquel correspond la contrebasse représentée) si l'orgue se jouait avec les poumons. Dans l'orchestre automatisé, de tels instruments, animés par une colossale soufflerie, pourraient jouer de magnifiques partitions et remplaceraient avantageusement les contrebasses à cordes, dont les moindres traits, tant soit peu rapides, sont nettement « ridicules », nous disent les apôtres de l'automatisme. Le bras humain n'est pas fait pour jouer là-dessus.

Un pis-aller serait qu'on automatisât ces contrebasses à cordes par le violonista, qui leur conviendrait sans doute beaucoup mieux qu'aux violons.

Le point où nous a conduit notre confrontation rapide de la technique scientifique et des aspirations de la musique moderne offre, de lui-même, sa conclusion.

La musique ne demande, pas plus aujourd'hui qu'autrefois, à la science pure des « moyens sonores » inédits. La membrane du haut-parleur de T. S. F. ne saurait remplacer le volume sonore des instruments à vent, desquels la musique est sortie et vers lesquels elle retourne irrésistiblement, ne serait-ce que par l'évolution profane de l'orgue.

Ce n'est pas lorsqu'on parle d'éliminer les « cordes » de l'orchestre qu'on peut

songer à y introduire la « membrane vibrante » jusqu'ici reléguée aux fonctions de grosse caisse et de timbales. C'est là sa place. Adieu, par conséquent, la musique « synthétique » ! Le haut-parleur, comme le phonographe devront se contenter d'un rôle de « reproducteurs », lequel, d'ailleurs, n'est pas sans grandeur.

Ceci admis, l'on voit que c'est la « télé-mécanique » (électro-pneumatique) qui constitue surtout l'élément scientifique révolutionnaire dans la technique musicale contemporaine.

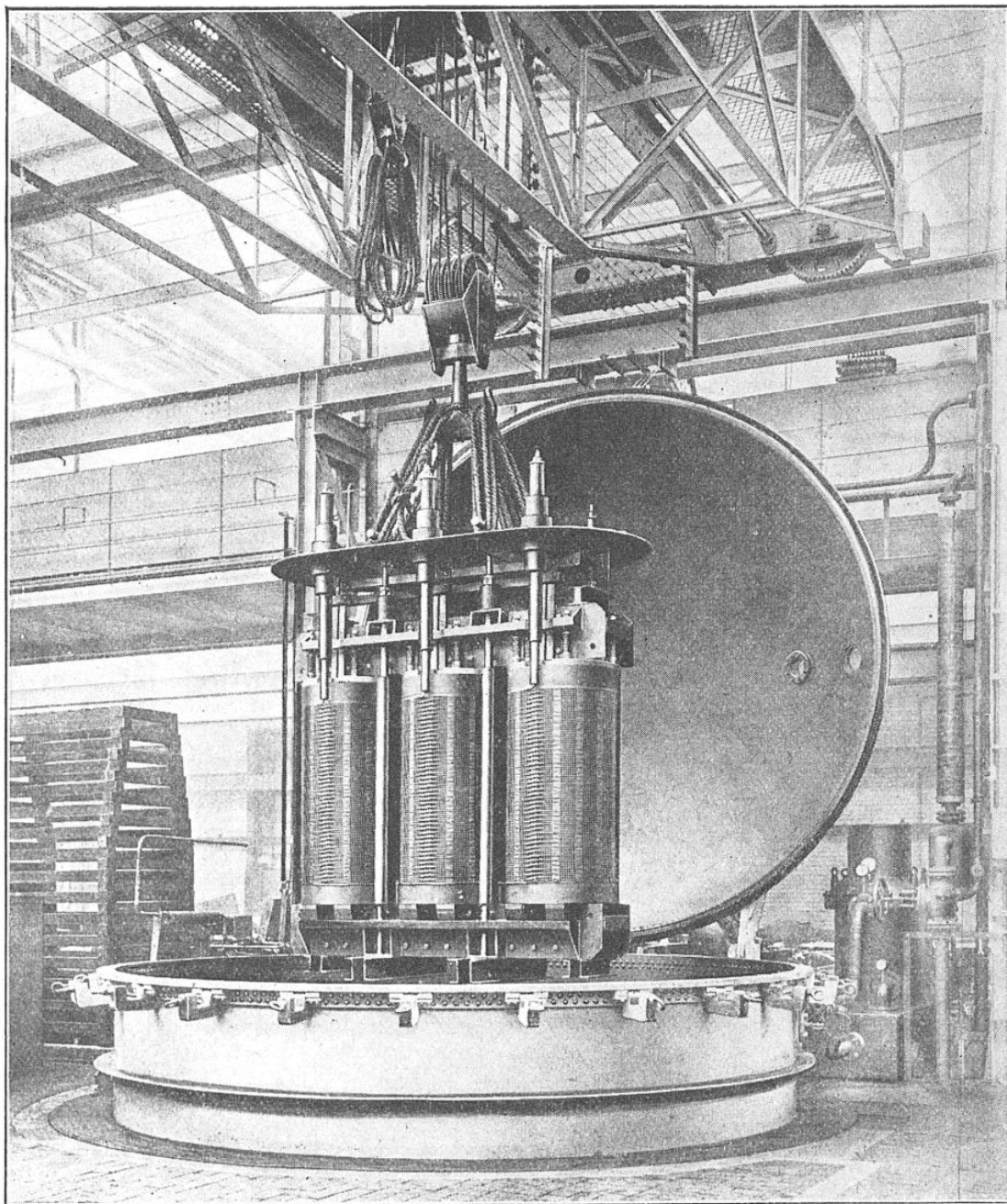
Grâce à elle, les compositeurs sont délivrés de la nécessité du virtuose pour l'interprétation correcte de leurs conceptions et l'exécution orchestrale échappe aux cahots inévitables avec des « masses » d'exécutants

JEAN LABADIÉ.



FIG. 12. — LE DERNIER INSTRUMENT A VENT CRÉÉ PAR « SAX » EST LE BASS-TUBA. Il dépasse la puissance ordinaire des poumons humains. Seul, un orchestre mécanique pourrait en tirer utilement parti.

COMMENT ON « CUIT » UN TRANSFORMATEUR ÉLECTRIQUE



Pour obtenir un isolement parfait des enroulements d'un transformateur, il est indispensable de faire disparaître toute trace d'humidité de l'huile dans laquelle il est plongé et des isolants employés. Pour cela, dans les ateliers Œrlikon, on chauffe le transformateur dans une cuve où le vide peut être poussé à un très haut degré. Cette cuve a un diamètre de 5 mètres et une hauteur de 6 m 80. Elle est chauffée par un serpentin à vapeur. On voit ici un transformateur au moment où il va être plongé dans la cuve, logée dans une fosse. La chaleur et le vide, combinés, assurent aux enroulements une dessiccation complète et une résistance parfaite aux hautes tensions.

DANS LA SCIENCE MODERNE, LA FRÉQUENCE EST UNE GRANDEUR AUSSI IMPORTANTE QUE L'ÉNERGIE

Par Marcel BOLL

PROFESSEUR AGRÉGÉ DE L'UNIVERSITÉ, DOCTEUR ÈS SCIENCES

Parmi les notions fondamentales qui permettent de se faire une idée d'ensemble sur les sciences physiques, on a l'habitude de citer l'énergie et de ne citer que l'énergie ; certes, cette grandeur est importante, et nous lui avons consacré une étude détaillée (1). Mais il ne faudrait pas, pour cela, négliger une grandeur tout aussi importante et plus méconnue, car son rôle n'a été décelé que récemment : c'est la fréquence. Les sans-filistes, petits et grands, parlent à qui mieux mieux de « haute fréquence », sans savoir exactement ce que c'est ; même on étonnerait bien des esprits cultivés en leur montrant que la fréquence intervient en mécanique et en élasticité, en acoustique et en chaleur, ainsi que dans tous les phénomènes électromagnétiques, depuis les courants alternatifs usuels jusqu'aux rayons X, en passant par la T. S. F., l'infrarouge, la lumière et l'ultraviolet. On a publié bien des erreurs sur l'analogie entre les ondes sonores et les ondes hertziennes : seule, la notion de fréquence montre dans quelle mesure ces ondes se laissent comparer.

IL n'est peut-être pas d'étude qui exige moins de préparation préliminaire que celle qui concerne la fréquence : d'une part, il faut savoir ce que c'est qu'une division, plus particulièrement savoir *diviser l'unité* par un nombre quelconque, qui peut être plus grand ou plus petit que un ; d'autre part, il faut avoir eu la curiosité de regarder tourner l'aiguille des secondes d'une montre et, aussi, d'avoir pris entre les doigts les deux branches d'une pincette, puis de les avoir lâchées, en observant le mouvement vibratoire qui en résulte.

Les rotations

Le mouvement de rotation a conquis les faveurs de l'industrie, car, sans lui, on ne pourrait réaliser de grandes vitesses uniformes sans sortir de l'atelier ou de l'usine. La vitesse de rotation s'exprime en tours par seconde ; pour préparer à ce qui va suivre, nous dirons que la vitesse de rotation est la *fréquence* du mouvement (périodique) et nous rempla-

çons l'expression : « tours par seconde » par le mot *cycle* (1). Dans la dernière colonne du tableau complet des fréquences (p. 16),

nous avons inscrit un certain nombre de fréquences de rotation : les plus rapides sont de l'ordre de 330 cycles (2) ou, comme on dit encore, d'un tiers de *kilocycle*. Les turbo-alternateurs industriels tournent à raison de 75 cycles ; les roues des wagons d'un train rapide et les moteurs d'autos, à raison d'une vingtaine de cycles ; les alternateurs volants correspondent à un cycle. Nous trouvons ensuite des fractions de cycle : 17 millièmes de cycle pour l'aiguille des secondes d'une montre, 280 millionnièmes de cycle pour l'aiguille des minutes, 12 millionnièmes de cycle pour la rotation de la Terre sur elle-même (rotation qui s'effectue en un jour, soit en 86.400 secondes), et, enfin,



LOUIS DE BROGLIE

Physicien français contemporain, l'un des initiateurs de la mécanique ondulatoire.

(1) On emploie aussi le « tour par minute », qui vaut $\frac{1}{60}$ de tour par seconde, soit $\frac{1}{60}$ de cycle = 0 cycle 0167.

(2) 330 tours par seconde, soit 20.000 tours par minute.

(1) Voir l'article de *La Science et la Vie*, n° 126, intitulé : « Puissance, énergie, action ».

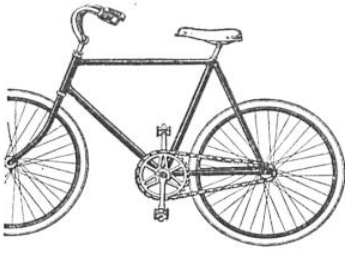


FIG. 2. — UN CHANGEUR DE FRÉQUENCE : LA MULTIPLICATION D'UN VÉLO

L'ensemble de la chaîne et des deux pignons est un changeur de fréquence : si le grand pignon porte trente-deux dents et si le petit n'en comporte que huit, la fréquence de la roue arrière est quatre fois celle du pédalier.

mons ou l'appareil digestif. Et, cependant, quand on y réfléchit, il y a autant de différence entre ces trois appareils qu'entre... un bœuf et une machine à coudre (pour reprendre l'expression familière).

Les oscillations ou vibrations

Nous pourrions étudier directement le mouvement vibratoire ; mais il est du plus haut intérêt de montrer comment il dérive tout naturellement du mouvement de rotation.

Notre matériel expérimental sera des plus rudimentaires et des moins coûteux : une pièce où l'on peut faire une obscurité relative, une personne de bonne volonté et quelques allumettes. Les figures 3 et 4 indiquent, d'ailleurs, clairement de quoi il s'agit : l'allumette, qui a brûlé quelques instants, est éteinte, et on s'arrange pour qu'elle présente encore quelques points rouges ; si l'opérateur lui fait décrire une circonférence verticale de centre O (fig. 3), en observant l'expérience de profil, le bout de l'allumette paraît décrire une ligne droite verticale AB (fig. 4). Le mouvement suivant AB est dit *oscillatoire* (ou *vibratoire*) : il n'est autre chose qu'un mouvement de rotation qu'on regarde par la tranche. De même que la fréquence de la rotation est le nombre de tours décrits en une seconde, de même la fréquence de l'oscillation (de la vibration) est le nombre d'allers et retours $AMBM A$ effectués par seconde ; si la fréquence de rotation (autour de O) est un cycle, la fréquence de vibration (le long de $AMBM A$) sera, bien évidemment, elle aussi, d'un cycle.

Si, maintenant, l'opérateur se met à marcher droit devant lui, tout en faisant décrire

de suite qu'en nous occupant du développement des vélos, nous nous préparons à comprendre ces autres changeurs de fréquence que sont les superhétérodynes des postes de réception radiophoniques et les écrans radioscopiques qui servent à explorer directement les pou-

mon à l'allumette le cercle O (fig. 3), les assistants, situés à sa droite ou à sa gauche, ne verront plus une droite AB (fig. 4), mais une courbe sinusoïdale (appelée sinusoïde) que nous retrouverons plus loin (fig. 6).

Naturellement, l'opérateur peut communiquer à l'allumette une fréquence variable entre de larges limites, depuis une fraction de cycle jusqu'à 3 ou 4 cycles (3 ou 4 tours par seconde) : on dit que l'ensemble main-allumette *n'a pas de fréquence propre*. Au contraire, si nous faisons osciller un fil à plomb (en physique, on dit « un pendule ») ; nous remarquons que, pour une longueur déterminée, la fréquence de la vibration ne dépend pas de l'écart initial : un pendule — tout comme une antenne réceptrice — possède une fréquence propre. Cette fréquence augmente, d'ailleurs, lorsqu'on raccourcit le pendule ; la figure 5 représente les fréquences propres d'un fil à plomb pour des longueurs comprises entre 10 centimètres et 1 mètre. Un pendule, « qui bat la seconde », dont la fréquence est donc un demi-cycle, n'a pas tout à fait 1 mètre de long (horloges normandes).

Autres exemples de fréquences propres : toutes les espèces de vibreurs élastiques, tels que ressorts spiraux des montres, ressorts des sonneries trembleuses électriques, diapasons, etc. La figure 6 représente l'enre-

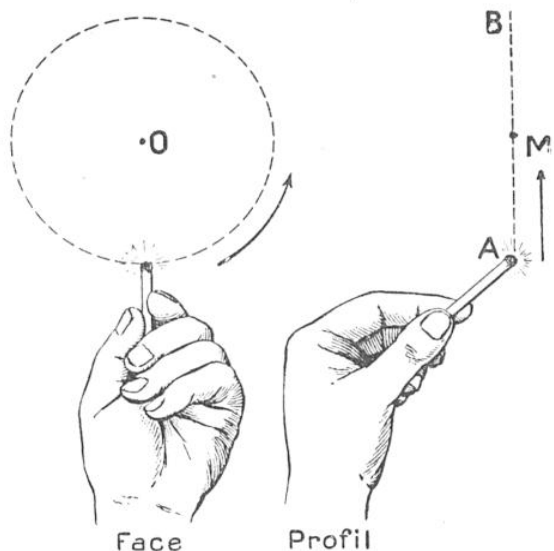


FIG. 3 ET 4. — RELATION ENTRE LES ROTATIONS ET LES VIBRATIONS

Lorsque l'allumette, présentant quelques points rouges, décrit une circonférence de centre O (fig. 3), quand on la regarde de face, elle effectue une vibration $AMBM A$ (fig. 4) pour l'observateur qui la voit de profil.

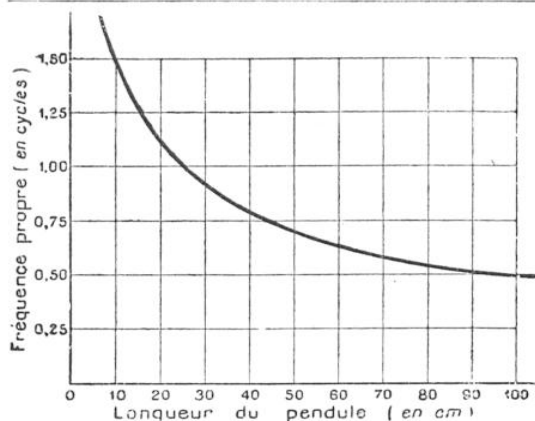


FIG. 5. — COMMENT VARIE LA FRÉQUENCE PROPRE D'UN FIL A PLOMB AVEC SA LONGUEUR

gissement, à côté d'un pendule « battant la seconde », des oscillations d'un diapason de 100 cycles (100 vibrations par seconde, 2^e sol dièse du piano à partir de la gauche) ; le la normal (5^e la du piano) correspond à 0 kilocycle 435 ; il figure sur le tableau de la page 16. Nous avons indiqué, sur le même tableau, certains phénomènes physiologiques qui ont une fréquence propre, variant peu dans les conditions normales : les pulsations du cœur, dont la fréquence est de l'ordre du cycle (1) ; la respiration a une fréquence voisine d'un quart de cycle.

Ainsi donc, rotations et oscillations sont les deux principales sortes de *phénomènes périodiques* ; il se passe, d'ailleurs, quelque chose de tout à fait nouveau, quand les vibrations se produisent dans un milieu qui est capable de les transmettre : on a alors affaire à la propagation d'une onde élastique (2).

Propagation des ondes élastiques

Les phénomènes que nous venons de passer en revue — rotations et oscillations — sont *simplement périodiques* ; ils ne sont périodiques que dans le temps. Il apparaît une périodicité dans l'espace toutes les fois que la « source de vibrations » se trouve dans un milieu matériel : tous les corps, les solides comme les liquides et les gaz, sont aptes à propager les oscillations élastiques (le vide, au contraire, ne les transmet pas) ; il part donc des *ondes élastiques*, doublement périodiques (à la fois dans l'espace et dans le temps), caractérisées par un transport de

(1) La marche aussi (deux pas par seconde) ; lorsqu'un seul pied repose sur le sol, l'autre jambe fonctionne comme un pendule.

(2) Ou d'une onde électromagnétique, si ce qui oscille est un électron.

mouvement sans transport de matière. Telles sont les ondes bien connues qui se forment à la surface d'une eau tranquille, lorsqu'on y jette une pierre : un bouchon se met à osciller sur place sans être nullement entraîné.

Les ondes, issues d'un émetteur quelconque, transportent de l'énergie qui peut être reçue sur un récepteur approprié : la puissance qui parvient au récepteur (1) augmente en même temps que la fréquence de l'émetteur (2), mais elle décroît très vite lorsque la distance mutuelle des deux appareils augmente. Ce dernier fait est corroboré par l'emploi quotidien de l'émetteur et du récepteur les plus familiers : le larynx et l'oreille ; tout le monde a remarqué que la voix *ne porte pas* lorsque les deux interlocuteurs sont trop éloignés.

Au point de vue physique, un son *n'est pas autre chose* qu'une vibration élastique qui se propage (le plus souvent dans l'air) ; l'acoustique n'est ainsi qu'un chapitre de la mécanique. Mais, parmi toutes ces vibrations, l'oreille humaine est sourde à celles dont les fréquences sont ou trop faibles ou trop aiguës ; le son le plus grave (tableau p. 16) a une fréquence de 16 cycles (ronflement) ; le son le plus aigu correspond à 40 kilocycles (sifflement) (3). Les pianos utilisent sept octaves, entre 27 cycles (à gauche) et 3 kilocycles et demi (à droite) ; les voix d'hommes s'étagent entre 160 cycles et 1 kilocycle 1 ; les voix de femmes, entre 330 cycles et 2 kilocycles 6.

Les instruments de musique emploient, en principe, des cordes vibrantes et des tuyaux sonores, fondés tous deux sur les *ondes sta-*

(1) C'est-à-dire l'énergie qui lui arrive pendant l'unité de temps.

(2) D'où l'intérêt des hautes fréquences élastiques (ultrasons).

(3) Notre oreille est un organe extrêmement sensible : si le minimum d'énergie audible était absorbé par un gramme d'eau et que nous voulions élever d'un degré la température de cette eau avec cette énergie, il faudrait que le son se prolongeât pendant deux cent mille siècles. Et notre oreille est encore cinquante fois moins sensible que notre œil...

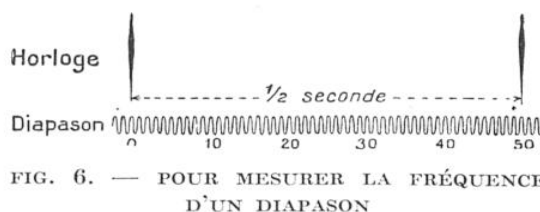


FIG. 6. — POUR MESURER LA FRÉQUENCE D'UN DIAPASON

On enregistre ses vibrations et le pendule d'une horloge marque un trait toutes les fois qu'il passe par la verticale. Ici la fréquence mesurée est cent cycles (deuxième sol dièse du piano).

tionnaires. On nomme ainsi les fuseaux, si faciles à produire avec une ficelle (fig. 7 et 8) et qui résultent de l'interaction des ondes réfléchies aux deux bouts. La fréquence propre d'une corde vibrante augmente avec la traction qu'on exerce sur elle, comme le savent les accordeurs de pianos ; cette fréquence propre augmente également lorsque la masse totale et la longueur diminuent : les notes aiguës d'un piano sont produites par des cordes fines et courtes. La fréquence propre d'un tuyau d'orgue augmente lorsque la longueur diminue : un tuyau fermé de 5 m 30 produit un son grave de 32 cycles 5 ; les sifflets, longs de quelques millimètres, engendrent des fréquences de plusieurs kilocycles.

Les battements

Il nous faut mentionner ici le principe d'un *changeur de fréquence*, qui a reçu des applications fort intéressantes dans le domaine des fréquences électromagnétiques (hétérodyne, superhétérodyne) et dans la théorie de la production de la lumière par les atomes : je veux parler des *battements*.

Pour réaliser des battements, il suffit de disposer de deux oscillations de fréquences peu différentes. Pour fixer les idées, nous frapperons, en

milieu de la figure), les deux vibrations sont en concordance (ou, comme on dit, en phase), elles s'ajoutent, il y a renforcement ; à d'autres instants (aux deux bouts de la figure), les deux vibrations sont en opposition, elles se retranchent, il y a affaiblissement. La figure montre facilement que la courbe résultante (en traits gras) a une fréquence de 3 cycles.

Ce fait est général : toutes les fois qu'on arrive à combiner les effets de deux oscillations, la fréquence résultante est égale à la différence des fréquences composantes. Par les battements, on réalise donc toujours une diminution de fréquence (1).

Hautes fréquences élastiques

Lorsque la fréquence des vibrations d'un corps matériel dépasse 40 kilocycles, l'oreille ne perçoit plus de son ; mais on sait maintenant réaliser de plus hautes fréquences, auxquelles on a donné le nom d'*ultrasons* et qui ont été principalement étudiées par Paul Langevin : on emploie, pour cela, l'électrisation par pression ou *piézoélectricité*, découverte par Pierre et Jacques Curie (en 1881). Lorsqu'on électrise une lame de quartz convenablement taillée au moyen de courants alternatifs de haute fréquence, le quartz se met à vibrer élastiquement, d'une façon synchrone : c'est là un cas fort intéressant de transformation (réversible) des fréquences électromagnétiques en fréquences élastiques. Le quartz devient ainsi une source d'oscillations (entretenu), de fréquence égale à 50 kilocycles et plus, qui se propagent dans l'eau avec une vitesse de 1.500

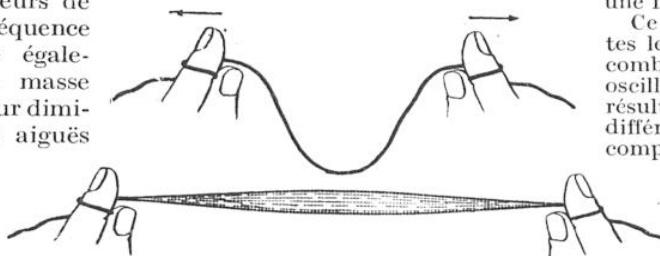


FIG. 7 ET 8. — UN MOYEN PEU COUTEUX DE PRODUIRE DES ONDES STATIONNAIRES

On enroule entre les deux index les deux bouts d'une ficelle de 60 centimètres (fig. 7) et on tire suivant les flèches : on observe alors le fuseau de la figure 8, qui s'amortit rapidement. La fréquence, qui dépend de la traction exercée, est de quelques dizaines de cycles.

----- Son résultant ou son de battement (1/3 de seconde) -----

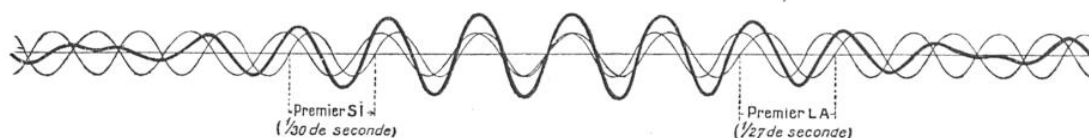


FIG. 9. — UN CHANGEUR DE FRÉQUENCE : LES BATTEMENTS

Lorsqu'on frappe simultanément sur le premier la et sur le premier si d'un piano (sinusoïdes en traits fins), on obtient une sorte de roulement (à raison de trois renforcements par seconde), qu'on appelle battements. Le montage superhétérodyne repose sur les battements entre oscillations électromagnétiques.

même temps (avec l'index et le médium de la main droite) sur le premier la et sur le premier si d'un piano. Nous percevons alors, en plus des sons des deux notes, des renforcements et des affaiblissements à raison de trois par seconde ; le roulement ainsi produit rappelle le bruit émis par une personne qui se gargarise (ra, ra, ra, ra...). La raison en est facile à comprendre, si l'on examine notre figure 9 : on y a dessiné, en traits fins, les deux sinusoïdes du la (27 cycles) et du si (30 cycles) ; à certains instants (au

mètres par seconde ; ces ondes peuvent transmettre une puissance dépassant un kilowatt ; elles tuent les poissons et causent une violente douleur si l'on plonge la main dans l'eau qui vibre sous leur influence. Les ultrasons servent à explorer le fond de la mer et les obstacles

(1) Les augmentations de fréquence s'obtiennent en favorisant les harmoniques de la fréquence fondamentale ; c'est-à-dire les oscillations de fréquence double, triple, quadruple, quintuple, etc...

qu'elle renferme : émises par un quartz piézo-électrique, elles se réfléchissent, et on les reçoit sur un second quartz (récepteur), où elles provoquent des oscillations électriques de même fréquence, qu'on décèle par les méthodes ordinaires de la radiotélégraphie. Le retard entre l'émission et la réception permet de calculer la distance de l'obstacle aux appareils (1).

Un dernier point qu'on ne saurait passer sous silence, à cause de son intérêt théorique : quelles sont les plus hautes fréquences élastiques connues ? La réponse nous est donnée par cette mystérieuse théorie des quanta, à laquelle nous faisons souvent allusion. Il convient, tout d'abord, de se rappeler que la « chaleur sensible » consiste en un mouvement désordonné des molécules et des atomes ; dans les gaz, les particules matérielles se déplacent en ligne droite jusqu'à ce qu'elles rencontrent leurs congénères ; dans les solides, elles vibrent sur place. Grâce à Einstein et à Debye, nous sommes très exactement renseignés sur les fréquences des oscillations atomiques dans les métaux ; on peut les atteindre par la mesure de la chaleur spécifique, de la cohésion, de la résistance électrique... Le résultat est le suivant : chaque atome peut prendre une infinité de fréquences jusques et y compris une fréquence maximum, appelée « fréquence caractéristique » ; ces fréquences sont extrêmement grandes (tableau page 16), elles se chiffrent en milliards de kilocycles :

Plomb	1,9	Cuivre	7,8
Etain	3,5	Aluminium ..	8,4
Argent	4,6	Fer	10
Tungstène	7,0	Diamant	39

Il est très remarquable que le plomb, mou et facilement fusible, ait une fréquence caractéristique relativement faible, alors que le diamant, très dur et très peu fusible, se remarque par son énorme fréquence caractéristique : il y a, dans le diamant, des atomes de carbone, qui vibrent à raison de 39.000 milliards d'oscillations par seconde : ces fréquences élastiques ne sont pas très éloignées de la fréquence électromagnétique (400 milliards de kilocycles) qui correspond à la lumière rouge.

Qu'est-ce qu'un courant alternatif ?

Passons maintenant aux fréquences électromagnétiques et, pour raisonner sur un cas concret, nous nous occuperons, tout d'abord, de la basse fréquence du vulgaire courant alternatif que nous fournissent les secteurs et qui fait le désespoir des sans-filistes, parce qu'il ne se prête pas directement à la charge des accus.

Considérons une lampe à incandescence à filament métallique, isolée : tout son intérêt réside dans le petit « cheveu » en zigzag, qui est du tungstène pur ; sa longueur est, par exemple, 50 centimètres ; son diamètre, de l'ordre de quelques centièmes de millimètre, et il pèse moins d'un décigramme. Ce filament, nous allons le considérer successivement dans trois cas : à froid (isolé), soumis à un secteur 110 volts-continu,

soumis à un secteur 110 volts-alternatif.

1° *Filament à froid.* — En fait, le « tungstène pur » est une *émulsion* d'atomes de tungstène (1) et d'électrons libres : il y a autant d'électrons que d'atomes, car on les a comptés (indirectement) ; la numération directe serait longue et fastidieuse, car, pour épuiser le nombre d'électrons (libres) contenu dans ces 6 centigrammes de métal, en en séparant des tas d'un milliard par seconde, le recensement durerait soixante siècles. Les atomes, 340.000 fois plus lourds et 150.000 fois plus gros (en diamètre) que les électrons, exécutent, sur place, des oscillations, faibles à froid, plus grandes à chaud, avec des fréquences que nous venons d'indiquer. Quant aux électrons, leur vitesse est rectiligne, indépendante de la température et égale (pour le tungstène) à 800 kilomètres par sec ; ils sautent d'un seul bond (à froid) d'un atome au 500^e, dans toutes les directions possibles ; la fréquence de ces sauts est 67 milliards de kilocycles à froid, et encore huit fois plus grande à l'incandescence.

Voilà un indescriptible imbroglio, auquel nous sommes aveugles et sourds ; c'est, néanmoins, l'état du métal, auquel le passage du continu ou de l'alternatif ne modifiera que *très peu de chose* ; nous emploierons donc les mots : « vitesse supplémentaire », « énergie supplémentaire », dans les paragraphes qui suivent (2° et 3°), étant bien entendu que *tout ce que nous venons de dire* (en 1°) *subsiste*.

2° *110 volts-continu.* — Ce cas a déjà été traité en détail avec figures à l'appui (2), mais l'essentiel est facile à résumer en quelques lignes. Les électrons libres de tungstène prennent une vitesse supplémentaire, *longitudinale* par rapport au filament, dirigée de — vers + et égale à *un mètre* par seconde : comme nous avions raison de dire qu'il n'y a à peu près rien de changé ! Un supplément, bien ordonné, de $\frac{1}{800.000}$ à une agitation

désordonnée : il n'en faut pas plus pour engendrer une lumière éblouissante. Les électrons possèdent ainsi une énergie (cinétique) supplémentaire, qui se communique 67.000 milliards de fois aux atomes de tungstène, toutes les secondes ; l'amplitude des oscillations atomiques augmente, ce qui veut dire que le filament s'échauffe.

3° *110 volts-alternatif.* — Les électrons libres du tungstène vont être successivement

(1) Cet atome (plus exactement : cet ion) est formé d'un noyau avec 73 satellites (électrons liés).

(2) Voir l'article : « Qu'est-ce que l'électricité ? », dans *La Science et la Vie*, n° 118, p. 294.

(1) Pour plus de détails, se reporter dans *La Science et la Vie*, n° 124, à l'article intitulé : « L'entrée des navires dans les ports par temps de brume »

soufflés et aspirés aux deux bouts, et cela cinquante fois par seconde (puisque la fréquence du secteur est 50 cycles, tableau p. 16). Ils exécutent, par suite, des oscillations analogues à celles du bout d'allumette rouge (fig. 4) ; ces oscillations sont *longitudinales* par rapport au filament (fig. 10) et le trajet total *AB* peut atteindre 300 fois le diamètre du filament (1). La vitesse supplémentaire des électrons varie (fig. 11) entre 150 centimètres par seconde vers le haut et 150 centimètres par seconde vers le bas ; cette vitesse s'annule en passant aux extrémités *A* et *B*. Naturellement, ces oscillations forcées correspondent (tout comme en 2°) à une énergie (cinétique) supplémentaire, qui chauffe le filament.

Nous avons porté sur la figure 11 la vitesse des électrons lorsque la lampe est mise (dans un sens ou dans l'autre) sur 110 volts-continu : les deux horizontales en pointillé et la sinusoïde *MBMAM* correspondent, toutes trois, à la même énergie cinétique supplémentaire moyenne des électrons libres du filament métallique de tungstène ; et voilà pourquoi les mêmes lampes servent sur 110 volts-continu ou alternatif (2).

Résumons ce qui précède par une compa-

(1) A l'inverse de ce qui a lieu pour le continu, il ne passe rien le long du circuit.

(2) Un courant continu peut être envisagé comme un courant alternatif de fréquence nulle, puisqu'il change de sens *zéro* fois par seconde.

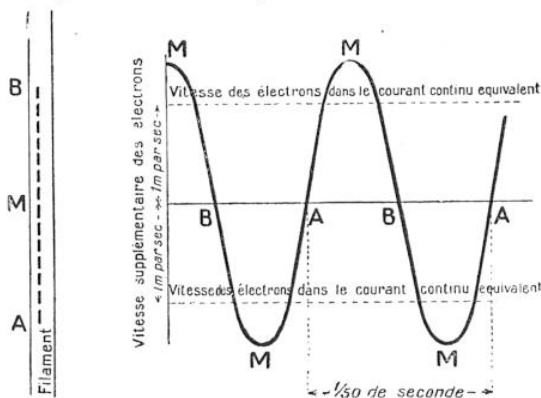


FIG. 10 ET 11. — QU'EST-CE QUE L'ALTERNATIF ?

Les électrons inclus dans un filament métallique de lampe à incandescence exécutent des oscillations identiques à celles de la figure 4 ; la longueur *AB* (fig. 10) peut atteindre 300 fois le diamètre du filament. La plus grande vitesse, acquise dans ces oscillations, ne dépasse pas 150 centimètres par seconde (fig. 11) ; on a aussi indiqué la vitesse des électrons de *A* vers *B* (ou de *B* vers *A*) en courant continu pour que la lampe éclaire de la même manière qu'en alternatif.

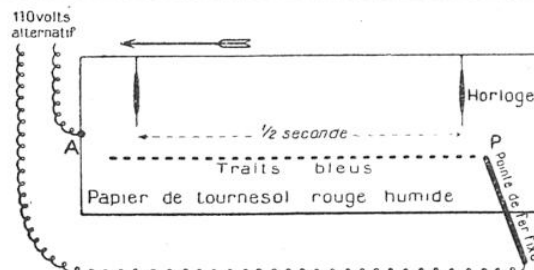


FIG. 12. — UN FRÉQUENCEMÈTRE POUR L'ALTERNATIF

Pendant qu'une horloge enregistre une demi-seconde, chaque pôle est 25 fois positif et 25 fois négatif ; quand la pointe de fer est négative, il se produit un trait bleu. La mesure d'une fréquence se ramène donc à une numération de traits.

raison tout à fait terre à terre : certaines potions portent, sur une étiquette : « Agiter avant de s'en servir. » L'agitation du liquide dans le flacon donne une image de l'oscillation des électrons sous l'influence d'une tension électrique alternative ; la versée du liquide dans une cuiller à soupe est analogue au déplacement des électrons soumis à une tension électrique continue.

Mesure des basses fréquences électromagnétiques

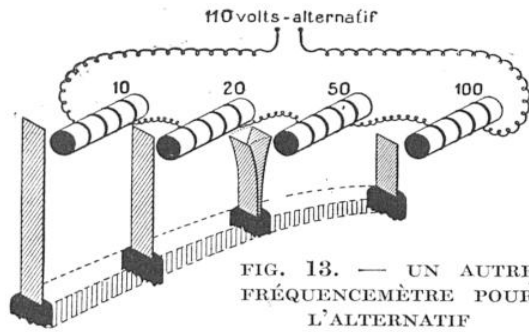
Nous ne pouvons, faute de place, entrer ici dans le détail de la production des courants alternatifs ; qu'il nous suffise d'indiquer qu'un alternateur ordinaire (dit bipolaire), tournant à raison de 50 cycles, produit des oscillations électroniques également de 50 cycles : il y a là un nouvel exemple du passage des fréquences élastiques aux fréquences électromagnétiques.

Pour mesurer ces basses fréquences :

1° On peut employer une méthode analogue à celle de la figure 6 et fondée sur ce fait (fig. 12) que chacune des bornes est tantôt positive, tantôt négative : un papier de tournesol rouge, humecté d'eau de source, se déplace dans le sens de la flèche ; le point *A* est relié à un des pôles du secteur, le point *P*, à l'autre pôle. Quand *P* est négatif, le sel (contenu dans l'eau) donne de la soude en *P*, et cette soude bleuit le tournesol ; on enregistrera donc un trait bleu pointillé ; si l'on compte 25 pointillés dans une demi-seconde, c'est que la fréquence de l'alternatif est 50 cycles ;

2° Dans le fréquence-mètre à résonance mécanique, on alimente une série d'électros (fig. 13) par de l'alternatif et on place devant eux un même nombre de lames d'acier encastrées à un bout ; comme les longueurs sont différentes (fig. 5), les fréquences propres le sont aussi. L'une de ces lames se met à vibrer énergiquement ; c'est elle dont la fréquence propre est égale à celle du secteur alternatif. Nous avons ici un cas de transformation d'une fréquence électromagnétique en fréquence élastique (1).

(1) Autre exemple : lorsque les tôles d'un transformateur sont mal serrées, la fréquence électromagnétique de 50 cycles produit une fréquence élastique égale ; on entend un ronflement, dont la hauteur est celle du premier sol dièze du piano.



On dispose une série de lames vibrantes en fer (encastrées à un bout) devant une série d'électro-aimants reliés au secteur ; les nombres indiquent les fréquences propres (en cycles) des lames ; si la fréquence de l'alternatif est 50 cycles, c'est la lame de 50 cycles qui se met à vibrer.

Rayonnement des oscillations électroniques

Le phénomène qui vient d'être décrit — oscillations des électrons le long des fils métalliques — est *simplement périodique* ; il n'est périodique que dans le temps. Mais il apparaît immédiatement une périodicité dans l'espace, parce que tous les milieux, *même le vide*, sont aptes à propager à distance de l'énergie sous une forme particulière, qui s'appelle *rayonnement électromagnétique*. C'est une des grandes découvertes de la science contemporaine que d'avoir montré, à la suite d'Einstein, que tout rayonnement électromagnétique est caractérisé par la présence de grains immatériels (c'est-à-dire non électrisés) appelés *photons* ; nous y reviendrons dans notre conclusion.

Ce que nous savons des fréquences élastiques nous permet de concevoir que les basses fréquences seront peu propres à transporter de l'énergie au loin ; néanmoins, c'est par rayonnement électromagnétique que l'énergie est transportée du primaire au secondaire des transformateurs (1). Il faut donc recourir à de *hautes fréquences*, comme celle des postes d'émission radiophoniques : 114 kilocycles pour la Tour Eiffel, 880 kilocycles pour le *Petit Parisien* ; dans l'antenne de la Tour Eiffel, les électrons exécutent 114.000 oscillations par seconde ; ils en font 880.000 dans celle du *Petit Parisien*.

La réception du rayonnement hertzien est fondée sur les propriétés des circuits oscillants (2), c'est-à-dire sur la variation de la fréquence propre des circuits formés par une

(1) Voir l'article cité (*La Science et la Vie*, n° 118, p. 297).

(2) Se reporter à notre article d'ensemble sur la radiophonie, dans *La Science et la Vie*, n° 125.

self et un condensateur. Si, par exemple, la self est constante (soit 2 millihenrys), on réalisera l'accord en faisant varier la capacité au moyen d'un condensateur variable ; la figure 14 montre que la capacité doit varier entre 1 millimicrofarad pour la Tour Eiffel et 17 millièmes de millimicrofarad pour le *Petit Parisien*. On notera l'identité des figures 5 et 14, qui donnent, l'une la fréquence propre d'un fil à plomb en fonction de sa longueur, l'autre, la fréquence propre d'un circuit oscillant (à self constante) en fonction de sa capacité (1) ; les « ondes courtes » (P. T. T., *Petit Parisien*) sont analogues à des pendules courts.

Les rayonnements hertziens de très haute fréquence (ondes très courtes) présentent, néanmoins, l'inconvénient de mal s'amplifier ; on remédie à ce défaut par le montage superhétérodyne, qui repose sur le principe des battements (fig. 9) : pour transformer le *Petit Parisien* (880 kilocycles) en « Tour Eiffel » (114 kilocycles), il suffira de produire, au poste de réception même, des oscillations électroniques de 766 kilocycles ; la fréquence résultante sera (880 — 766) kilocycles, soit précisément celle qu'on désire (2).

(1) On obtiendrait la même courbe en maintenant la capacité constante et en faisant varier la self.

(2) Le montage hétérodyne (de deux mots grecs : différent et puissance) sert en radiotélégraphie et en électrophonie (voir « Vers une électrification de la musique », *La Science et la Vie*, n° 128) : si, de 880, on retranche 879, on obtient une fréquence musicale de 1.000 cycles. Le mot « superhétérodyne » indique que la fréquence résultante est *plus grande* qu'une fréquence musicale, puisqu'elle est de la haute fréquence.

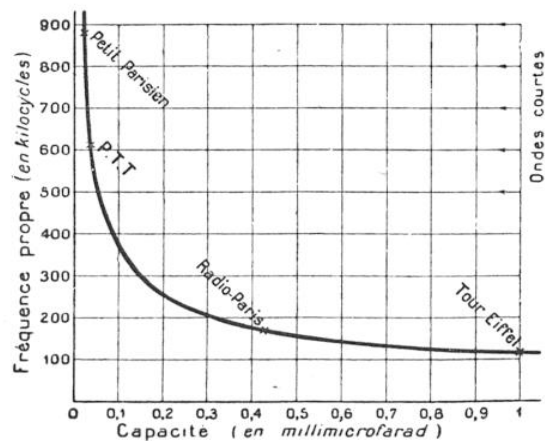


FIG. 14. — COMMENT VARIE LA FRÉQUENCE PROPRE D'UN CIRCUIT RÉCEPTEUR DE T. S. F. AVEC SA CAPACITÉ (LA SELF ÉTANT CONSTANTE) La courbe est identique à celle (fig. 5) qui donne la fréquence propre d'un fil à plomb en fonction de sa longueur.

De l'infrarouge aux rayons cosmiques

Si nous jetons un nouveau coup d'œil sur le tableau de la page 16, nous constatons que toutes les fréquences électromagnétiques ne peuvent pas être réalisées par des circuits électriques : on ne dépasse guère un ou deux milliards de kilocycles... Mais il est extrêmement facile de produire des rayonnements de fréquence encore plus élevée : une simple bouillotte, remplie d'eau chaude, émet spontanément, dans l'obscurité, des radiations d'une trentaine de milliards de kilocycles. C'est là le domaine de l'*infrarouge*, grâce auquel le Soleil envoie de l'énergie sur la Terre et qui intervient dans la plupart des moyens de chauffage. L'infrarouge se répartit sur plus de huit octaves de fréquence, entre 1 milliard et 400 milliards de kilocycles : la jonction entre les oscillations électriques et l'infrarouge est réalisée depuis quelques années, puisque certaines radiations peuvent être obtenues par les deux procédés. On appelait, jadis, les radiations infrarouges « rayons calorifiques » : cette dénomination est fautive, car *tous* les rayonnements dégagent de la « chaleur sensible » quand ils rencontrent un récepteur qui les absorbe ; c'est, d'ailleurs, la méthode générale qui sert à mesurer l'énergie d'un rayonnement.

La lumière s'étend sur une octave, entre 400 milliards de kilocycles pour le rouge extrême et 800 milliards de kilocycles pour le violet extrême ; le jaune se situe vers 500 et le bleu vers 650. L'œil est aveugle pour toutes les autres fréquences électromagnétiques, de même que l'oreille est sourde pour toutes les fréquences élastiques qui ne sont pas comprises entre 16 cycles et 40 kilocycles (ce qui représente plus de douze octaves) : le domaine d'audition est donc douze fois plus étendu que le domaine de vision.

Au delà du violet se situent successivement : l'*ultraviolet*, très efficace au point de vue chimique et dangereux pour la vue ; les *rayons X*, utilisés en médecine et dans l'industrie, dont l'étude est si riche en résultats théoriques du plus grand intérêt ; les *rayons gamma*, produits dans l'explosion du radium et des éléments radioactifs ; les *radiations cosmiques*, récemment découvertes par l'Amé-

ricain Millikan. Nous reviendrons tout à l'heure sur les fréquences propres de l'électron et du proton.

Nous nous contenterons ici de faire allusion à un *changeur de fréquence* et de décrire avec quelque détail un *fréquence-mètre*. Tous les corps fluorescents et phosphorescents sont des transformateurs de fréquence, presque toujours des abaisseurs de fréquence ; l'écran radioscopique (fig. 15) reçoit des rayons X dont la fréquence est, par exemple, dix millions de milliards de kilocycles et réémet du rayonnement de fréquence vingt mille fois moindre : soit 600 milliards de kilocycles, et c'est de la lumière verte. Cet abaissement de fréquence dispense de la photographie et permet le cinéma direct de ce qui se passe dans l'organisme.

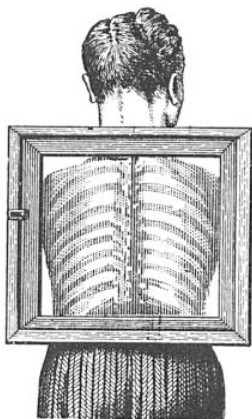


FIG. 15. — UN CHANGÉUR DE FRÉQUENCE : L'ÉCRAN RADIOSCOPIQUE

Ce simple carton (recouvert de platino-cyanure de baryum) suffit à diviser par 20.000 la fréquence des rayons, ce qui donne de la lumière verte.

l'autre, *E*, est, lui aussi, immobile, le trajet du rayon est *S E K E S* ; mais, s'il tourne à une fréquence de 60 cycles (60 tours par seconde), pendant le temps de l'aller et retour *E K E*, le miroir *E* ne restera plus dans la même position et le rayon aboutira en *T* (et non plus en *S*), de telle sorte que l'angle *T E S* soit le double de la rotation *A E R* du miroir. Les données de la figure 16 sont *S T* = 1/10^e de millimètre, *S E* et *E K* égaux à 5 mètres.

Voici comme on peut raisonner : une circonférence, de centre *E* et de rayon *E S* = 5 mètres, a une longueur de 30 mètres environ, soit 300.000 dixièmes de millimètre ; l'angle *T E S* a donc pour valeur $\frac{1}{300.000}$ de tour et l'angle

A E R, qui est deux fois plus petit, vaut $\frac{1}{600.000}$ de tour. Comme le miroir fait 60 tours par seconde, le temps pendant lequel le miroir a tourné de *A E R* est $\frac{1}{36.000.000}$ de seconde ; c'est aussi le temps que met la lumière pour

Fréquence de la lumière

Avec la lumière et les rayons X, nous jonglons avec les milliards et même les milliards de milliards. Que de fois ne rencontre-t-on pas des personnes qui, devant des « nombres astronomiques », laissent fleurir sur leurs lèvres un sourire à la fois ironique et supérieur, voulant persuader leur entourage qu'elles ne sont pas assez naïves pour croire aux inconsistantes chimères de ces maniaques inoffensifs que sont les savants. Il convient d'annihiler ces préventions, en montrant comment un calcul très simple donne des nombres de quinze chiffres : c'est le cas du fréquence-mètre en deux morceaux des figures 16 et 17.

1^o *Trajet parcouru par la lumière pendant une seconde.* Une lumière

jaune *S* envoie un rayon *S E* qui se réfléchit sur deux miroirs, dont l'un, *K*, est constamment fixe. Lorsque l'autre, *E*, est, lui aussi, immobile, le trajet du rayon est *S E K E S* ; mais, s'il tourne à une fréquence de 60 cycles (60 tours par seconde), pendant le temps de l'aller et retour *E K E*, le miroir *E* ne restera plus dans la même position et le rayon aboutira en *T* (et non plus en *S*), de telle sorte que l'angle *T E S* soit le double de la rotation *A E R* du miroir. Les données de la figure 16 sont *S T* = 1/10^e de millimètre, *S E* et *E K* égaux à 5 mètres.

Voici comme on peut raisonner : une circonférence, de centre *E* et de rayon *E S* = 5 mètres, a une longueur de 30 mètres environ, soit 300.000 dixièmes de millimètre ; l'angle *T E S* a donc pour valeur $\frac{1}{300.000}$ de tour et l'angle

A E R, qui est deux fois plus petit, vaut $\frac{1}{600.000}$ de tour. Comme le miroir fait 60 tours par seconde, le temps pendant lequel le miroir a tourné de *A E R* est $\frac{1}{36.000.000}$ de seconde ; c'est aussi le temps que met la lumière pour

abattre les dix mètres du parcours EKE . Puisqu'un kilomètre renferme cent fois dix mètres, la lumière mettra $\frac{1}{360.000}$ de seconde pour parcourir un kilomètre.

Les expériences les plus précises ont montré, conformément avec le calcul approximatif qui précède, que la lumière parcourt, à très peu de chose près, 300.000 kilomètres en une seconde ;

2° *Trajet parcouru par la lumière pendant la durée d'une oscillation.* Nous nous rappelons (fig. 9) que deux phénomènes vibratoires en opposition se détruisent : du son ajouté à du son peut donner du silence, de la lumière ajoutée à de la lumière peut donner de l'obscurité.

Ceci posé, nous pouvons comprendre la figure 17 : notre lumière jaune S est située devant deux fentes A et B , distantes de deux millimètres.

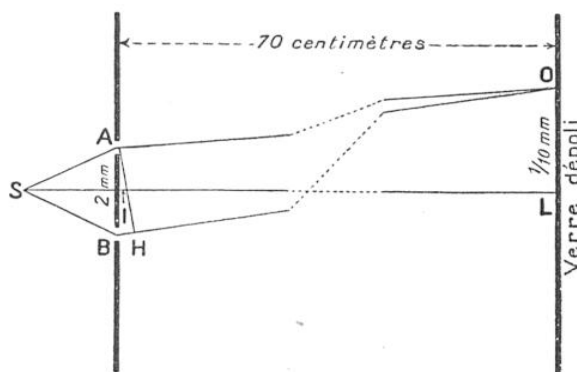
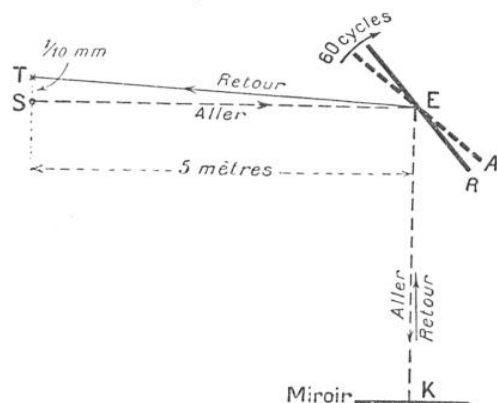


FIG. 16 ET 17. — UN FRÉQUENCEMÈTRE EN DEUX MORCEAUX

Il s'agit de la lumière (de la lumière jaune, pour fixer les idées). La figure de gauche permet de mesurer le trajet de la lumière pendant une seconde ; la figure de droite détermine le trajet de la lumière pendant une oscillation. En divisant le premier résultat par le second, on obtient un nombre de quinze chiffres qui exprime combien il se produit de vibrations lumineuses pendant une seconde.

A 70 centimètres de là, on observe ce qui passe sur un verre dépoli ; et on constate l'existence de bandes alternativement brillantes L et obscures O . La distance LO est $\frac{1}{10}$ de millimètre :

s'il y a de l'obscurité en O , c'est que le rayon BO a acquis un retard BH sur le rayon AO ; la longueur BH est parcourue pendant la durée d'une demi-oscillation (parce qu'alors il y aura opposition, en O , entre ce qui vient de A et ce qui vient de B).

Il est facile de constater que les triangles AHB et ILO sont semblables ; AB est 350 fois plus petit que IL ; donc BH sera 350 fois plus petit que OL ; BH vaudra donc $\frac{1}{3.500}$ de millimètre, soit $\frac{3}{10.000}$ de millimètre. Par suite, pendant la durée d'une oscillation, la lumière parcourt $\frac{6}{10.000}$ de millimètre ;

3° *Fréquence électromagnétique de la lumière jaune.* Nous savons maintenant quelles distances la lumière parcourt pendant une seconde et pendant une oscillation ; le plus simple est d'exprimer ces deux nombres dans la même unité, par exemple le $\frac{1}{10.000}$ de millimètre. En dix-mil-

lièmes de millimètre, 300.000 kilomètres valent : 3.000.000.000.000.000.

Conclusion : autant de fois 6 sera contenu dans le nombre qui vient d'être écrit, autant il y aura d'oscillations pendant une seconde. On trouve ainsi le nombre de 15 chiffres :

500.000.000.000.000 cycles.

(ou 500 milliards de kilocycles, comme nous l'avions annoncé). Un nombre de quinze chiffres est déjà quelque chose de très grand : le nombre de secondes qui se sont écoulées depuis l'époque d'Homère n'a que onze chiffres ; et on peut affirmer, sans erreur possible, qu'il y a plus de vibrations pendant une seconde de lumière jaune qu'il y a de secondes depuis l'apparition de la vie sur la Terre....

Que dirait-on des rayons, de fréquence 20.000 fois plus grande ? et des fréquences propres

des particules électrisées (tableau p. 16, tout en haut), dont nous ne nous priverons pas de dire quelques mots.

Ondes et corpuscules

Sans que les non-initiés s'en soient doutés, nous venons d'assister, dans ces toutes dernières années, à un bouleversement de nos idées fondamentales sur le monde extérieur, bouleversement tout à fait comparable à celui qui fit tant couler d'encre à propos de la relativité d'Einstein. Si j'en parle ici, c'est que ces nouvelles conceptions gravitent, pour ainsi dire, autour de la notion de fréquence, qui, du coup, acquiert une importance comparable à celle de l'énergie.

L'origine de ces théories remonte à 1900, époque où l'Allemand Max Planck, par un trait de génie, imagina les *quanta*, auxquels nous fîmes plusieurs fois allusion dans ces colonnes. D'autre part, dès 1905, Einstein admit l'existence de « grains de rayonnement », dont l'existence ne fait plus, aujourd'hui,

d'hui, aucun doute et qu'on désigne sous le nom de *photons* ; bref, le rayonnement (dont les fréquences s'échelonnent entre quelques cycles et plusieurs milliards de milliards de kilocycles) doit comprendre non seulement une onde électromagnétique, mais des corpuscules ou photons ; il y a des photons de T. S. F., comme il y a des photons de lumière ou de rayons X ; ces photons sont d'autant plus petits que la fréquence correspondante est plus grande ; ils sont immatériels en ce sens qu'ils ne sont pas électrisés. L'onde électromagnétique se borne à « piloter » les photons, à les accumuler en certains endroits et à les raréfier à d'autres ; ainsi, au point *L* de la figure 17, il y a beaucoup de photons, alors qu'il y en a très peu au point *O* ; une antenne d'émission radiophonique, une bouillotte pleine d'eau chaude, une lampe à incandescence, un tube à rayons X, un grain de radium sont ainsi des *fabriques de photons*. Ce sont les photons qui transportent l'énergie du rayonnement : l'énergie d'un photon individuel est d'autant plus grande que la fréquence de l'onde pilotante est plus considérable (1).

Et voici la merveilleuse symétrie, dont la première idée remonte au Français Louis de Broglie (1923). La réalité tout entière n'est que rayonnement et matière ; on savait, surtout grâce à l'Anglais Ernest Rutherford, que la matière est constituée par deux sortes de corpuscules électrisés, l'*électron* ou grain d'électricité négative et le *proton* ou noyau d'hydrogène, chargé positivement et 1.850 fois plus lourd que l'électron. Mais jamais, avant L. de Broglie, on n'avait soupçonné qu'il y eût des ondes dans la matière ; notre compatriote a associé une « onde matérielle » (plus exactement une onde matérielle stationnaire) à l'électron, et cette onde a une fréquence (tableau p. 16) de 120 millions de milliards de kilocycles, lorsque l'électron

est au repos ; la fréquence atteint le milliard de milliards de kilocycles, pour les électrons de grande vitesse, expulsés des noyaux radioactifs, à raison de 297.000 kilomètres par seconde. De même, la fréquence de l'onde associée au proton (au repos) atteint 230 milliards de milliards de kilocycles ; et c'est la fréquence la plus grande qu'il nous soit possible de constater, puisque jamais un proton n'a dépassé la vitesse *infime* de 20.000 kilomètres par seconde.

C'est là l'origine de cette *mécanique ondulatoire* qui a été développée principalement par l'Autrichien Erwin Schrödinger, le Français Léon Brillouin et l'Anglais Dirac, parallèlement aux travaux des Allemands Heisenberg, Born et Jordan ; on a même montré que les quatre dimensions d'Einstein ne suffisent plus et qu'il faut en faire intervenir une cinquième pour tenir compte des phénomènes électromagnétiques. En résumé, les ondes matérielles pilotent les grains de matière (électrons et protons), comme les ondes électromagnétiques pilotent les photons ou grains de rayonnement.

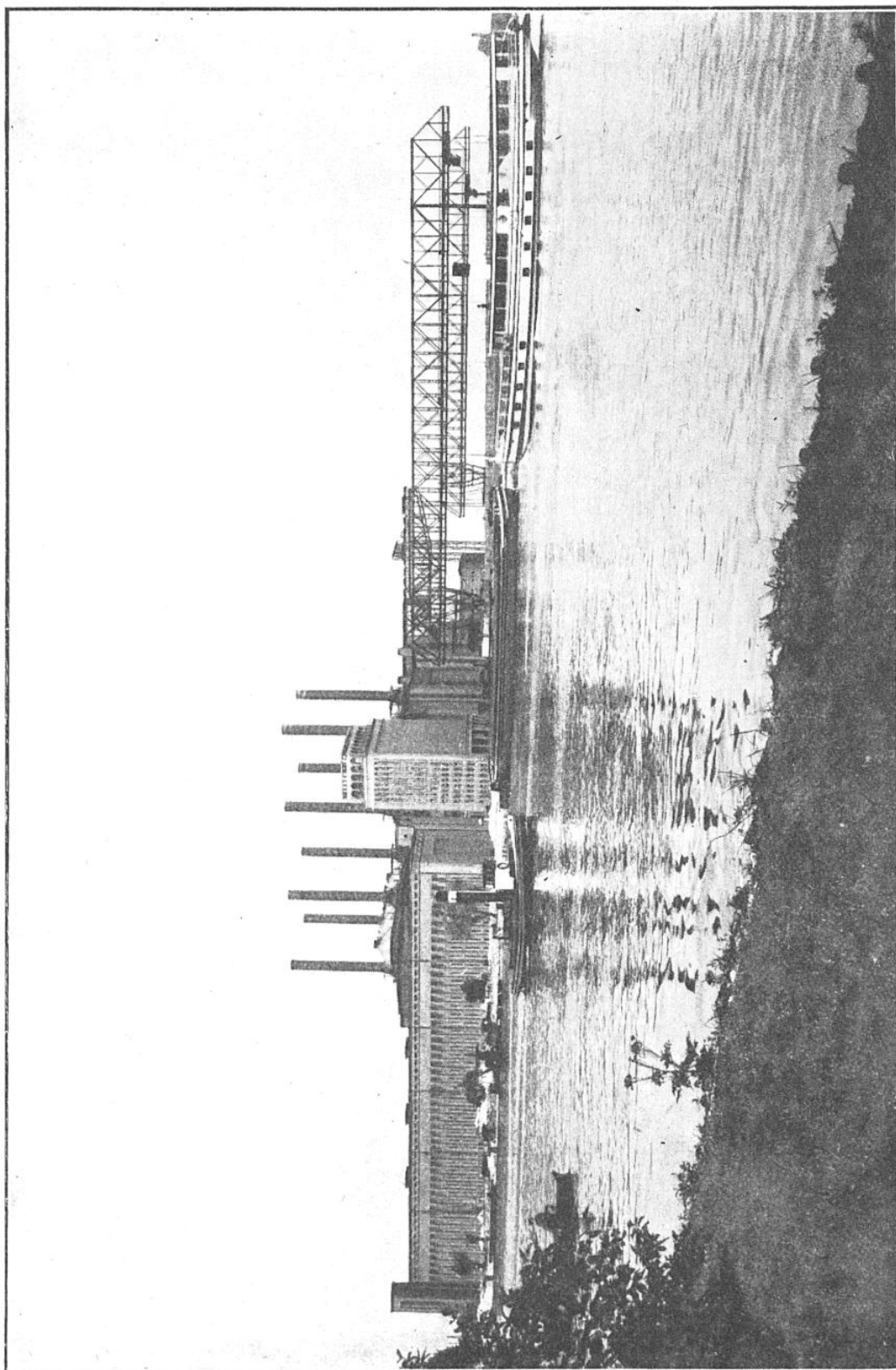
Dans les étoiles géantes, il se produit certainement des transformations de matière en rayonnement et de rayonnement en matière ; et on fait appel aux *battements* (fig. 9) pour comprendre la naissance du rayonnement à partir de la matière, plus précisément à partir d'ondes matérielles électroniques, de fréquences toujours énormes.

Telle est la place que la physique moderne fait à la notion de fréquence. Nous sommes partis des phénomènes les plus familiers, en insistant principalement sur les points qui dominent *dans la science qui se fait* ; il m'est impossible de développer davantage, dans le langage de tout le monde, ces conceptions ultra-récentes ; mais le lecteur qui aura bien voulu me suivre dans cette promenade parmi les fréquences, ne sera plus complètement étranger aux efforts de la science contemporaine. Et si, demain, nous assistons à des applications inouïes dans le domaine de la pratique, il pourra les comprendre, car il les aura pressenties.

MARCEL BOLL.

(1) Si l'on divise l'énergie du photon par la fréquence de l'onde, on obtient le quantum d'action ou constante de Planck, grandeur la plus fondamentale de toutes les sciences physiques, qui, dans le système d'unités centimètre-gramme-seconde, est représentée par une fraction dont le numérateur est 6,55 et dont le dénominateur est égal à l'unité suivie de 27 zéros.





VUE D'ENSEMBLE DE LA CENTRALE KLINGENBERG, PRÈS DE BERLIN, SUR LA SPRÉE. SA PUISSANCE ATTEINDRA 680.000 CHEVAUX

LA PLUS PUISSANTE CENTRALE THERMIQUE DU MONDE

L'usine thermoélectrique Klingenberg, près de Berlin,
produira 500.000 kW (680.000 ch)

Par Jean MARCHAND

La consommation en énergie électrique, sous toutes ses formes (traction, force motrice, éclairage, chauffage), va toujours croissant au fur et à mesure que se développent les cités industrielles. Pour faire face à de tels besoins, de nouvelles usines génératrices d'énergie s'édifient sans cesse, et LA SCIENCE ET LA VIE a montré, chaque fois, quels sont les progrès accomplis dans leur équipement. Paris, notamment, a fait un grand effort dans ce sens en 1928 (1), et la capitale de l'Allemagne exécute actuellement, à son tour, des travaux considérables dans le même but. Ainsi vient d'être installée une supercentrale, chauffée au charbon pulvérisé, et dans laquelle les nouveautés les plus récentes de l'électrotechnique ont été mises en œuvre. Il ne faut pas perdre de vue, en effet, qu'en 1918 une puissance de 110.000 kW suffisait aux besoins de la métropole allemande, alors qu'en 1927 celle-ci exigeait déjà plus de 352.000 kW.

Berlin manque d'énergie électrique

La consommation sans cesse croissante d'énergie électrique nécessite constamment la création de nouvelles centrales indispensables aux besoins d'une grande ville. Le rendement de ces installations étant intimement lié à leur puissance, on ne construit plus aujourd'hui d'usines de faible capacité qui, reliées entre elles, seraient susceptibles de suffire aux demandes, mais, au contraire, des usines monstres, des « supercentrales » capables à elles seules de remplacer toute une « poussière d'usines », grosses mangeuses de combustible pour un débit relativement bas. Nous avons déjà montré (2) comment la supercentrale de Gennevilliers avait été conçue pour l'alimentation de Paris en énergie électrique.

A Berlin, la consommation de cette précieuse énergie a augmenté très rapidement depuis la guerre et surtout depuis la stabilisation du mark. De 110.000 kW en 1918, elle est passée à 142.000 kW en 1923, à 208.500 kW en 1924 et à 352.000 kW fin 1927.

La supercentrale Klingenberg

Cette rapide progression ne pouvait se continuer sans le secours de nouvelles usines. La création d'une vaste supercen-

trale fut donc décidée et réalisée au sud-est du lac de Rummelsburg, au bord de la Sprée, près de Berlin. La proximité d'un cours d'eau est, en effet, indispensable pour assurer l'alimentation des chaudières et des condenseurs des turbines. D'ailleurs, afin d'éviter une disette d'eau froide pour ces derniers, on a établi une tour de réfrigération dont l'usage, pendant les étés chauds, permettra de réaliser dans les condenseurs de vapeur le degré de vide nécessaire au bon rendement des turbines (1).

Les bâtiments de l'usine occupent 20.716 mètres carrés d'un terrain de 198.200 mètres carrés. Ils ont été construits entièrement en fer, afin d'aller vite (les travaux n'ont duré que 15 mois) et reposent sur 250 piliers de béton afin d'éviter tout affaissement des massifs de fondation des immenses turbo-générateurs. Les murs comportent une double paroi, l'une intérieure en moellons, épaisse de 13 centimètres, l'autre extérieure en briques.

En arrivant de Berlin, on aperçoit tout d'abord à droite le tableau 30.000 volts, long de 140 mètres relié par une passerelle à l'usine proprement dite. Un bâtiment contient le tableau 6.000 volts, les transforma-

(1) Voir dans *La Science et la Vie*, les articles : « Supercentrale de Gennevilliers », n° 63, page 3 ; « Paris manque encore d'électricité », n° 108, page 507 ; « L'électrification de la France », n° 136, page 289.

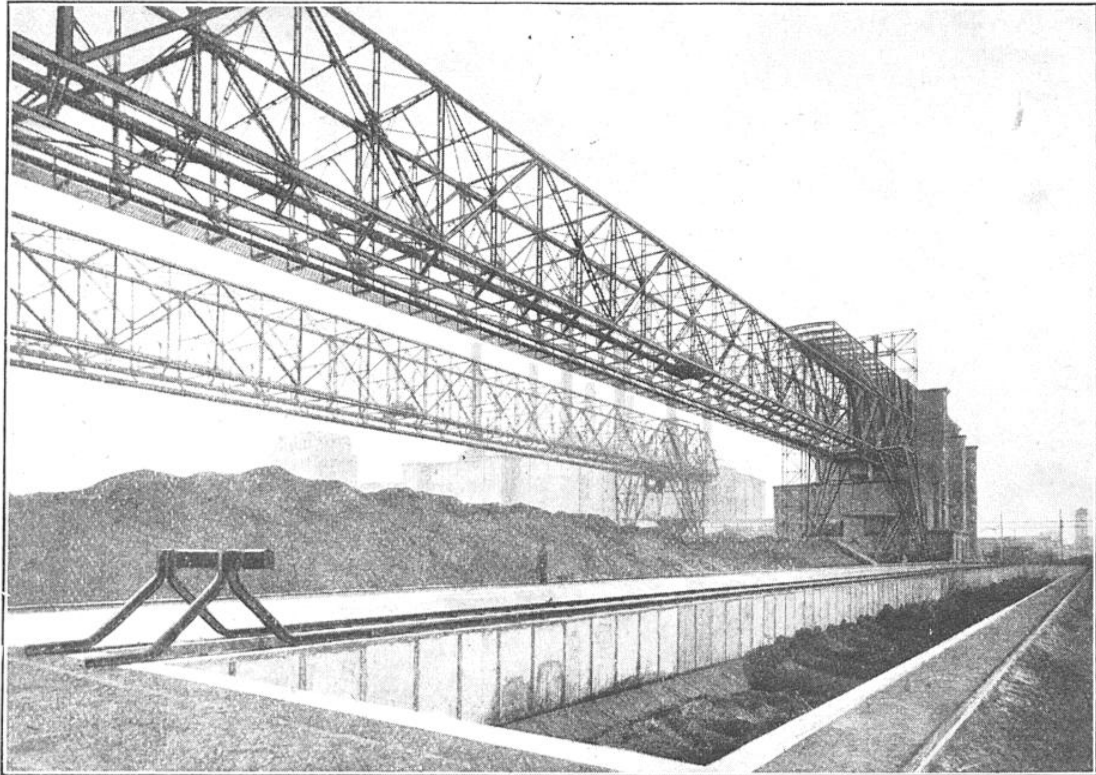
(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 63, p. 3.

(1) On sait, en effet, que tandis qu'une machine à vapeur alternative peut laisser s'échapper la vapeur à une certaine pression, et même dans l'atmosphère (locomotives), les turbines à vapeur nécessitent un vide assez poussé au condenseur, obtenu par condensation de la vapeur d'échappement au moyen d'une circulation d'eau froide.

teurs, les pompes et les filtres à eau. Vers la voie ferrée, se trouve la salle des machines et, perpendiculairement, les deux chaufferies, le bâtiment contenant les groupes auxiliaires, les pompes alimentaires et l'installation de réchauffage. A côté est situé le poste de pulvérisation du charbon. Enfin, l'immeuble de l'administration qui comprend douze étages.

corps de la chaudière, du type multitubulaire à tubes inclinés, est suspendu à la toiture du bâtiment, tandis que son armature et la maçonnerie, indépendante, reposent sur un châssis de fer.

Les foyers sont alimentés par du charbon pulvérisé qui permet d'utiliser toute qualité de charbon, et assure une grande faci-



DE PUISSANTS ENGINS DE MANUTENTION MÉCANIQUE TRANSPORTENT CHAQUE HEURE LES 144 TONNES DE CHARBON NÉCESSAIRES AUX SEIZE CHAUDIÈRES DE LA CENTRALE

Seize chaudières consomment plus de 140 tonnes de charbon à l'heure

Seize chaudières, de 1.750 mètres carrés de surface de chauffe chacune, produisent 1.280 tonnes de vapeur à l'heure, à la pression de 35 kilogrammes par centimètre carré et à la température de 425° C. Cette quantité de vapeur correspond à une puissance disponible, au départ, de l'usine de 270.000 kW environ. Tout est prévu, d'ailleurs, pour que cette puissance puisse être doublée par la suite.

Ces seize chaudières sont groupées deux par deux et chaque groupe comporte une cheminée de 70 mètres de hauteur.

Leur montage est assez particulier. Le

lité de manutention et de réglage ainsi qu'un excellent rendement (1).

Les silos à charbon pulvérisé, contenant chacun 65 tonnes, sont disposés entre les chaudières et au-dessus du toit. A leur base se trouvent les distributeurs où s'effectue le mélange charbon pulvérisé-air.

Chaque chaudière consomme, dans les dix brûleurs qui l'alimentent, 8 à 9 tonnes de charbon à l'heure. Aussi l'installation de pulvérisation du charbon comprend-elle quatre groupes, constitués chacun par un four rotatif et deux broyeurs pouvant débiter 24 tonnes à l'heure. Le four est chauffé par de la vapeur soutirée aux turbines, solution

(1) Voir l'article sur le charbon pulvérisé, dans le n° 134, page 126, de *La Science et la Vie*.

originale qui n'avait pas été employée jusqu'ici.

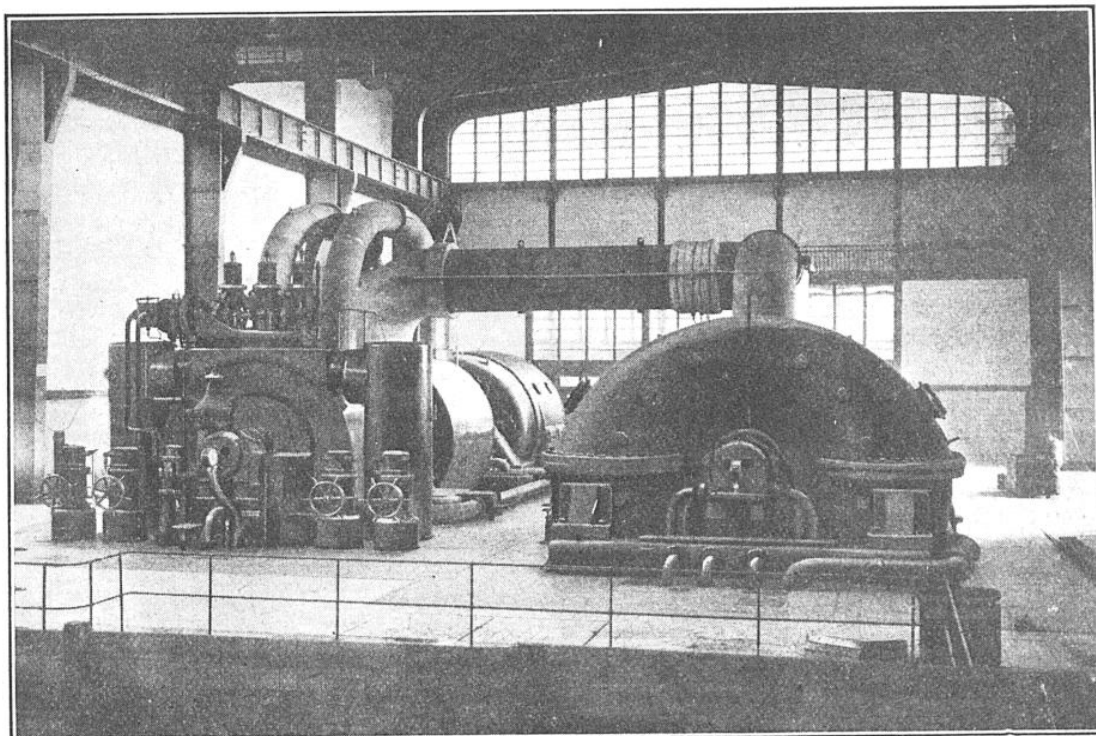
Quatre pompes, d'un débit de 50 tonnes à l'heure, alimentées à l'air comprimé par des compresseurs, envoient le charbon pulvérisé aux silos.

Des turbines de 80.000 kW

L'usine comprend trois groupes électrogènes principaux, constitués chacun par une

roues dont le diamètre croît progressivement de 1 m 36 à 2 m 90. On conçoit immédiatement le rôle du vide réalisé aux condenseurs puisque la pression initiale n'est que de 2 kg 3.

Afin d'équilibrer les fortes poussées axiales de la vapeur travaillant sur les aubes des turbines, la circulation de cette vapeur se fait en sens inverse dans les turbines haute pression et dans les turbines moyenne pression.



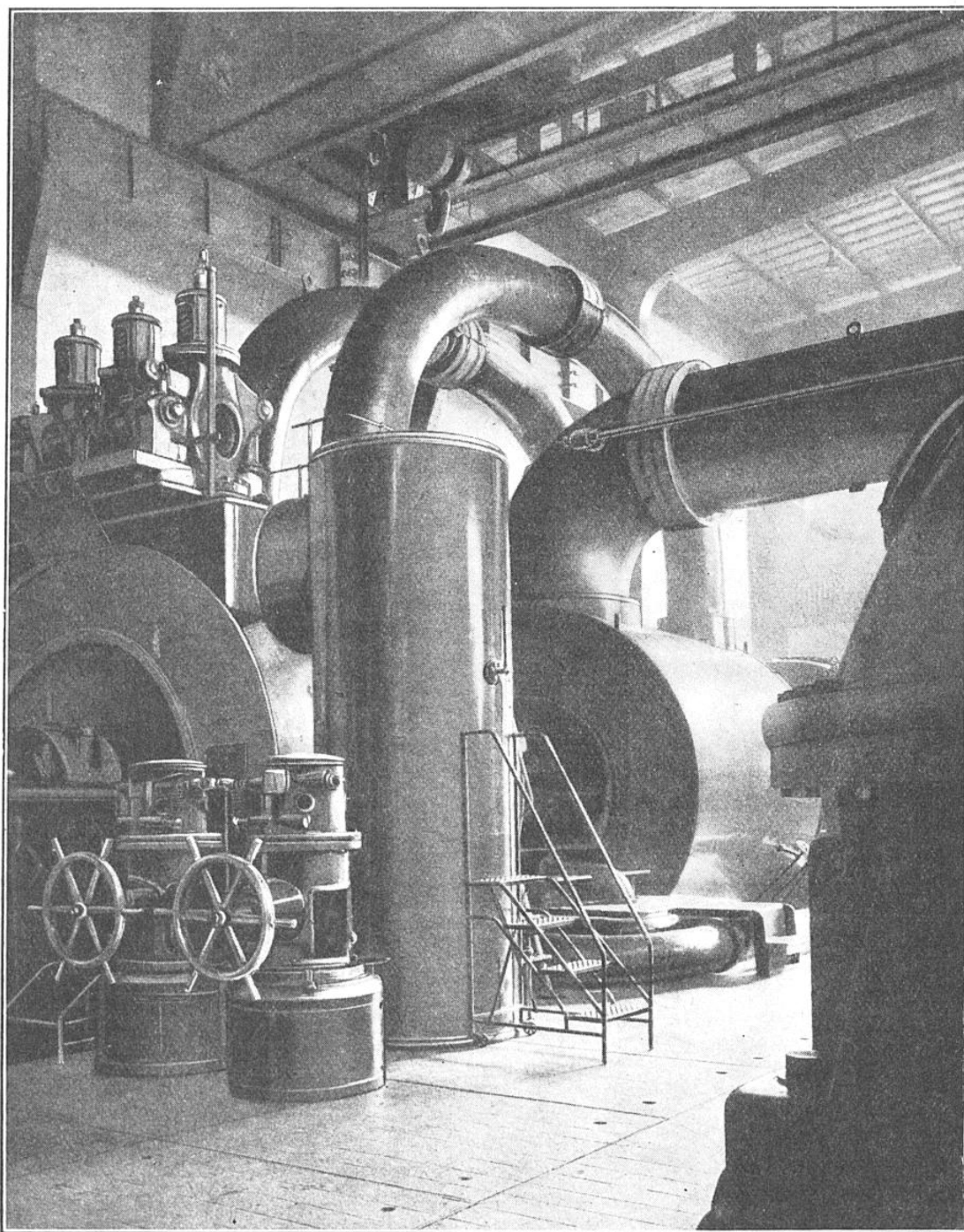
VUE EN BOUT D'UN GROUPE TURBO-GÉNÉRATEUR DE 80.000 kW

Comme on le voit sur la figure, ce groupe est séparé en deux parties distinctes. A gauche, les turbines haute et moyenne pression commandant un alternateur de 40.000 kW. A droite, la turbine basse pression entraînant un alternateur également de 40.000 kW. La vapeur passe des premières turbines à la seconde par le tuyau visible au-dessus du groupe.

turbine de 80.000 kW et par une turbine de réchauffage de 10.000 kW.

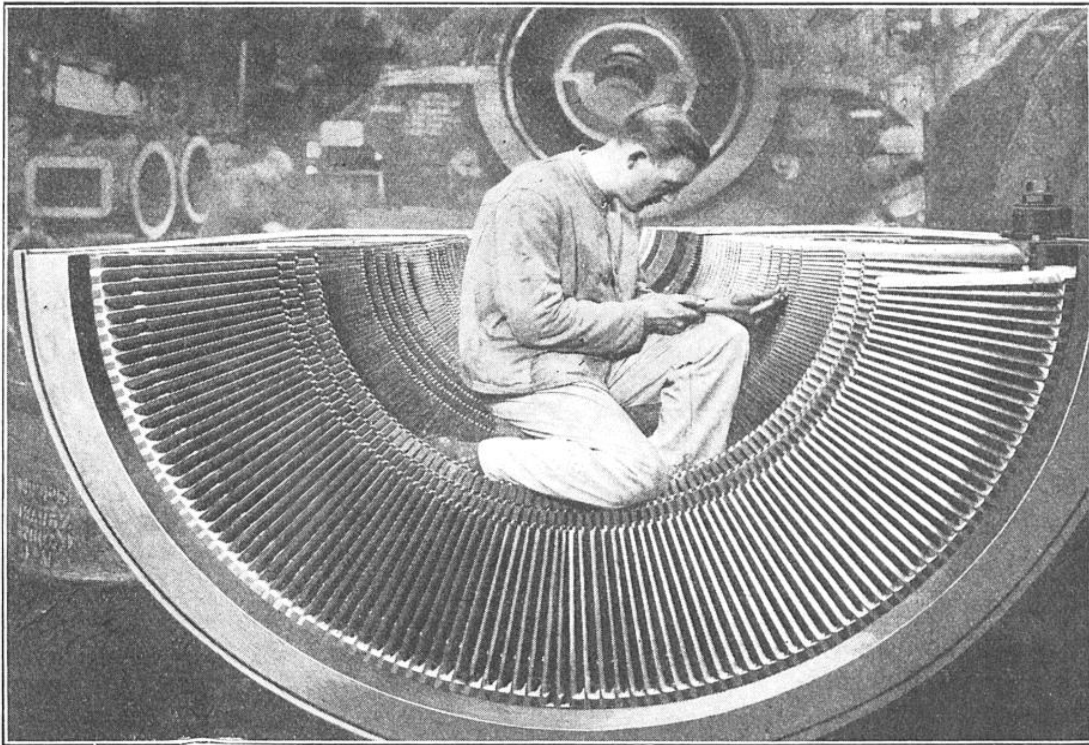
En réalité, ces turbines comportent quatre machines distinctes. Une turbine haute pression, une turbine moyenne pression et deux basse pression. La vapeur, arrivant à 35 kilogrammes de pression, se détend dans la turbine haute pression (à triple expansion) tournant à 1.500 tours par minute et en sort à 14 kilogrammes. Elle passe alors à la turbine moyenne pression (16 étages de roues de 1 m 40) et en sort à 2 kg 3. Chaque turbine basse pression comporte 24 étages à réaction avec des

Nous avons parlé des turbines de réchauffage. Il est, en effet, nécessaire, pour augmenter le rendement de l'installation, de réchauffer l'eau d'alimentation des chaudières. Cette opération se fait en deux étages, au moyen de vapeur à 0 kg 45 et à 4 kilogrammes. Pour cela, on établit des turbines de 10.000 kW que nous avons signalées, tournant à 3.000 tours par minute. Chaque turbine comporte deux parties, une haute pression et une basse pression, entre lesquelles la vapeur est soutirée à 4 kilogrammes. Cette vapeur, jointe à celle d'échappement à 0 kg 45, permet de porter



ENSEMBLE DES TURBINES HAUTE ET MOYENNE PRESSION D'UN GROUPE TURBO-GÉNÉRATEUR DE 80.000 KILOWATTS DE LA CENTRALE KLINGENBERG

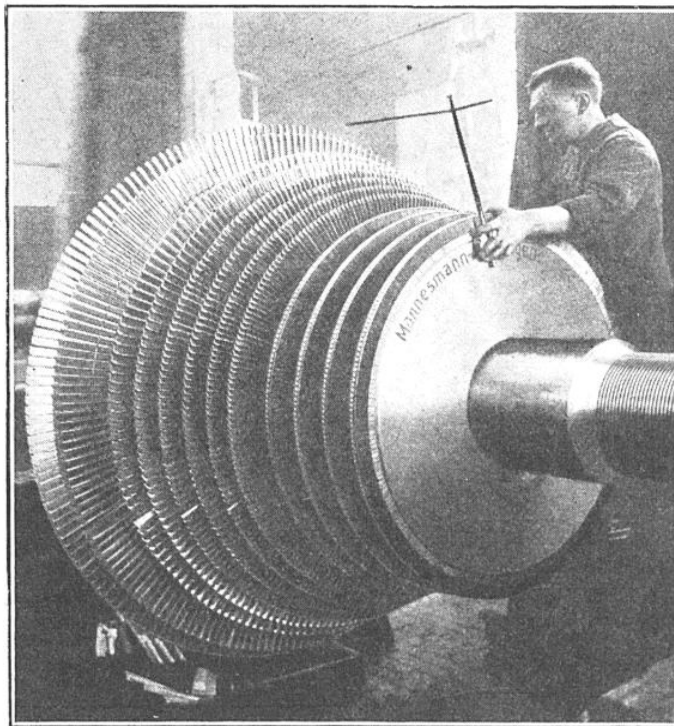
Les deux tuyaux semi-circulaires, visibles à la partie supérieure de la photographie, servent au passage de la vapeur de la turbine haute pression à la turbine moyenne pression. Le vaste tuyau horizontal conduit la vapeur à la turbine basse pression, dont on aperçoit une partie de la carcasse à droite de la photographie. L'échelle située devant les machines donne une idée de leurs dimensions.



la température de l'eau d'alimentation à 75 puis 140° C. On peut soulever jusqu'à 65.000 kilogrammes de vapeur à l'heure. Deux autres turbines auxiliaires de 650 kW commandent les pompes d'alimentation. Elles tournent à 6.000 tours par minute, vitesse qu'un train d'engrenages réduit à 1.470 tours-minute.

Grâce à ces diverses installations, le rendement des turbines dépasse 80 %.

Leur consom-



EN HAUT DE LA PAGE, AUBES FIXES DISTRIBUTRICES DE VAPEUR SUR LES AILETTES DE LA ROUE MOBILE DE LA PHOTOGRAPHIE DU BAS DE CETTE PAGE

mation est, en effet, de 4 kilogrammes environ de vapeur par kW-h.

Une installation électrique vraiment moderne

Nous avons dit que les turbines principales se composaient, en réalité, de quatre parties distinctes. Celles-ci, tournant toutes à 1.500 tours par minute, sont groupées deux par deux sur un arbre. Les deux arbres de chaque turbine sont accouplés, non seulement du côté vapeur,

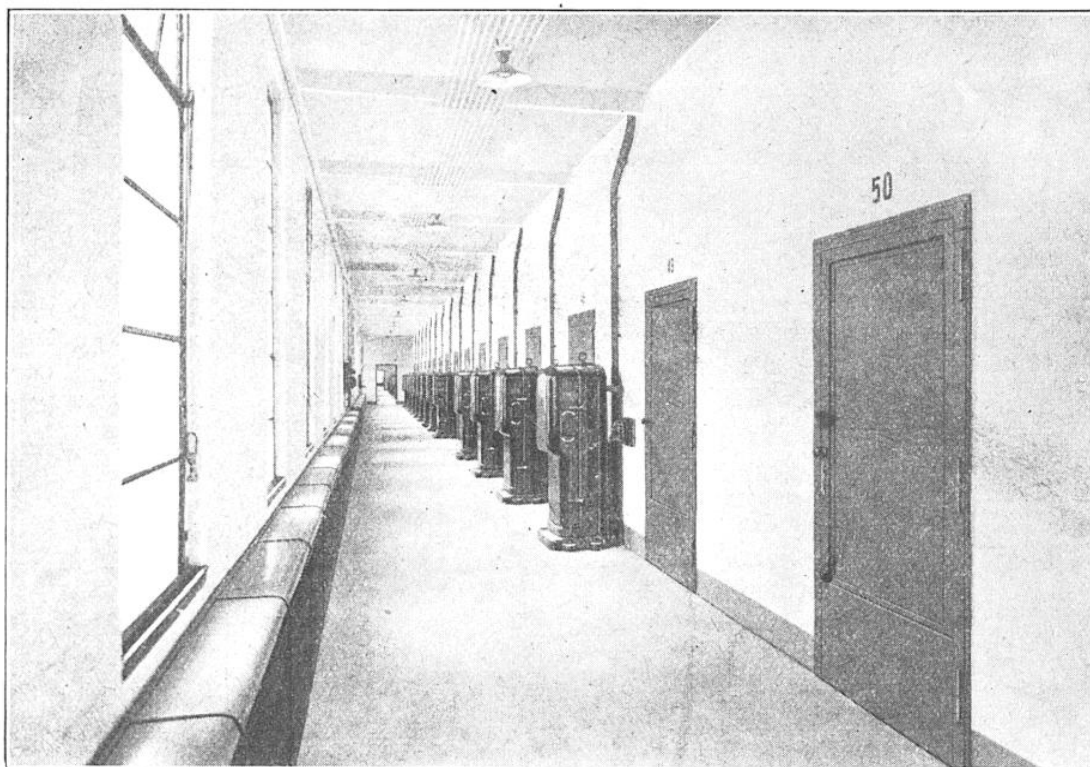
mais encore électriquement, de sorte qu'il n'existe qu'un seul réglage sur l'arrivée de la vapeur à la turbine haute pression. Chacun de ces deux arbres entraîne, à la vitesse de 1.500 tours par minute, un alternateur triphasé de 40.000 kW. Le groupe complet a donc une puissance de 80.000 kW.

Le courant électrique est fourni par les alternateurs à une tension réglable entre

de marks (400 millions de francs environ).

L'agrandissement de cette centrale est actuellement à l'étude et on envisage pour cela l'installation de groupes de 100.000 kW.

En outre, des solutions particulières sont envisagées pour passer les heures de « pointe » telles que : création de bassins artificiels et installation de pompes et turbines hydrauliques ; installation de batteries d'accumu-



PERSPECTIVE D'UN COULOIR DE 140 MÈTRES DE LONG DANS LEQUEL SE TROUVENT LES APPAREILS DE DISTRIBUTION D'HUILE AUX MACHINES

6.000 et 6.600 volts. Cette tension est élevée à 30.000 volts dans un transformateur.

Les turbines de réchauffage, dont nous avons parlé, entraînent chacune un alternateur de 10.000 kW à la vitesse de 3.000 tours-minute. Leur refroidissement, de même que celui des alternateurs de 40.000 kW, est assuré par une circulation d'air refroidi.

Telles sont les principales caractéristiques de la centrale de Rummelsburg, qui porte le nom de l'ingénieur qui en a assuré l'exécution, Klingenberg. Grâce à l'étude minutieuse des détails, cette centrale présente un rendement total dépassant 20 %. La construction de cette usine moderne a coûté 68 millions

lateurs ; utilisation de moteurs Diesel à grande puissance (un moteur de 25.000 ch est actuellement en construction) ; création d'industries autour de Berlin.

Ainsi, grâce à l'emploi du charbon pulvérisé qui permet de brûler des qualités très différentes de houille dans les mêmes foyers, grâce à l'étude minutieuse de toutes les parties de l'installation de cette super-centrale où ont été appliqués tous les progrès de la technique moderne, Berlin est, dès maintenant, assuré de disposer de toute l'énergie que réclament les nombreuses industries dont le développement rapide était menacé par une disette d'électricité.

J. MARCHAND.

VERS UN MEILLEUR RENDEMENT DU MOTEUR A EXPLOSION

Par M. DUMANOIS

DIRECTEUR DES SERVICES TECHNIQUES
DE L'OFFICE NATIONAL DES COMBUSTIBLES LIQUIDES,
INGÉNIEUR EN CHEF HORS CLASSE DE L'AÉRONAUTIQUE

On peut dire, à juste titre, que le moteur à explosion a révolutionné l'industrie des transports depuis plus d'un quart de siècle, tant au point de vue de la traction automobile que de la navigation aérienne. Aussi, les progrès sans cesse enregistrés dans ce domaine, grâce aux recherches des techniciens de la mécanique, sont-ils sans cesse dépassés. Actuellement, le gros effort scientifique se porte, notamment, sur l'amélioration du rendement qui domine toutes ces recherches (1). Il ne faut pas oublier que, grâce à elles, le moteur automobile, qui, il y a encore quelques années, consommait, à puissance égale, 40 litres d'essence aux 100 kilomètres, n'en consomme plus qu'une quinzaine, cependant que la vitesse, qui atteignait environ 60 kilomètres à l'heure, dépasse, aujourd'hui, 120. Au point de vue thermodynamique, on peut dire que le rendement du moteur à explosion est voisin de 25 %, et ce rendement est d'autant meilleur que la compression du mélange carburé est plus forte. Mais, d'autre part, chacun sait que, lorsque cette compression dépasse une certaine limite, tout d'abord des chocs se produisent dans le fonctionnement du moteur, et ensuite des phénomènes d'autoinflammation prennent naissance. L'un des plus éminents techniciens du moteur à explosion, M. Dumanois, directeur technique de l'Office National des Combustibles liquides, a montré que ces chocs étaient dus, soit à la propagation d'une onde explosive, soit à l'autoallumage par point chaud, phénomènes que l'on peut atténuer, sinon supprimer, soit au moyen de dispositifs de construction dans l'établissement du moteur même, soit en utilisant des produits chimiques additionnels, connus sous le nom d'« antidétonants ». Mais, toutefois, une autre solution consiste à incorporer à l'essence d'autres carburants réfractaires à ces phénomènes, tels que l'alcool éthylique et le benzol. C'est là un débouché imprévu réservé à la synthèse industrielle des carburants (2), qui retient actuellement l'attention sagace et persistante des chercheurs du monde entier.

L'INDUSTRIE de l'automobile et de l'aviation, plus que toute autre, a subi la loi qui veut qu'une industrie nouvelle passe d'abord par la phase de gaspillage avant d'entrer dans la période d'économie, qui constituera vraiment l'ère de son plein développement.

Il a fallu les secousses économiques qui furent les conséquences de la guerre, pour attirer notre attention sur l'intérêt qu'il y aurait à réduire autant que possible les pertes dans la transformation de l'énergie calorifique contenue dans l'essence, de l'énergie mécanique produite par le moteur à combustion interne.

(1) Voir dans *La Science et la Vie*, n° 114, page 553 l'article de M. Houllévigie : « Qu'est-ce que le rendement » ?

(2) Voir, dans *La Science et la Vie* : l'article sur « Les carburants de remplacement », n° 115, page 5 ; l'enquête sur « Les carburants synthétiques », n° 122, page 111 ; l'article sur « Les carburants artificiels », de M. le colonel Lechartier, n° 130, page 307.

On ne songe pas assez à ce fait qu'un moteur ne transforme guère en travail que 25 % des calories qui lui sont confiées. Sur un milliard actuellement dépensé, en France, chaque année, pour l'achat d'essences à l'étranger, 750 millions de francs s'en vont en chaleur perdue dans les gaz d'échappement et en chaleur rayonnée par les radiateurs. On conçoit donc que toute amélioration apportée dans cette transformation de la chaleur en travail puisse se traduire, pour la France, par une économie annuelle de plusieurs centaines de millions de francs (fig. 1).

Comment peut-on augmenter ce rendement ?

Il est inutile de rappeler longuement le principe du moteur à explosion : brûler, à volume sensiblement constant, un mélange carburé, préalablement dosé et introduit dans le cylindre où il est comprimé ; on

conçoit que plus le mélange carburé sera initialement comprimé, plus la puissance du moteur sera augmentée, toutes autres conditions égales.

C'est ainsi que, si on passe de la compression 5 à la compression 7, le rendement thermique augmente théoriquement de plus de 10 %.

Le problème paraît donc très simple ; malheureusement, dans la pratique, il en va tout autrement.

Si, en effet, dans un moteur de régime normal, c'est-à-dire dont l'allure est comprise entre 2.000 et 3.000 tours par minute, on dépasse la compression 5, on constate qu'il se produit des chocs qui rendent son fonctionnement à peu près impossible, tout au moins quand on emploie l'essence de pétrole comme carburant, ce qui est le cas général.

Pendant longtemps, on s'en tint, pour expliquer ces phénomènes, à l'idée qu'ils devaient être attribués à l'autoallumage produit pendant la période de compression.

Un examen critique des faits a montré que cette explication n'est pas valable, qu'en réalité, les phénomènes qui provoquaient le choc étaient infiniment plus complexes. L'autoinflammation par compression d'un mélange d'air et d'essence n'est réalisable qu'à des compressions supérieures à 12. Or les chocs se produisent même avant la compression 6.

Il existe donc un autre phénomène qui se produit avant l'autoinflammation et dont la cause devrait être recherchée.

L'onde explosive

Nous avons été conduits, dès 1913, à supposer que ces chocs étaient dus à un phénomène d'onde explosive, selon un processus analogue à celui découvert, en 1881, par Vieille et Berthelot (1).

(1) Voici en quoi consiste cette onde explosive : une tranche du mélange subissant une compression violente, il se produit une combustion spontanée, ce qui entraîne une compression brutale de la tranche suivante et ainsi de suite, de proche en proche.

L'onde explosive comporte donc la coïncidence de

Un premier ensemble de recherches nous parut alors nécessaire ; il s'agissait de connaître les conditions dans lesquelles se produisait l'onde explosive quand la compression varie — étude qui fut entreprise avec la collaboration de M. Laffitte, docteur ès sciences, préparateur à la Sorbonne, en utilisant la méthode photographique qu'il avait précisément mise au point pour l'étude de l'onde explosive. Un film est placé sur un tambour circulaire, animé d'une vitesse tangentielle de 40 mètres par seconde ;

on peut atteindre ainsi une précision de 1/80.000 de seconde. Dans le champ de l'objectif est placé un tube de verre contenant le mélange carburé. On met le cylindre en marche et on met le feu dans le mélange carburé, lorsque le tambour a atteint une vitesse suffisante. L'appareil enregistreur, bien entendu, est installé dans un local où l'obscurité peut être obtenue (fig. 3).

L'inflammation se propage dans le tube et sépare à chaque instant celui-ci en deux parties : d'un côté, les gaz brûlés lumineux ; de l'autre côté, le mélange non encore brûlé et, par conséquent, obscur. Il devient très facile, avec le cliché obtenu, de mesurer la vitesse de combustion.

Lorsqu'on met le feu par une étincelle électrique, on constate que :

La combustion commence avec une vitesse relativement faible de quelques mètres à la seconde ; puis, au bout d'un certain parcours, un point anguleux se produit sur la courbe, et la vitesse de combustion croît brutalement pour atteindre plusieurs milliers de mètres, ce qui est la caractéristique de l'onde explosive.

L'onde explosive prend naissance d'autant plus vite que la pression initiale du mélange est plus grande (fig. 2).

Mais, si on allume avec du fulminate de mercure, l'onde explosive prend naissance immédiatement.

deux phénomènes : un phénomène chimique, qui est la combustion, et un phénomène physique, qui est l'augmentation de pression.



M. DUMANOIS

C'est à cet éminent ingénieur que sont dues les recherches sur les antidétonnants, qui permettent d'accroître le rendement des moteurs à explosion.

Ceci étant, comment annihiler, ou tout au moins comment restreindre, les effets néfastes de l'onde explosive ?

On a été conduit à une première solution du problème en agissant sur le phénomène physique qui se produit au cours de la formation de l'onde explosive : à savoir, l'augmentation de pression.

Si on constitue sur le front de l'onde des discontinuités brutales de section, on produira des détentes qui détruiront l'onde. C'est ce que nous avons pu réaliser dans un moteur à allumage latéral, où le piston normal a été remplacé par un piston à gradins. Dans ces conditions, nous avons pu obtenir une compression de l'ordre de 6,4, alors que, dans les conditions normales, le même moteur ne pouvait dépasser 4,6 (fig. 5) (1).

Un autre moyen existe de réaliser des compressions plus élevées ; nous voulons parler des antidétonants. Il est inutile de rappeler que si on mélange à l'essence, dans une proportion infime, des corps comme le plomb tétra-éthyl ou le fer carbonyle, on supprime le choc pour des compressions supérieures à 5. Ces antidétonants suscitèrent, dans le monde entier, un intérêt considérable, mais il fut bien difficile de donner de leur action une explication satisfaisante. La théorie la plus généralement admise était qu'ils devraient accélérer la vitesse de combustion régulière et empêcher, de ce fait, la formation de l'onde explosive.

La théorie des antidétonants

Nous avons recherché, en collaboration avec M. Laffitte, si ces données étaient exactes. Notre étude, effectuée selon la méthode décrite précédemment, nous a montré qu'il n'en était rien, et que les anti-

(1) Bien entendu, les gradins peuvent être placés sur la culasse, au lieu de l'être sur le piston (fig. 4).

détonants n'avaient qu'une action négligeable sur la vitesse de combustion.

Au contraire, les recherches entreprises par M. Moureu, professeur au Collège de France, le conduisirent à une théorie qui nous paraît infiniment plus rationnelle et en accord avec les faits observés. Nous voulons parler de sa théorie du rôle anti-oxygène des antidétonants.

On sait que M. Moureu et ses collaborateurs ont montré que certains corps introduits en quantité infime dans un milieu agissaient comme retardateurs d'oxydation vis-à-vis de ce milieu.

C'étaient, en somme, des anticatalyseurs d'oxydation ou anti-oxygènes.

M. Moureu pensa qu'il pouvait y exister une relation entre les antioxygènes et les antidétonants. Ses recherches le conduisirent à l'énoncé des faits suivants :

Si on soumet des produits pétroliers à une oxydation par l'air dans des conditions convenables, il se forme des peroxydes instables, très violemment détonants. Toute variation d'équilibre peut amener leur décomposition brutale. Soumis à une compression, notamment, ils vont détoner violemment. Ce serait là l'origine du choc. Le mélange carburé, contenant des vésicules

du carburant, se peroxyde et va détoner pendant la période de compression. Au contraire, si on a mélangé préalablement à l'essence un antidétonant, celui-ci empêche la formation de ces peroxydes et, de ce fait, supprime la détonation. L'antidétonant agit donc, selon la théorie de M. Moureu, avant la compression.

Cette théorie, nous semble, nous l'avons dit, tout à fait rationnelle et parfaitement en accord avec les observations que nous avons faites sur les moteurs dans la pratique et le résultat de ses expériences.

Il ne faudrait pas se figurer cependant que

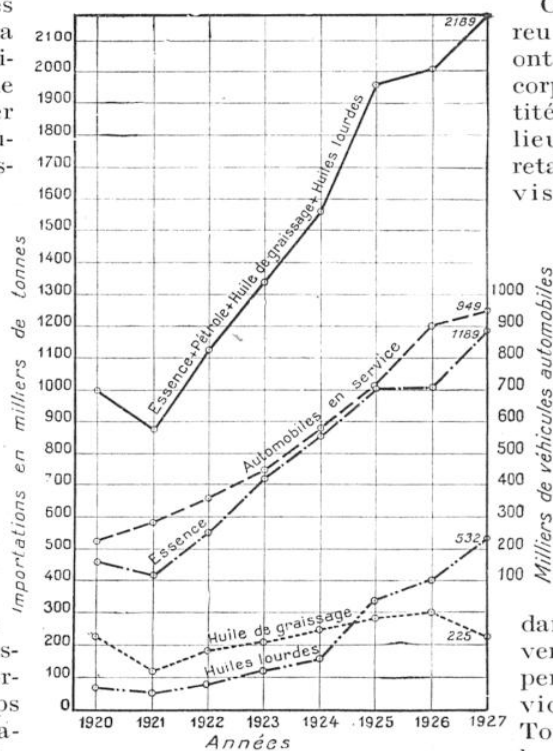


FIG. 1. — CE GRAPHIQUE MONTRE L'IMPORTANCE CROISSANTE DE LA CONSOMMATION FRANÇAISE DE COMBUSTIBLES LIQUIDES, EN RELATION ÉTROITE AVEC LE NOMBRE D'AUTOMOBILES EN SERVICE

lorsqu'on a supprimé l'onde explosive, on pourra augmenter d'une manière considérable la compression ; un second phénomène interviendra pour la limiter, c'est celui résultant de la présence de points chauds à l'intérieur du cylindre, tels que les électrodes de bougies ou les soupapes d'échappement, qui peuvent enflammer le mélange avant le moment de l'allumage normal. Il en résulte un choc et une contrepression néfaste pour le rendement.

Si les antidétonants permettent, en effet, d'empêcher la formation de peroxydes instables, ils ne sauraient, étant donné la faible proportion dans laquelle ils sont employés, modifier d'une manière sensible la température à laquelle le mélange d'air et de combustible prend feu ; et c'est finalement cette température d'inflammation qui limitera toujours, pour un combustible donné et un moteur donné, la compression maxima.

On voit donc que la réalisation des très hautes compressions dépend, non seulement du combustible, mais de l'architecture du moteur et de la possibilité de supprimer les points chauds. Il résulte de tout ceci que des recherches nombreuses restent à poursuivre. Néanmoins, dans la complexité de ces phénomènes, la lumière commence à se faire. En employant comme carburant les diverses fractions des produits pétroliers, on pos-

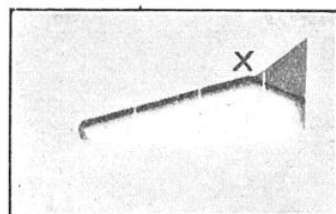
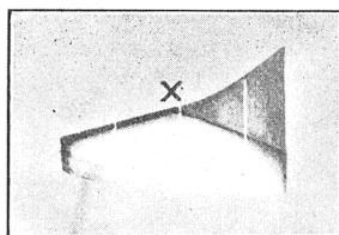


FIG. 2. — PHOTOGRAPHIES D'UNE ONDE EXPLOSIVE PRODUITE AVEC UN MÉLANGE D'HYDROGÈNE ET D'OXYGÈNE A DEUX PRESSIONS DIFFÉRENTES

Au-dessus, onde explosive obtenue avec un mélange d'hydrogène et d'oxygène sous une pression de 3 kilogrammes ; au-dessous, avec un mélange à 6 kilogrammes. Dans le sens horizontal, sont portées les longueurs constatées dans le tube d'expériences. L'onde explosive s'est formée en X, dans le premier cas, après un parcours de 52 centimètres, et, dans le second cas, au bout de 25 centimètres.

sède déjà les moyens de réaliser des compressions élevées et d'augmenter le rendement du moteur.

Les nouveaux carburants

Mais ceci n'est pas tout. A côté de l'essence, existent d'autres carburants : l'alcool éthylique, l'alcool méthylique, le benzol.

Or, l'expérience a montré que des mélanges de ces produits à l'essence, en quantité déterminée, étaient susceptibles de former des carburants de premier ordre.

Au V^e Congrès de chimie industrielle, en mai 1925, nous avons insisté sur l'action antidétonante du benzol ajouté à l'essence, et nous avons expérimenté des mélanges d'essence, de benzol, d'alcool éthylique, qui fournirent des résultats excellents, au point de vue du rendement de combustion et de la meilleure utilisation des calories.

Chacun de ces corps, pris séparément, possède, du point de vue de son emploi comme carburant, des avantages et des inconvénients.

L'alcool éthylique, par exemple, n'est sujet ni à l'autoallumage ni à la détonation, mais il a un faible pouvoir calorifique, 6.000 calories contre 10.500 pour l'essence, et une faible tension de vapeur.

L'alcool méthylique est insensible à la détonation. Sa tension de vapeur est satisfaisante, mais nous avons eu l'occasion de montrer qu'il était très sensible à l'allumage

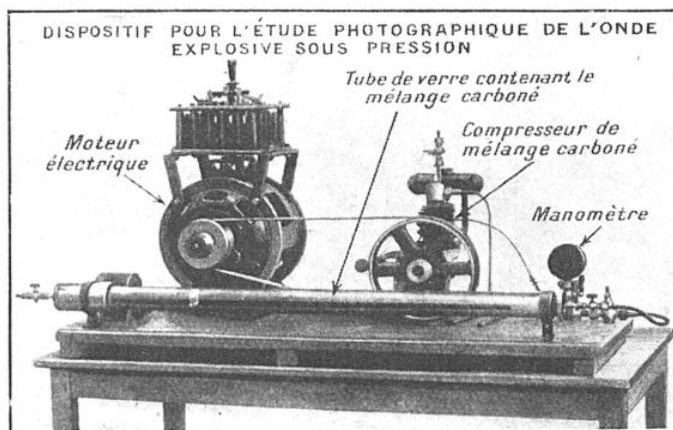


FIG. 3. — VUE D'ENSEMBLE DE L'APPAREIL UTILISÉ POUR ÉTUDIER PHOTOGRAPHIQUEMENT L'ONDE EXPLOSIVE SOUS PRESSION

par point chaud ; son pouvoir calorifique est très faible (5.000 calories).

Le benzol, au contraire, a une forte tension de vapeur, un pouvoir calorifique de 9.000 calories, est antidétonant et a une température d'autoallumage notablement plus élevée que celle de l'essence, mais le rapport hydrogène du benzol est faible ; il en résulte une tendance à encrasser le moteur, si le carburateur n'est pas bien réglé.

Un mélange de ces carburants compense heureusement, par les qualités des uns, les défauts des autres, et permet une économie sensible et une augmentation du rendement du moteur particulièrement intéressante.

La pratique, d'ailleurs, a confirmé ces vues. Il convient, à ce sujet, de rappeler les résultats de la Coupe d'aviation Schneider de septembre 1927 pour hydravions.

Les Anglais l'ont emporté par 456 kilomètres à l'heure de moyenne sur un parcours de 500 kilomètres devant les Italiens, seuls compétiteurs. Depuis, les Italiens ont pris leur revanche et porté le record de vitesse à plus de 500 kilomètres à l'heure.

Les Anglais utilisaient, pour cette compétition, dans un moteur de compression 10, un mélange de : essence, 50 % ; benzol, 50 %, et 10 centimètres cubes de plomb tétra-éthyl par 4 litres de carburant.

Les Italiens, avec un moteur de compression 7,5, avaient adopté un mélange de : essence aviation, 50 % ; benzol-benzine-alcool éthylique, 50 %.

Evidemment, en France, les sources nor-

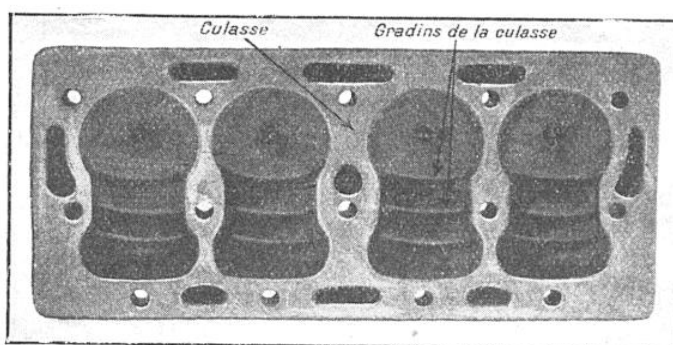


FIG. 4. — CULASSE DE MOTEUR A EXPLOSION DONT LE PIED EST EN FORME DE GRADINS SERVANT A BRISER L'ONDE EXPLOSIVE PAR DÉTENTE

males de benzol, d'alcool méthylique et éthylique sont assez restreintes. Des difficultés fiscales risquent d'en entraver l'usage. Comment prédire ce que sera demain ? Ne peut-on espérer que la synthèse organique parviendra, dans un

jour prochain, à la phase de grande production industrielle, que les recherches en cours, si prometteuses, nous font déjà entrevoir ?

L'avenir du benzol

En attendant, il paraît nécessaire de tirer le meilleur parti des 100.000 tonnes de benzol que l'on peut espérer trouver bientôt disponibles pour le carburateur.

Or nous avons indiqué précédemment que le benzol était à la fois réfractaire à la détonation et à l'autoallumage. Mélangé en proportion suffisante à une essence qui donne

lieu à ces phénomènes, il intervient, par effet de masse, pour améliorer la résistance à l'autoallumage et à la détonation. Cette amélioration se traduira par un rendement meilleur de combustion et une possibilité d'augmentation de compression.

En un mot, au lieu d'employer le benzol disponible comme carburant à l'état pur, ce qui donnerait en tout et pour tout une économie d'essence correspondant à la quantité de benzol disponible, il est préférable

de le mélanger à l'essence. On réalisera ainsi une économie supplémentaire résultant de la meilleure utilisation de l'essence. Il semble que ce soit pour une proportion voisine de 20 % de benzol mélangé à l'essence qu'on puisse obtenir le meilleur résultat. DUMANOIS.

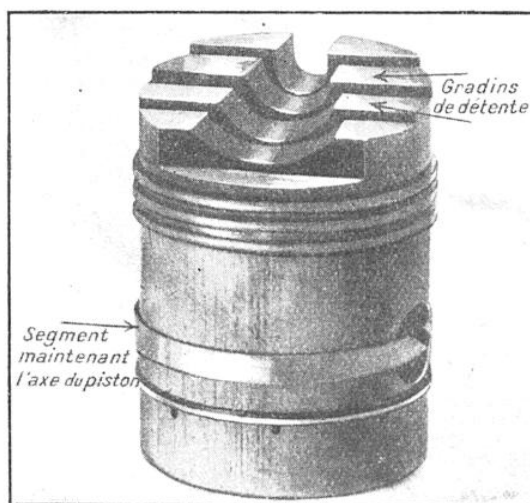
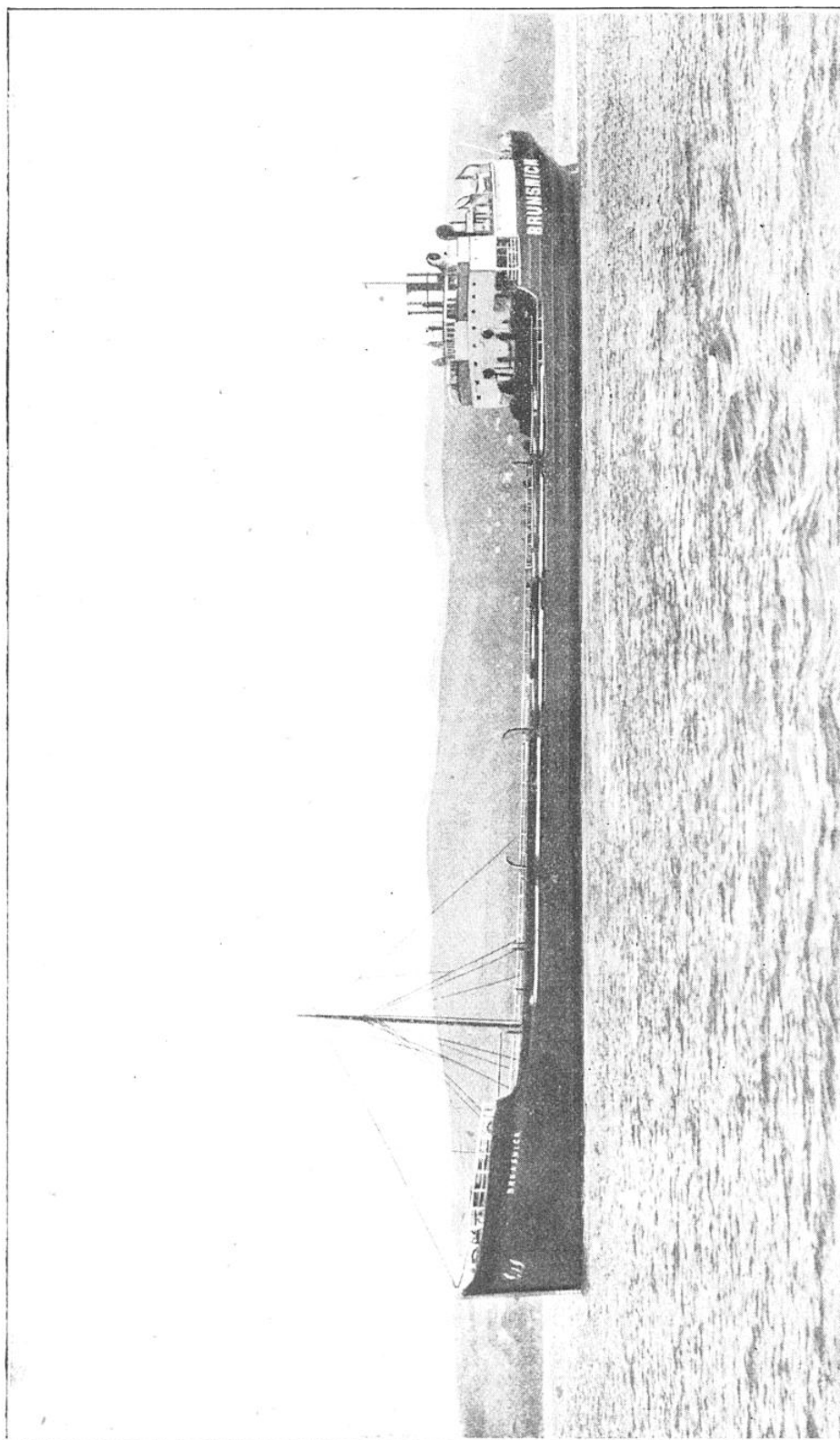


FIG. 5. — LE PISTON PRÉSENTE ÉGALEMENT UNE FORME EN GRADINS

LE PLUS GRAND PÉTROLIER A PROPULSION ÉLECTRIQUE DU MONDE



DÉPLAÇANT 17.680 TONNES, D'UNE LONGUEUR DE 164 MÈTRES, ÉQUIPÉ AVEC QUATRE MOTEURS DIESEL SIX CYLINDRES DE 750 CH A 225 TOURS PAR MINUTE, CE BÂTIMENT AMÉRICAIN, LE « BRUNSWICK », A UNE CAPACITÉ DE 12.500 TONNES. LES MOTEURS DIESEL ENTRAÎNENT DES GÉNÉRATEURS ÉLECTRIQUES QUI FOURNISSENT LE COURANT AUX DEUX MOTEURS PROPULSEURS DU NAVIRE DE 1.400 CH CHACUN

L'ÉVOLUTION DE LA MARINE MARCHANDE AMÉRICAINE DEPUIS UN DEMI-SIÈCLE

La flotte des États-Unis est la seconde du monde

Par Henri LE MASSON

Si l'on remonte à la guerre de Sécession (1860-1865), on constate que cette lutte prolongée avait vivement compromis la vitalité des armements des États-Unis en formation. En effet, les capitalistes du Nouveau Monde portèrent alors tous leurs efforts sur la mise en valeur de leur immense territoire, par suite des avantages de placement plus rémunérateurs que leur offrait cette exploitation, par rapport au commerce maritime. La nouvelle fédération avait, d'autre part, voté des lois rigoureuses, inspirées d'un protectionnisme étroit, pour interdire la nationalisation des bâtiments construits à l'étranger. Il en était de même pour le règlement concernant la sécurité, l'hygiène, la propreté et l'aménagement des flottes marchandes, ce qui, bien entendu, avait considérablement augmenté les frais généraux et les salaires. Peu après, la substitution du fer au bois dans la construction des navires modernes, qui remonte déjà à 1860, avait singulièrement handi-capé les chantiers de construction de la Nouvelle Amérique. Dans ces conditions, il n'est pas étonnant de constater que la marine des États-Unis, en 1913-1914, enregistrait seulement un million de tonneaux (1.066.000 exactement), pour les bâtiments capables d'assurer la navigation au long cours, alors que la puissante flotte anglaise comptait plus de 20 millions de tonneaux. En présence d'une situation aussi précaire, les États-Unis réagirent vigoureusement, et, grâce aux subsides officiels, cette situation fut rapidement améliorée, puisque aujourd'hui le tonnage de la marine marchande américaine atteint 12 millions de tonneaux, sans compter la flotte intérieure des grands lacs. N'oublions pas qu'entre 1854 et 1864, avant la guerre de Sécession, les navires américains concurrençaient avantageusement les unités étrangères de l'ancien monde. Il y a donc lieu de constater qu'après plus d'un demi-siècle, nous assistons à une véritable renaissance de la marine marchande du pavillon étoilé. Un projet de loi vient d'être voté, qui accorde encore 250 millions de dollars, au taux extraordinairement bas de 2,5 %, pour la construction de nouvelles unités. Nous avons pensé qu'un si bel effort était digne de retenir l'attention de nos lecteurs, pour qu'ils puissent juger comment s'est accomplie l'évolution de cette flotte, qui tient actuellement le deuxième rang parmi les pavillons des grandes marines du monde.

Ce n'est que vers 1924, lorsque le marché intérieur des États-Unis n'absorba plus la totalité de la production nationale, que la nécessité d'avoir une importante flotte commerciale de haute mer s'imposa impérativement aux Américains. Dès les premiers jours de la Grande Guerre, en effet, il apparut que l'on risquait de perdre les débouchés extérieurs déjà acquis, faute de moyens de transport. Il était loisible, par ailleurs, de prévoir une extension considérable de toutes les fabrications appe-

lées à trouver de nouveaux débouchés sur les marchés lointains que ne pouvait plus alimenter l'Europe ; il fallait, enfin, envisager la libre réception des matières premières manquant aux États-Unis.

Dès le 18 août 1914, le Congrès vota, sans débats, un premier « bill » autorisant l'immatriculation sur le registre américain de n'importe quel bâtiment construit à l'étranger ; plusieurs autres lois, destinées à faciliter le développement de la flotte commerciale, furent également acceptées par la suite.

Mais, si favorables qu'elles puissent être, des dispositions législatives ne suffisent pas pour créer, en quelques mois, une importante

(1) Voir les articles sur les marines marchandes italienne et allemande dans *La Science et la Vie*, n° 123, page 175, et n° 128, page 113.

marine marchande dans un pays dépourvu de cette solide armature maritime que constitue un faisceau d'importantes compagnies de navigation, avec une organisation commerciale éprouvée et très étendue. Et les armateurs américains n'étaient pas encore parvenus, en 1916, à obtenir des résultats suffisants. Aussi, devant la gravité des événements européens, le gouvernement

n'hésita plus à devenir lui-même constructeur et armateur ; le 7 décembre 1916, il instituait, sous le nom de « Shipping Board »,



CARTE DES GRANDS LACS AMÉRICAINS

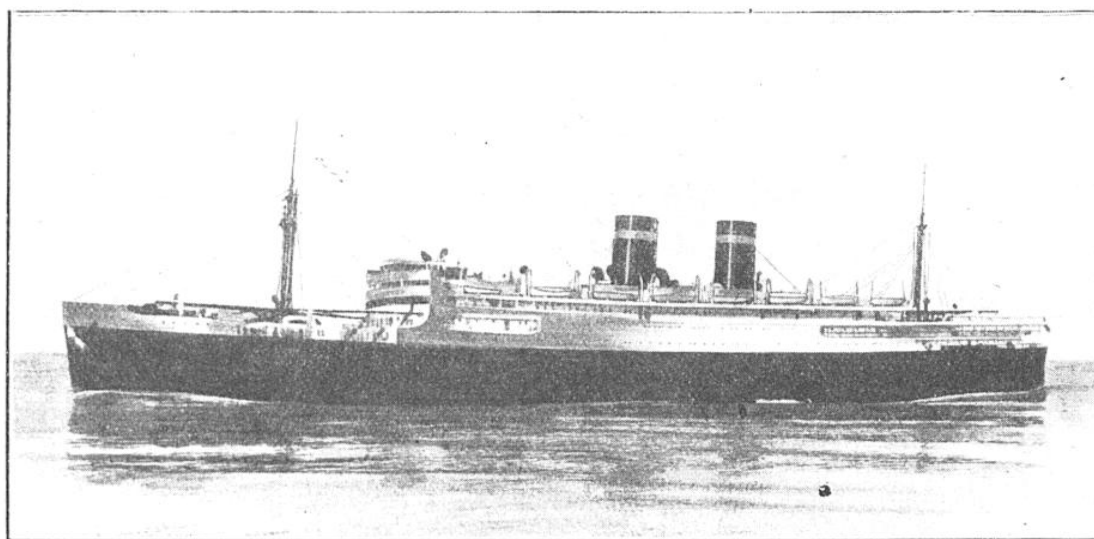
Les grands lacs américains ont une superficie totale de près de 300.000 kilomètres carrés. Ils forment donc une véritable mer intérieure, réputée par ses tempêtes dangereuses. Bordés par quelques-uns des Etats américains les plus riches en minerais et les plus industriels, ils sont sillonnés par 2.400.000 tonneaux de bâtiments marchands, et sur leurs rives se sont édifiés des ports importants, dont les installations ne le cèdent en rien, au point de vue perfection de l'outillage, aux plus grands ports de mer.

un comité de cinq personnes, doté des pouvoirs les plus absolus.

Le « Shipping Board », qui existe toujours, était chargé de construire, d'équiper et d'affréter une flotte marchande, de créer des sociétés commerciales, à forme privée, pour l'exploitation de cette flotte (le gouvernement devait, cependant, demeurer propriétaire de la majorité des titres des sociétés ainsi cons-

tituées) et, d'une façon générale, de gérer tous les services commerciaux américains.

Dès l'entrée en guerre des Etats-Unis, le



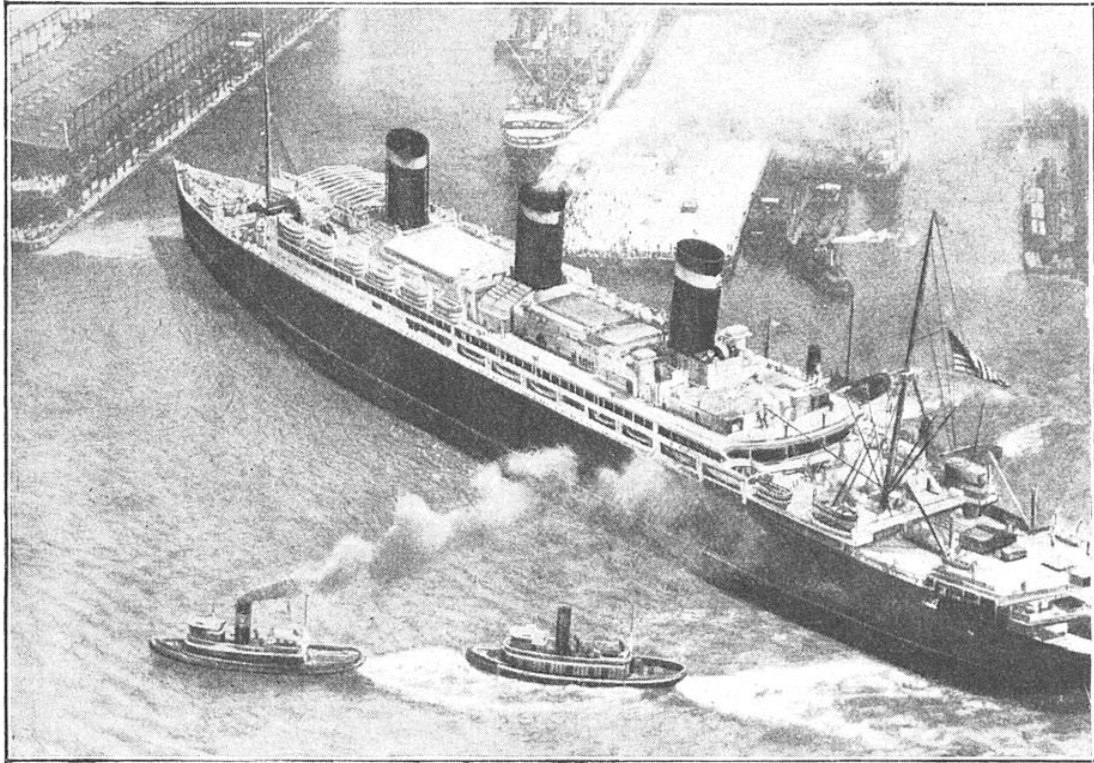
LE PLUS GRAND PAQUEBOT CONSTRUIT EN AMÉRIQUE, LE « CALIFORNIA »

Le California (21.000 tonneaux) est le plus grand paquebot qui ait été construit par un chantier américain. Il vient d'être terminé et comporte tous les perfectionnements et le luxe réservés habituellement aux paquebots « géants ». Les constructeurs américains ont fréquemment innové dans les détails d'aménagement : ce sont eux — pour ne donner qu'un exemple — qui, les premiers, ont équipé, il y a plus de cinquante ans, un paquebot avec le chauffage central.

« Shipping Board » énonça le formidable programme de constructions d'où est sortie la marine marchande actuelle ; il en poursuivit l'achèvement avec la plus grande énergie, pour pallier les pertes causées par la guerre sous-marine et grâce aux crédits importants qui lui furent accordés sans compter. Le tonnage disponible pour la navigation au long cours passa, de 2.400.000 tonneaux en

les sociétés privées étaient incapables d'absorber immédiatement les 8.000.000 à 9.000.000 de tonneaux du « Shipping Board », celui-ci devint armateur, sous le couvert de nombreuses sociétés qu'il organisa, et la plus grande flotte d'Etat que le monde ait connue se trouva ainsi constituée.

Dès 1920, au début de la période de crise économique qui sévit alors, les armateurs



LE PLUS GRAND PAQUEBOT DU MONDE, LE « LEVIATHAN »

Les Américains ont fait de l'ancien Vaterland — saisi en 1917 en même temps que 800.000 tonneaux de bâtiments allemands — le Leviathan. En transformant certains ponts ouverts à l'air libre en aménagements fermés, ils ont artificiellement accru son tonnage de 5.000 tonneaux et peuvent ainsi se flatter de posséder le plus grand paquebot du monde : 59.000 tonneaux.

juin 1917, à plus de 6.000.000 de tonneaux en 1918, et les livraisons de navires neufs atteignirent encore 4.525.000 tonneaux en 1919 et 2.860.000 tonneaux en 1920.

L'organisation commerciale maritime aux États-Unis

Le caractère de l'organisation commerciale maritime des États-Unis découle de cette accumulation de tonnage. Un des buts poursuivis est d'organiser un réseau très complet de services maritimes reliant les États-Unis aux autres continents. Comme

libres des États-Unis protestèrent contre le maintien de l'organisation d'Etat. Malgré la baisse des frets qui entraînait le désarmement d'un tonnage chaque jour plus important, le « Shipping Board » s'obtenait dans une exploitation déficitaire, assuré qu'il était de voir combler ses pertes par le gouvernement.

Une très violente opposition se manifesta dans les milieux maritimes et dans le haut commerce américain. Les douze cents principales Chambres de commerce se firent les porte-parole des protestataires, et le gouver-

nement dut, la même année, liquider sa flotte et donner à la marine marchande un statut lui assurant l'aide nécessaire pour conserver le transport de la majeure partie du commerce extérieur des Etats-Unis.

La liquidation, commencée en septembre 1920, n'est pas encore achevée... Elle s'est poursuivie, en effet, à travers les plus grandes vicissitudes, le « Shipping Board » ayant presque constamment posé des conditions inacceptables par les acquéreurs éventuels.

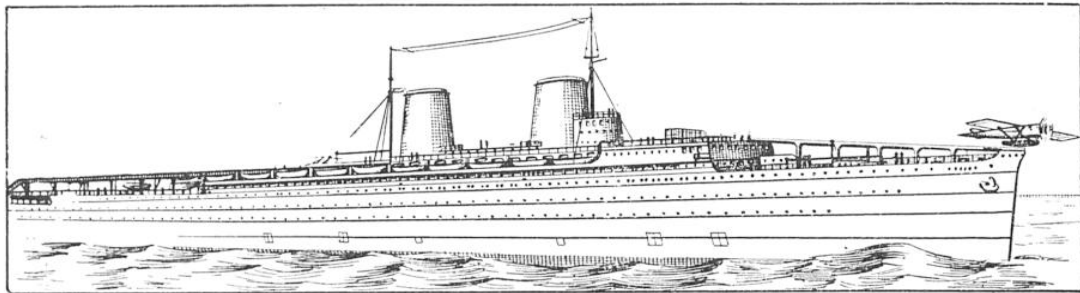
Le statut définitif, non plus, n'a pas encore été mis au point. Il existe bien une loi de juin 1920, connue sous le nom de *Jones Act*; mais ses trente-neuf articles n'ont pu recevoir pleine application, de peur de provoquer à l'étranger de graves

part, l'administration des postes confie de préférence le transport des courriers aux bâtiments américains, non sans payer, bien entendu, d'importantes redevances en contrepartie de ce service.

Pour l'exercice 1928-1929, le Congrès a accordé au « Shipping Board » près de 26 millions de dollars, soit 650 millions de francs, dont la moitié pour les subventions proprement dites et le reste pour les travaux d'entretien ou de modernisation de sa flotte.

La flotte marchande américaine compte 12 millions de tonnes

Le tonnage disponible pour la navigation au long cours s'élève actuellement à 12 millions de tonnes environ, dont



DESSIN ÉTABLI D'APRÈS UNE MAQUETTE D'UN FUTUR PAQUEBOT AMÉRICAIN PORTE-AVIONS

Les dimensions des futurs paquebots porte-avions américains sont à peu près identiques à celles des récents porte-avions de la marine de guerre américaine. Les superstructures : passerelles, mâts et cheminées, réduites au minimum, seront rejetées sur le flanc pour dégager la plate-forme d'envol ou d'atterrissage.

représailles. Pour l'exécuter intégralement, les Etats-Unis devraient, en effet, rompre tous les traités de commerce dans lesquels figure une clause interdisant tout traitement préférentiel accordé à des navires ou à des citoyens américains.

L'impossibilité d'appliquer le *Jones Act* détermina le gouvernement à envisager une autre forme de protectionnisme en instituant un régime de larges subventions, tant pour la construction des navires que pour aider les armateurs dans leur exploitation. Aucune des nombreuses propositions de loi déposées dans ce sens n'a encore abouti; mais on aura une idée de la grandeur des subventions préconisées en sachant que le *Leviathan* recevrait annuellement un million de dollars, soit plus de 25 millions de francs !

Quoique aucun bill n'ait encore établi de régime définitif, les armateurs reçoivent, cependant, des subsides, car le « Shipping Board » détermine, chaque année, les sommes nécessaires pour assurer le maintien de certains services ou, dans d'autres cas, pour couvrir les déficits d'exploitation. D'autre

6.500.000 appartiennent aux armements privés et le reste au « Shipping Board ». Le tonnage désarmé est considérable, mais varie constamment. Il a oscillé depuis cinq ans entre 3 millions et 5 millions de tonnes; il tend plutôt à diminuer.

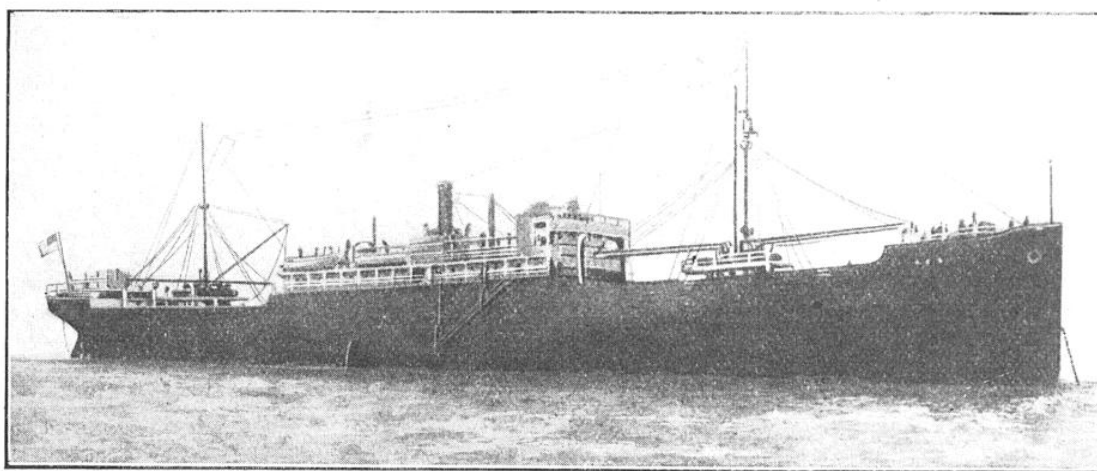
La marine américaine comprend surtout des vapeurs de charge de 12.000 à 14.000 tonnes, dont un très grand nombre sont propulsés par des turbines et chauffés au mazout. C'est une flotte moderne, puisque la presque totalité de ses unités n'atteint pas dix ans d'âge. Mais, depuis la guerre, une véritable révolution s'est produite dans la propulsion des bâtiments de mer; de plus en plus, les vapeurs de charge modernes sont dotés de moteurs à combustion interne, dont la mise au point a marqué un très sérieux progrès. Pour cette raison, le « Shipping Board », soucieux de poursuivre auprès des armateurs son rôle d'éducateur, a dépensé, depuis trois ans, plusieurs millions de dollars pour transformer en « motorships » quelques-uns de ses vapeurs. Une vingtaine de grands cargos, bien adaptés à l'explo-

tation des lignes régulières, ont déjà été ainsi équipés ; il est possible que leur nombre s'accroisse prochainement.

Les « motorships » du « Shipping Board » ne représentent pas le seul tonnage américain propulsé au moyen de moteurs à combustion interne. Aux « tankers », c'est-à-dire aux bâtiments spécialisés dans le transport en citernes des pétroles et essences, les moteurs Diesel conviennent, en effet, parfaitement. Or les grands trusts pétroliers américains en ont construit, depuis la guerre, 2.300.000 tonneaux, soit les deux cinquièmes de la flotte mondiale des « tankers », et la

tuèrent un appoint sérieux pour leur flotte. Elles étaient parfaitement adaptées au trafic Nord-Atlantique, et, remises en service en 1920, elles permirent au pavillon américain de participer, pour une part importante, au trafic des passagers entre l'Europe et les États-Unis.

Aux paquebots ex-allemands sont venus s'ajouter une vingtaine de grands transports de troupes de 12.000 à 14.000 tonneaux, d'une vitesse de 14 à 17 nœuds, construits pendant la guerre et qui ont pu être transformés en paquebots dans des conditions satisfaisantes, tant pour le trafic Nord-



UN TYPE RÉCENT DE NAVIRE DE CHARGE AMÉRICAIN

Un des grands vapeurs de charge récemment transformé, par le Shipping Board, en « motorship ». Il représente un des types de navire de charge les plus répandus dans la marine américaine.

« Standard Oil » — pour ne donner qu'un exemple — en possède déjà une trentaine de plus de 10.000 tonneaux chacun, dont le *C. O. Stillman*, de 22.000 tonneaux et 170 mètres de long, le plus gros navire-citerne du monde.

Les paquebots américains

La situation de la marine américaine est beaucoup moins favorable au point de vue des paquebots. A l'exception des unités nécessaires aux trafics réservés au pavillon américain, les États-Unis ne possédaient, avant 1914, que de très rares paquebots, déjà anciens, sur les lignes d'Europe ou d'Extrême-Orient. Les unités allemandes, telles que le *Vaterland* (maintenant le *Leviathan*), de 59.000 tonneaux, ou le *George Washington*, de 25.000 tonneaux, bloquées dans leurs ports et immédiatement saisies dès la déclaration des hostilités, consti-

tuèrent un appoint sérieux pour leur flotte. Elles étaient parfaitement adaptées au trafic Nord-Atlantique, et, remises en service en 1920, elles permirent au pavillon américain de participer, pour une part importante, au trafic des passagers entre l'Europe et les États-Unis.

Cependant, il n'existe pas, sous le pavillon étoilé, quarante-cinq paquebots ayant un tonnage supérieur à 10.000 tonneaux.

Les Américains font, d'ailleurs, de grands efforts pour améliorer cette situation. Ils viennent de mettre en service, il y a quelques semaines, trois unités très modernes de 17.000 à 22.000 tonneaux, dont deux à propulsion turbo-électrique et quatre plus petits à moteurs (10.000 tonneaux environ), destinées à la ligne des Hawaï, au service New York-Havane-Panama-San Francisco et à la ligne New York-Chili *via* Panama. Le « Shipping Board » vient également de se faire allouer 12 millions de dollars pour la refonte complète de deux paquebots ex-allemands de 20.000 tonneaux, désarmés depuis 1920, et qui, entièrement modernisés,

dotés de nouveaux appareils moteurs (chaudières à haute pression et turbines à engrenages réducteurs), s'adjoindront, dans deux ans, au *Leviathan*, pour permettre au pavillon américain d'exploiter, lui aussi, un service hebdomadaire à marche rapide sur la grande route New York-Cherbourg-Southampton.

Les paquebots porte-avions

Mais, dans cet ordre d'idées, le projet le plus intéressant est celui que vient de mettre au point une société nouvellement créée sous le vocable « Transoceanic Corporation », qui envisage la construction de six paquebots porte-avions de 35.000 tonnes, d'une vitesse de 33 nœuds, pour assurer un service régulier entre les États-Unis, Plymouth et Le Havre.

Ces paquebots, longs de 270 mètres, larges de 30 mètres, partiront de Montauk Point, à l'extrémité de Long Island, où l'on projette l'établissement d'un quai ultra-moderne en eau profonde, que des trains directs relieront en trois ou quatre heures à New York.

Ils transporteront seulement 800 passagers de première classe (en 475 cabines, toutes avec salle de bains particulière), 614 hommes d'équipage et 1.000 tonnes de fret (sacs de poste ou marchandises). Les chaudières et les appareils moteurs absorberont, en effet, un volume et un poids considérables, étant donné la puissance formidable (140.000-160.000 ch) nécessaire pour maintenir une vitesse aussi élevée. D'autre part, un cubage important d'entreponts et de cales sera réservé pour stocker 24 avions ou hydravions et aménager un vaste hangar de montage aéronautique.

Techniquement, ce projet n'est pas irréalisable. Il semble que les ingénieurs tablent, pour l'appareil moteur, sur des données et des rendements qui n'ont pas encore été couramment réalisés ; mais la construction américaine est, au point de vue des chaudières à haute pression et des turbines, plutôt plus avancée que la construction européenne. La « Transatlantic Corporation » bénéficiera également, dans une large mesure, des enseignements recueillis à bord des deux porte-avions géants que la marine de guerre américaine vient de mettre en service.

Financièrement, et quoique ce projet soit patronné par de nombreuses et importantes personnalités industrielles et commerciales, il pourra difficilement être réalisé sans une aide considérable de l'État. Tant pour les paquebots que pour les installations accessoires à terre, on estime, en effet, à plus de 3 milliards et demi de francs le capital

à engager. Le « Shipping Board » vient d'être sollicité de consentir un prêt de 2 milliards 400 millions de francs à faible intérêt, qui permettrait la mise en chantier immédiate de ces six paquebots au prix de 520 millions chacun, somme considérable si l'on songe qu'ils seront identiques et que leur construction pourra être standardisée.

Si, dans quelques années, ce service fonctionne normalement, comme cela paraît très possible, les Américains posséderont, sur la grande route maritime Europe-États-Unis, une supériorité incontestable au double point de vue de la vitesse et de la puissance. Le fait d'envisager une réalisation de cette envergure montre combien les États-Unis tiennent à consolider leur établissement maritime et à conquérir, sur les océans, la suprématie commerciale, de même qu'ils aspirent à acquérir la maîtrise absolue des mers au point de vue militaire. Des bâtiments de ce genre seraient, d'ailleurs, un appoint formidable pour leurs escadres en temps de guerre.

En dehors de l'appellation officielle de « Transatlantic Corporation », les créateurs de la nouvelle société ont déjà trouvé le nom populaire sous lequel ils veulent faire connaître et apprécier leur tentative. Leur choix s'est arrêté sur *The blue ribbon line* : la « ligne du ruban bleu ». Le ruban bleu, la flamme symbolique, insigne de la plus grande vitesse sur les océans, âprement disputée, depuis soixante ans, par les grands armements transatlantiques, et détenue, depuis vingt et un ans, par le fameux cunarder anglais *Mauretania*, demeuré, aujourd'hui encore, le paquebot « le plus vite du monde ».

La marine américaine se développe donc très différemment des autres marines marchandes. Son évolution, au cours des dernières années, confirme cependant l'impossibilité d'exploiter commercialement une flotte d'État dans des conditions satisfaisantes (au 30 juin 1927, le déficit des lignes exploitées par le « Shipping Board », pour l'année écoulée, dépassait 14 millions de dollars). Cette impossibilité témoigne en même temps de la nécessité impérieuse, pour tout gouvernement qui estime indispensable à la prospérité d'un pays une marine marchande agissante, de consentir aux sacrifices financiers (subventions, primes à la construction, etc.) ou de trouver des formules économiques (exemptions douanières, etc.) qui permettent aux armements privés de faire face à la compétition internationale.

HENRI LE MASSON.

LA FRANCE VIENT DE DOTER LA HOUILLE BLANCHE D'UN LABORATOIRE MODERNE

Par L.-D. FOURCAULT

La méthode expérimentale s'impose de plus en plus dans tous les domaines de l'activité industrielle, pour déterminer, au préalable, les meilleures conditions dans lesquelles sont réalisées ses installations. Dans cet ordre d'idées, les puissantes turbines hydrauliques modernes, dans lesquelles l'eau motrice suit aveuglément le trajet précis calculé à l'avance, sont maintenant examinées scientifiquement dans des laboratoires spéciaux. L'utilisation de la houille blanche, au point de vue rationnel, laisse loin maintenant derrière elle les premières roues hydrauliques, dont le moulin antique est le prototype. Il importait donc de créer un laboratoire bien adapté au développement considérable de la houille blanche, pour y exécuter minutieusement toutes les mesures, soit des phénomènes « mis en équation », soit du rendement des machines conçues au bureau d'études. Le laboratoire récemment installé à Beauvert, dans l'Isère, répond à ce but et rendra certainement de grands services à l'industrie hydroélectrique française.

La été assez souvent parlé des prodiges d'ingéniosité que doivent déployer nos savants dans des laboratoires, hélas ! bien pauvres et mal outillés, faute de ressources financières, pour que nous ayons quelque satisfaction à signaler ici les superbes installations d'essais établies par la toute jeune et déjà prospère industrie de la « houille blanche ». C'est dans l'Isère, berceau des

premières industries qui utilisèrent la force hydraulique en France, qu'ont été édifiées, dernièrement, les installations du laboratoire de recherches de Beauvert, dues à l'initiative de la Société Hydrotechnique de France et que nous décrivons ici.

Les premières chutes d'eau équipées en vue de la production d'énergie électrique ont naturellement été choisies parmi les plus

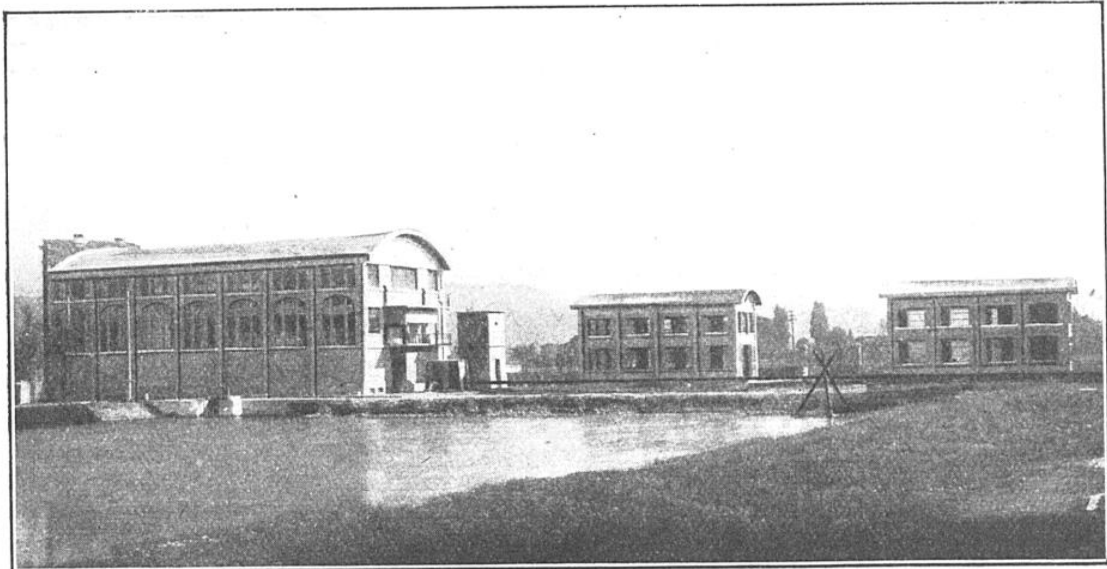


FIG. 1. — VUE D'ENSEMBLE DU LABORATOIRE D'HYDRAULIQUE DE BEAUVERT (ISÈRE) ET DU

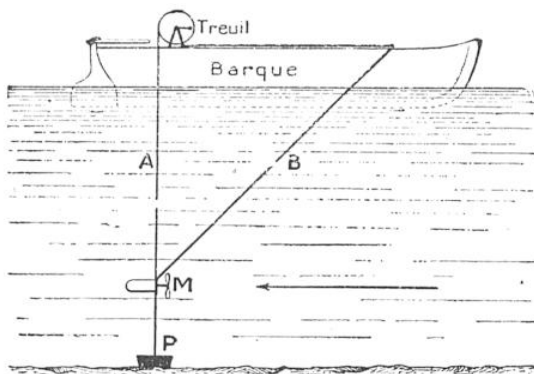


FIG. 2. - SCHÉMA D'INSTALLATION D'UN MOULINET DE JAUGEAGE SUR UN COURS D'EAU. Deux câbles, A et B, lestés par un saumon de plomb P, maintiennent en place le moulinet M à hélice. Des contacts à enregistrement électrique donnent les vitesses du courant, d'après un tirage effectué au préalable en traînant le moulinet à une vitesse connue dans une eau immobile.

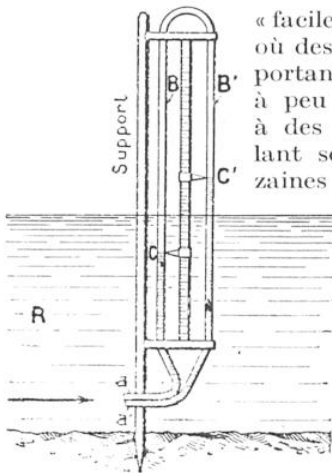


FIG. 3. - SCHÉMA D'UN TUBE DE PITOT-DARCY

Le tube de Pitot-Darcy se compose de deux tubes de verre B et B' communiquant à leur partie supérieure. Leurs orifices inférieurs a et a' sont disposés de façon à déceler l'une la charge statique (hauteur d'eau), l'autre la pression dynamique du courant. Ces deux forces font, l'une monter, l'autre descendre l'eau dans chacun des tubes correspondants. La différence de hauteur des deux colonnes, mesurée aux curseurs C et C', permet, au moyen de tarages préalables, de mesurer la vitesse moyenne de l'eau dans la rivière R.

« faciles », c'est-à-dire là où des débits assez importants pouvaient être à peu de frais amenés à des turbines travaillant sous quelques dizaines de mètres de chute. Mais, lorsque ces « chutes moyennes » ont été toutes équipées, on a dû envisager les moyens d'utiliser aussi les « basses chutes » de plaine, comportant de gros débits sous de faibles dénivellations, puis les « hautes chutes » de montagne, de débits plus restreints, mais pouvant atteindre plusieurs centaines de mètres de hauteur.

Bien que de nombreux savants et techniciens se soient, en France,

adonnés à des recherches théoriques sur la science hydraulique, tels MM. le comte de Sparre, Eyraud, les professeurs Barbillon, à Grenoble; Camichel, à Toulouse, etc., il devenait nécessaire, pour ces nouvelles réalisations, d'étudier expérimentalement les différents problèmes de l'hydraulique industrielle : mesure des gros débits, évaluation des pertes de charge, du rendement des turbines, causes des coups de bélier, rôle des cheminées d'équilibre, enregistrement des charges, etc. Le laboratoire de Beauvert répond à ces besoins au moyen de trois ensembles distincts :

1° Une installation destinée aux études sur les machines hydrauliques ;

2° Un ensemble de deux canaux pour

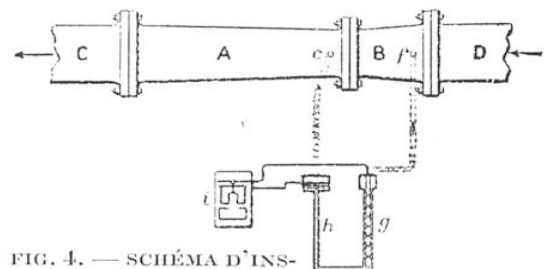


FIG. 4. — SCHÉMA D'INSTALLATION D'UN « TUBE VENTURI »

A et B, parties coniques intercalées dans la canalisation C D. Les trous alimentant deux petites canalisations e et f transmettent les pressions respectives (normale et étranglement) aux deux branches h et g d'un tube manométrique, dont le mercure établit les contacts correspondant à l'indicateur électrique i, où sont lues les indications.

l'étude de l'écoulement de l'eau selon qu'elle est calme ou agitée ;

3° Un aménagement pour l'étude des pertes de charges dans les canalisations.

Quelques chiffres donneront une idée de l'importance de ces études et essais : le service de contrôle permanent, institué par la Société Hydrotechnique de France pour la vérification des turbines des chutes d'eau déjà aménagées, a pu, par une première vérification, accroître de 10 à 15 % le rendement des installations, soit une puissance de plus de 100.000 ch pour 113 usines contrôlées. Cette puissance, ainsi récupérée par des réparations ou modifications peu coûteuses, correspond à un capital de plus de 200 millions de francs, qui pourra ainsi être utilisé pour l'aménagement de nouvelles chutes.

Dans un rapport au Congrès de la Houille blanche, un ingénieur spécialiste de ces essais, M. Jean Laurent, signalait que, pour une turbine de 5.000 ch dont le rendement baissait de 83 à 82 %, l'énergie annuelle

perdue pour ce point d'écart atteignait 390.000 kilowatts-heure, soit, à 0 fr 30 le kilowatt-heure, une perte de 117.000 francs en un an. Or il a été trouvé des installations où, par usure des aubages, le rendement était descendu jusqu'à 47 %. Pour les grosses installations, c'est donc par millions qu'on pourrait décompter l'énergie perdue. Au moment où l'équipement de nos forces hydrauliques réclame des capitaux très importants, on comprend tout l'intérêt qui s'attache à améliorer le rendement des installations.

2° Le *moulinet* ou petite turbine immergée dans le courant, dont elle permet de mesurer la vitesse (fig. 2), sert couramment pour les mesures approximatives. Mais il suppose l'écoulement de tout le débit par veines parallèles, condition qui n'est pas réalisable en pratique ;

3° La méthode des corps immergés, tel le tube de Pitot (fig. 3) avec lequel on mesure la vitesse réduite de certaines veines liquides, se trouve aussi troublée par les tourbillons qui se forment dans les écoulements de gros débits ;

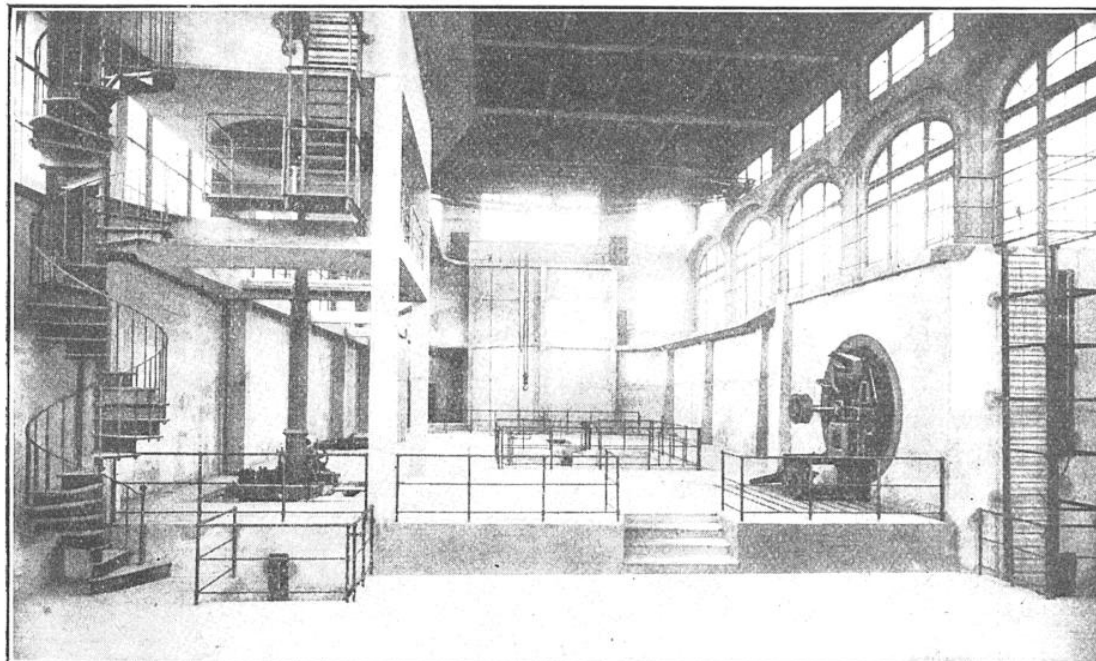


FIG. 5. - VUE INTÉRIEURE DE LA GRANDE SALLE DES ESSAIS DU LABORATOIRE, A BEAUVERT
On voit, à gauche, la tuyauterie utilisée pour les essais avec une chute de 8 mètres; à droite, une turbine est en essai sur la chute de 4 mètres de hauteur.

Comment l'on peut mesurer l'écoulement d'un cours d'eau

La mesure d'un débit d'eau peut, théoriquement, s'effectuer par plusieurs méthodes assez différentes :

1° Par évaluation du volume d'une tranche d'eau passant en une seconde sur la crête d'un mur-déversoir (méthode de Bazin). Pour obtenir une « tranche » régulière, il faut toutefois que la masse d'eau arrive sans remous au déversoir et que celui-ci soit à paroi verticale. Cette dernière condition n'est presque jamais remplie dans les grands barrages, dont la solidité exige une paroi maçonnée avec un « fruit » très large à la base ;

4° L'emploi de tuyères noyées, préconisé par M. Rateau, donne des résultats précis, mais devient trop coûteux pour les calibres importants ;

5° Le tube ou compteur Venturi (fig. 4), consistant en un étranglement d'une conduite tubulaire au moyen d'un double tronc de cône, permet la mesure facile d'une vitesse qui s'y maintient relativement constante.

C'est ce dernier procédé qui est le plus souvent employé dans les essais hydrauliques. On commence aussi à utiliser, pour certaines expériences, la *chronophotographie* des veines liquides. On insuffle dans le courant d'eau des bulles d'air entraînant des

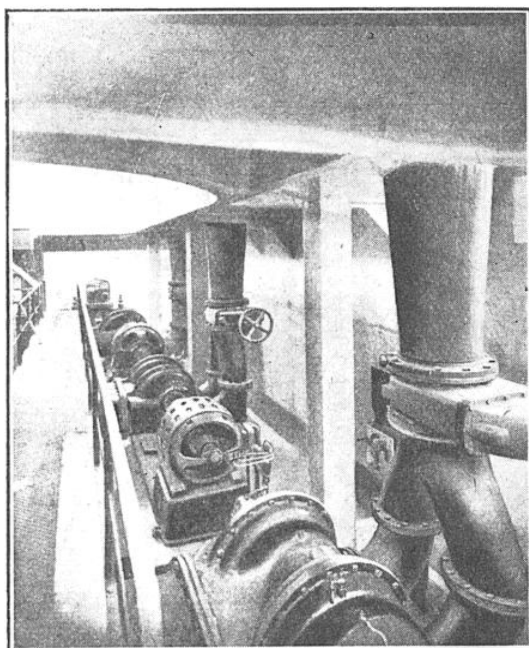


FIG. 6. — CETTE « STATION DE POMPAGE » COMPORTE DES POMPES CENTRIFUGES, DONT LA VITESSE DE ROTATION PERMET DE CRÉER DES PRESSIONS CORRESPONDANT A UNE CHUTE D'EAU DE 700 MÈTRES DE HAUTEUR

poussières métalliques très fines, qui ont pour but de rendre très visibles lesdites bulles. Un enregistrement photographique sur bande permet de suivre la marche de ces bulles et d'en déduire la vitesse du courant.

Essais des grandes turbines hydrauliques

Le débit, c'est-à-dire le nombre de litres (ou de mètres cubes) écoulés en une seconde, est le premier élément de tous les essais de rendement, mais cette mesure devient pratiquement très difficile pour les volumes d'eau importants. Les compteurs d'eau à piston, à disques basculants ou même à simple turbine, sont impossibles à réaliser, car ils deviendraient trop coûteux pour les appareils gigantesques qu'il faudrait construire. La roue Pelton, composée d'augets, dont l'on peut mesurer la contenance et la vitesse tangentielle, est devenue inapplicable aux grandes installations modernes.

C'est parce que l'on doit renoncer à mesurer les débits et rendements des turbines en place dans les usines hydrauliques elles-mêmes qu'il est devenu nécessaire d'en effectuer les essais en laboratoire, où l'on expérimente des modèles réduits, avec des

instruments qui donnent des résultats proportionnels, tel le compteur Venturi, constitué, comme nous l'avons dit, par un étranglement de conduite, où l'on mesure la pression atteinte sous l'influence de la vitesse d'écoulement.

Les essais des turbines sont basés sur la méthode dite « de similitude des turbomachines », dont les bases mathématiques ont été établies par M. Rateau et sont constituées par cinq coefficients : d'ouverture réduite, de débit, de puissance, coefficient manométrique, rendement mécanique. Il ne nous est pas possible de donner ces formules complexes ici, il nous suffit d'indiquer que cette méthode permet d'exécuter tous les essais des turbines avec un même modèle, dont les résultats sont applicables aux divers autres calibres du même type.

Les résultats numériques des essais sont traduits par des courbes analogues aux courbes de niveau d'altitude que l'on voit sur les cartes géographiques, et l'on appelle,

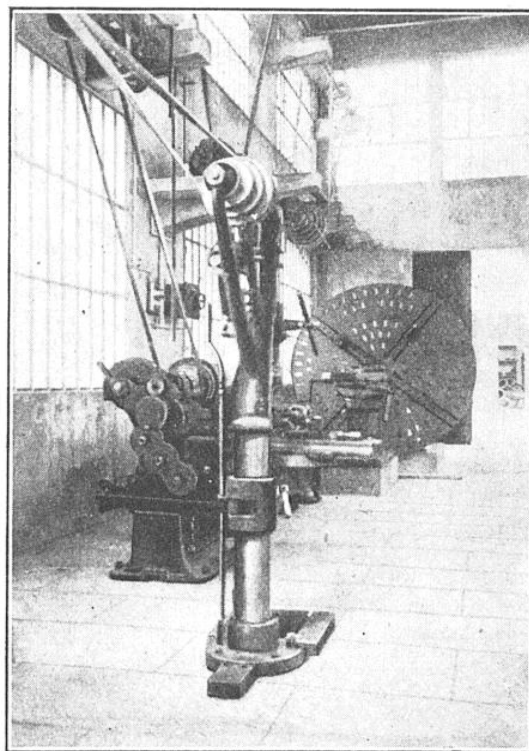


FIG. 7. — LE LABORATOIRE DE BEAUVERT COMPORTE UN ATELIER DE MÉCANIQUE ÉQUIPÉ DE MACHINES-OUTILS PERMETTANT DE FAIRE SUR PLACE LES RÉPARATIONS OU MODIFICATIONS NÉCESSAIRES AUX GROSSES TURBINES HYDRAULIQUES

pour cette raison, « topographie de la turbine » le diagramme obtenu.

Les turbines hydrauliques actuellement employées appartiennent à trois types principaux : turbines à axe horizontal (utilisées plutôt pour chutes de faible hauteur), turbines à axe vertical et, enfin, les turbines Kaplan, à hélice. Le rendement varie selon certaines caractéristiques de leur construction, notamment la forme des aubages propulseurs. Les puissances et rendements ne peuvent donc être déterminés que par des séries d'essais, effectués avec des débits rigoureusement mesurés, et c'est ce qui explique la nécessité d'une station d'essais hydrauliques, qui peuvent donner, à la suite de mesures précises, une orientation favorable aux efforts des constructeurs.

Le laboratoire de Beauvert réalise les conditions d'essai des turbines pour hautes, basses et moyennes chutes, au moyen des installations-types suivantes :

1° Une chute débitant 2.350 litres à la seconde, à hauteur variable de 2 à 4 mètres, pour les turbines à chambre ouverte, que leur axe soit horizontal ou vertical ;

2° Une chute d'un débit de 750 litres à la seconde, sous une hauteur de 8 mètres ;

3° Un débit plus réduit de 15 litres à la seconde peut provenir de chutes jusqu'à 200 mètres de hauteur. Il serait difficile et coûteux d'installer réellement cette hauteur de chute ; aussi est-elle réalisée par une pompe multicellulaire, qui peut débiter les 15 litres par seconde sous des pressions croissantes, jusqu'à 20 kilogrammes par centimètre carré. Un réservoir d'air et une sou-

papè de réglage, interposés entre la pompe et la turbine à essayer, permettent d'abaisser la pression, c'est-à-dire la hauteur de chute figurée. La mesure des débits se fait au moyen d'une série de bassins de jaugeage placés à l'aval.

Une innovation particulièrement intéressante vient d'être apportée à l'un des canaux du laboratoire, en vue de l'étude des modèles réduits de barrages : la paroi en béton a été remplacée, sur une longueur d'une dizaine de mètres, par des dalles en verre, tandis qu'une

fosse creusée à cet endroit, le long du canal, permet d'observer les phénomènes d'affouillement. On sait que ce sont ceux-ci qui sont le plus capables de compromettre la sécurité des grands barrages ; aussi cette nouvelle installation due à M. Jean Laurent, l'ingénieur-conseil des constructeurs, place-t-elle le laboratoire de Beauvert au premier rang des laboratoires hydrauliques du monde entier.

Ces belles installations sont à la disposition de tous les ingénieurs et constructeurs. Afin de permettre tous les essais avec les garanties de discrétion que réclament souvent les inventeurs et les constructeurs, des bureaux et ateliers y sont adjoints, où les compétiteurs peuvent élaborer toutes modifications que les essais révéleraient utiles. Notre industrie de la houille blanche se trouve maintenant dotée d'un laboratoire qui aidera à son extension rapide, pour le plus grand bien du développement de la production de la force motrice inépuisable dont la nature nous a assez largement pourvus.

L.-D. FOURCAULT.

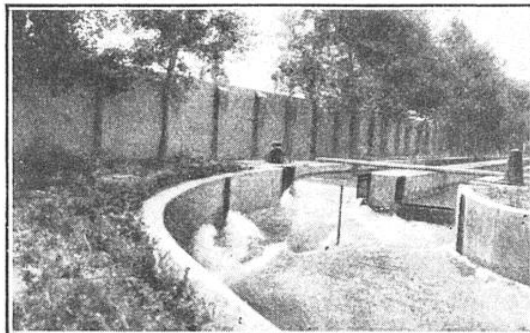
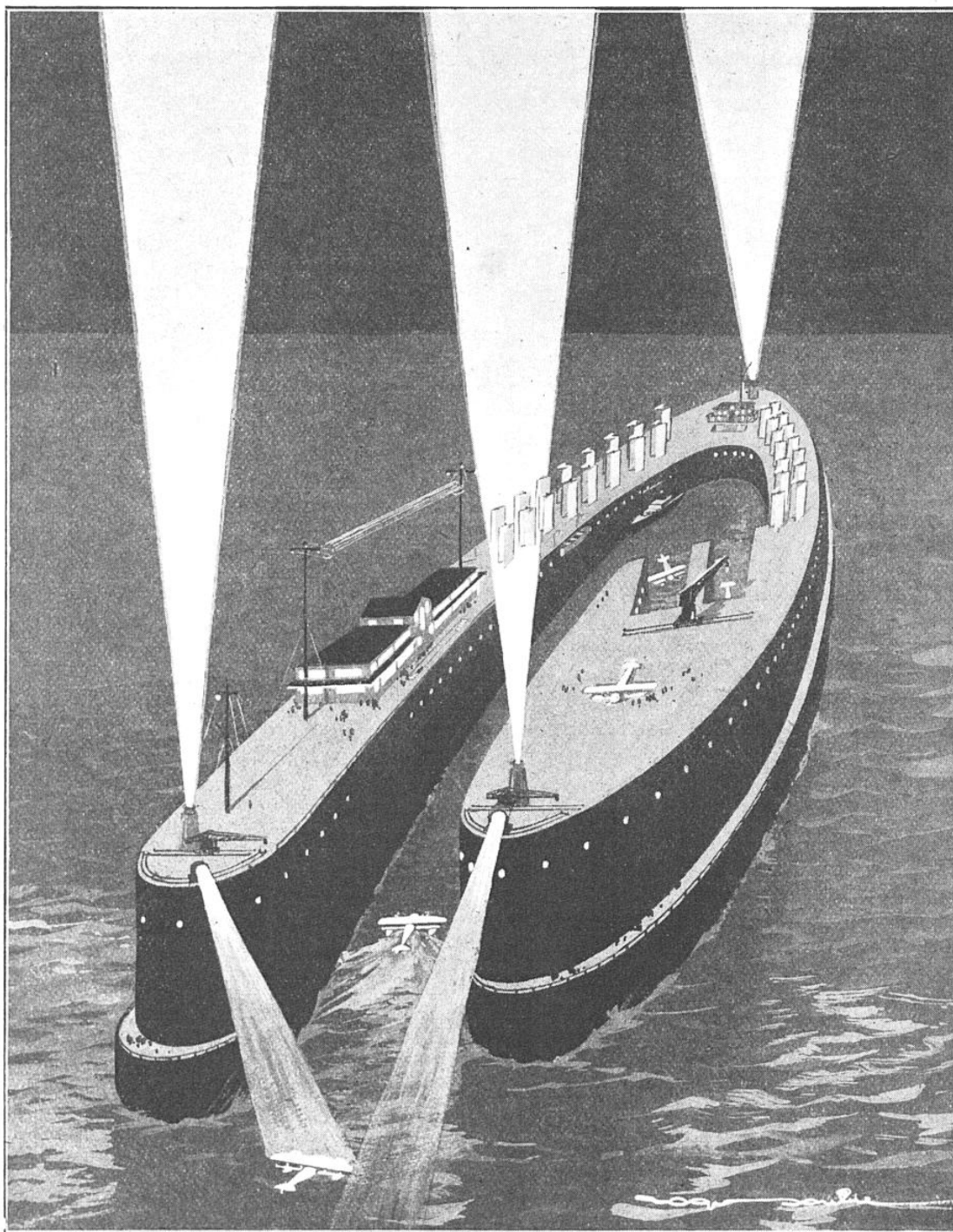


FIG. 8. — VUE DES DEUX CANAUX DE FUITE JUMELÉS POUR L'ÉVACUATION DES EAUX

Un déversoir avec repères permet le contrôle des débits des turbines, les observateurs se plaçant dans une fosse latérale.





LE PROJET DE L'ÎLE FLOTTANTE ÉTUDIÉE A LA FOIS POUR LA CAPTATION DE L'ÉNERGIE DES COURANTS MARINS ET POUR LA NAVIGATION AÉRIENNE TRANSATLANTIQUE (PROJET THOMAS)
Cette île serait équipée avec des turbines Thomas, aériennes et marines, qui permettraient à cet immense flotteur de se procurer, par ses propres moyens, toute la force motrice dont il aurait besoin. Les hydravions pourraient s'y ravitailler et les voyageurs y faire escale.

UNE TURBINE QUI PEUT CAPTER DIRECTEMENT SOIT L'ÉNERGIE DES COURANTS MARINS SOIT CELLE DES VENTS

Par Lucien FOURNIER

Notre éminent collaborateur, M. Lecomte, membre de l'Institut, a présenté récemment à l'Académie des Sciences une nouvelle turbine capable de puiser directement au sein des océans l'énergie des courants marins. Jusqu'ici, en effet, les chercheurs avaient surtout porté leurs efforts vers l'utilisation de l'énergie des marées (1). Au contraire, le principe sur lequel repose la turbine que nous décrivons ci-dessous, est bien différent et pourrait même donner lieu à un projet de réalisation d'« île flottante », productrice d'énergie électrique, qui pourrait à la fois servir de relais pour les lignes aériennes transatlantiques, ainsi que nous l'avons exposé précédemment ici (2). Cette turbine peut également utiliser les courants fluviaux, sans exiger l'aménagement coûteux d'un barrage, comme pour les chutes d'eau, et même l'énergie du vent, comme dans une roue éolienne. Nous avons pensé qu'un tel projet, qui n'est pas encore industriellement réalisé, était susceptible d'intéresser tous nos lecteurs qui suivent avec passion toutes les découvertes, inventions et perfectionnements capables de capter ou de produire l'énergie de plus en plus économiquement.

Ce qu'est la turbine Thomas

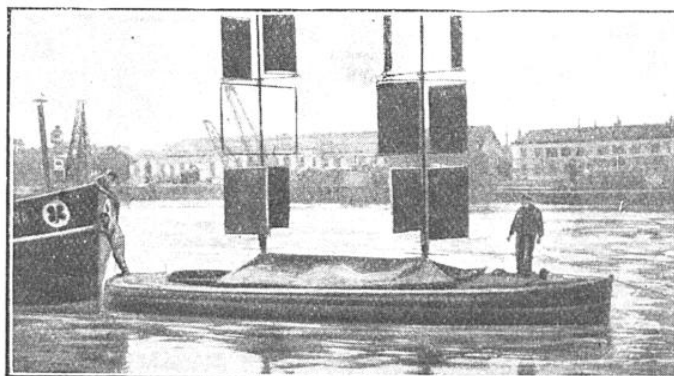
LES ingénieurs qui ont tenté de résoudre le problème de l'utilisation de l'énergie des mers se sont adressés soit aux dénivellations produites par les vagues, soit à celles occasionnées par les marées. Les premiers ne pouvaient obtenir que des résultats médiocres, puisque ces dénivellations agissent sur des flotteurs qui actionnent des pompes élevant l'eau dans un réservoir. Cette eau, pénétrant ensuite par une conduite forcée dans une turbine, peut assurer l'éclairage d'une villa. Il ne faut pas en demander plus à un tel système.

Beaucoup plus grandioses sont les projets d'utilisation des marées. Les inventeurs ont

été attirés par la hauteur des marées dans la Manche, en particulier sur les côtes de Bretagne, et par la présence de nombreux golfes et estuaires capables d'emmagasiner d'énormes quantités d'eau à chaque flux, à la condition de fermer ces estuaires par des

barrages contenant les turbines de l'usine marémotrice. On était parvenu, ces temps derniers, à construire des turbines spéciales pour ces usines et à réaliser des cycles de fonctionnement tels qu'à aucun moment, quelle que soit la marée, l'usine ne demeurait inactive.

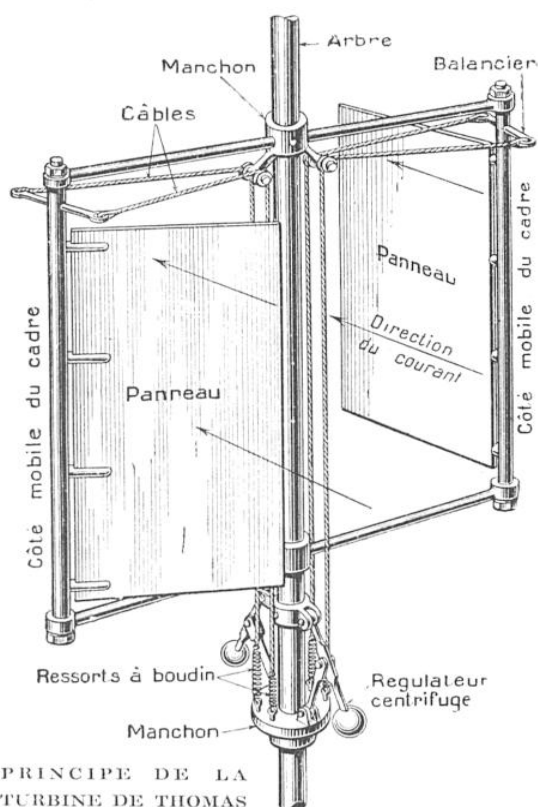
D'autres difficultés encore, comme, par exemple, celle relative à la conjugaison d'usines marémotrices avec des usines thermiques pour régulariser la production du courant, avaient été résolues par divers ingénieurs qui s'étaient attelés à ce problème de l'utilisation des marées avec une confiance absolue, digne de tous les succès.



CE BATEAU A VOILES TOURNANTES A PU MARCHER CONTRE
LE VENT GRACE AUX TURBINES AÉRIENNES THOMAS

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 65, page 335 et n° 71, page 427.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 126, page 509.



PRINCIPE DE LA
TURBINE DE THOMAS

Le dessin comporte seulement deux panneaux-moteurs pour faciliter la compréhension du mécanisme.

Malheureusement, tous les systèmes préconisés, tous les cycles imaginés, se heurtent à un obstacle presque infranchissable qui est la construction obligatoire d'un barrage de retenue. Le prix de ces travaux est si élevé actuellement qu'il est impossible de songer à les entreprendre. C'est, d'ailleurs, la seule raison pour laquelle la construction d'une usine marémotrice d'expérience n'a pas été tentée.

Le système imaginé par M. Thomas se présente très différemment et il constitue une grosse innovation. L'inventeur entend bien, lui aussi, capter l'énergie des marées, mais au lieu de s'adresser aux dénivellations dont elles sont l'origine il s'adresse à la force vive des courants de marée qui sont toujours importants aux abords des côtes. Il suffit, pour les atteindre, de plonger une turbine à une certaine profondeur en lui permettant, à

l'aide de flotteurs, de suivre le niveau de la marée, dans sa montée comme dans sa descente.

Dans ce système, la turbine constitue, à elle seule, toute l'invention. Elle fonctionne toujours, sans arrêt et à allure lente, dans le même sens, quel que soit celui du courant, même si pour une raison quelconque ce courant prend des directions variables à périodes très rapprochées ou très lointaines.

Dans le vent, elle est également toujours orientée puisque ses aubes tournent horizontalement et reçoivent toutes les impulsions de quelque côté qu'elles viennent, même si l'orientation du vent est perpétuellement différente. Elle évite ainsi les inconvénients que crée le gouvernail dans les moulins à vent verticaux.

De plus, sa rotation horizontale permet la suppression d'engrenages avec la perte de puissance dont ils sont l'origine et lui assure une solidité à toute épreuve.

Principe de la turbine

Un arbre vertical maintenu au centre d'une carcasse rigide, qui peut être en acier ou en béton armé, porte deux encadrements rectangulaires dont les bras horizontaux sont fixés à l'arbre par l'intermédiaire de deux manchons. Les côtés verticaux de ces encadrements sont constitués par des tubes capables de tourner sur eux-mêmes.

Chacun de ces tubes porte un panneau

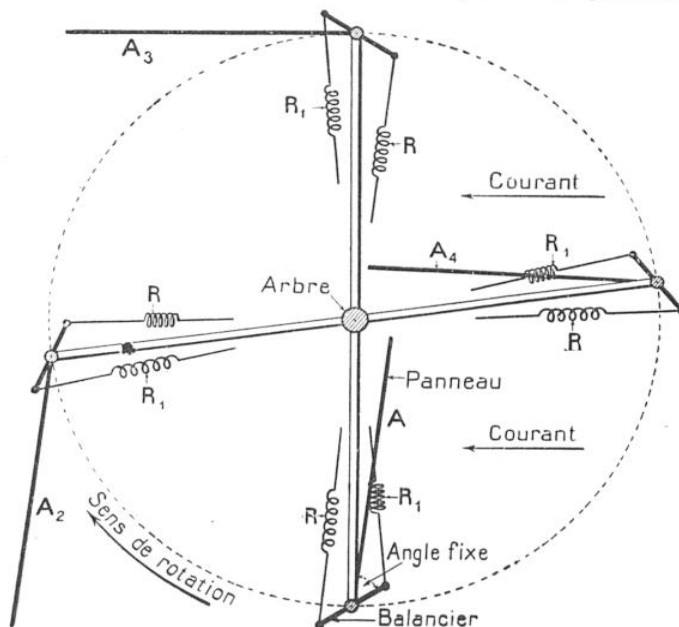


SCHÉMA DU FONCTIONNEMENT DES PALES
(Voir explications dans le texte.)

susceptible, par conséquent, de tourner dans ou même hors de son cadre ; mais sa course est limitée par la tension de deux ressorts R et R_1 fixés tous deux sur le manchon inférieur de l'arbre et prolongés par deux câbles qui, passant sur deux poulies appartenant au manchon supérieur, les renvoient aux deux extrémités d'une sorte de balancier lui-même fixé au tube vertical maintenant le panneau.

On remarque, dès maintenant, que les mouvements de ces panneaux, mouvements d'oscillations dus à la pression du fluide dans lequel la turbine est plongée, seront limités, ajoutons rigoureusement limités, par la tension de ces ressorts.

Dans la pratique, la turbine reçoit quatre cadres disposés à 90° autour de l'arbre et rien n'empêche le système d'être complété par un autre semblable fixé sur le même arbre prolongé, ou même par deux autres. On obtient ainsi une association de turbines travaillant sur un arbre unique, lequel commande une dynamo, placée au-dessus de la construction par un système de courroies ou d'engrenages multiplicateurs.

La construction, quelle que soit son importance, dans son application maritime, est toujours maintenue dans l'élément liquide par un système de flotteurs. Elle peut donc être installée n'importe où, aussi bien à proximité des rivages qu'en plein océan, pour constituer une usine productrice de courant électrique.

Comme les flotteurs doivent obligatoirement appartenir à une plate-forme, celle-ci peut être aussi importante qu'on le désire et recevoir non plus une turbine unique, simple ou double ou triple, mais autant

d'éléments qu'on le désire. La plate-forme peut donc devenir une véritable embarcation, une grande usine flottante susceptible de se déplacer par ses propres moyens, de travailler à proximité d'un centre industriel, au milieu de l'océan ou de partir pour une

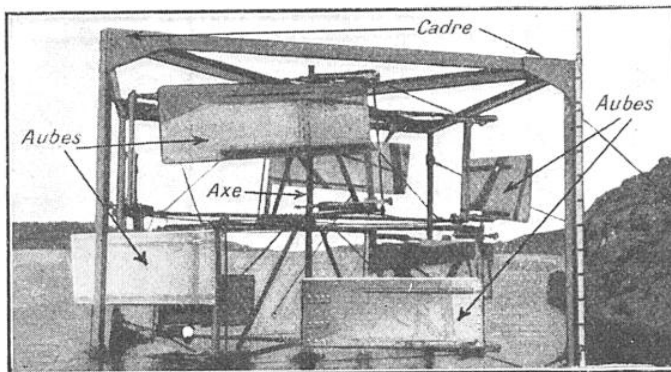
destination éloignée sans cesser un seul instant de produire du courant.

En cas de tempête, l'usine peut descendre ses flotteurs et en même temps ses turbines à une profondeur suffisante pour les mettre à l'abri de l'agitation des vagues et leur permettre de travailler dans des conditions normales.

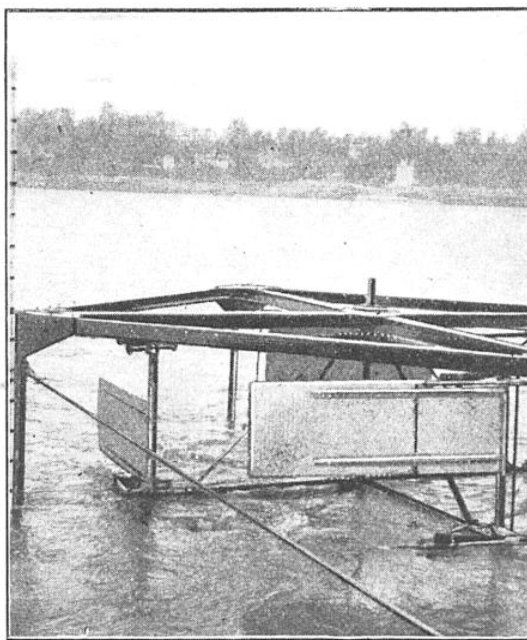
Voici comment se comporte la turbine dans un fluide en mouvement

La figure schématique qui accompagne ce texte va nous faciliter les explications relatives au fonctionnement de la turbine.

Quand le panneau occupe la position A , l'impulsion produite par le courant (air ou eau) est presque maximum. Le ressort R est complètement tendu, tandis que le ressort R_1 est complètement détendu. Cette position, loin d'être arbitraire, est déterminée par la tension maximum du ressort R_1 , de sorte que l'angle fait par le panneau et son balancier a une valeur fixe.



LA TURBINE MARINE AVANT SON IMMERSION



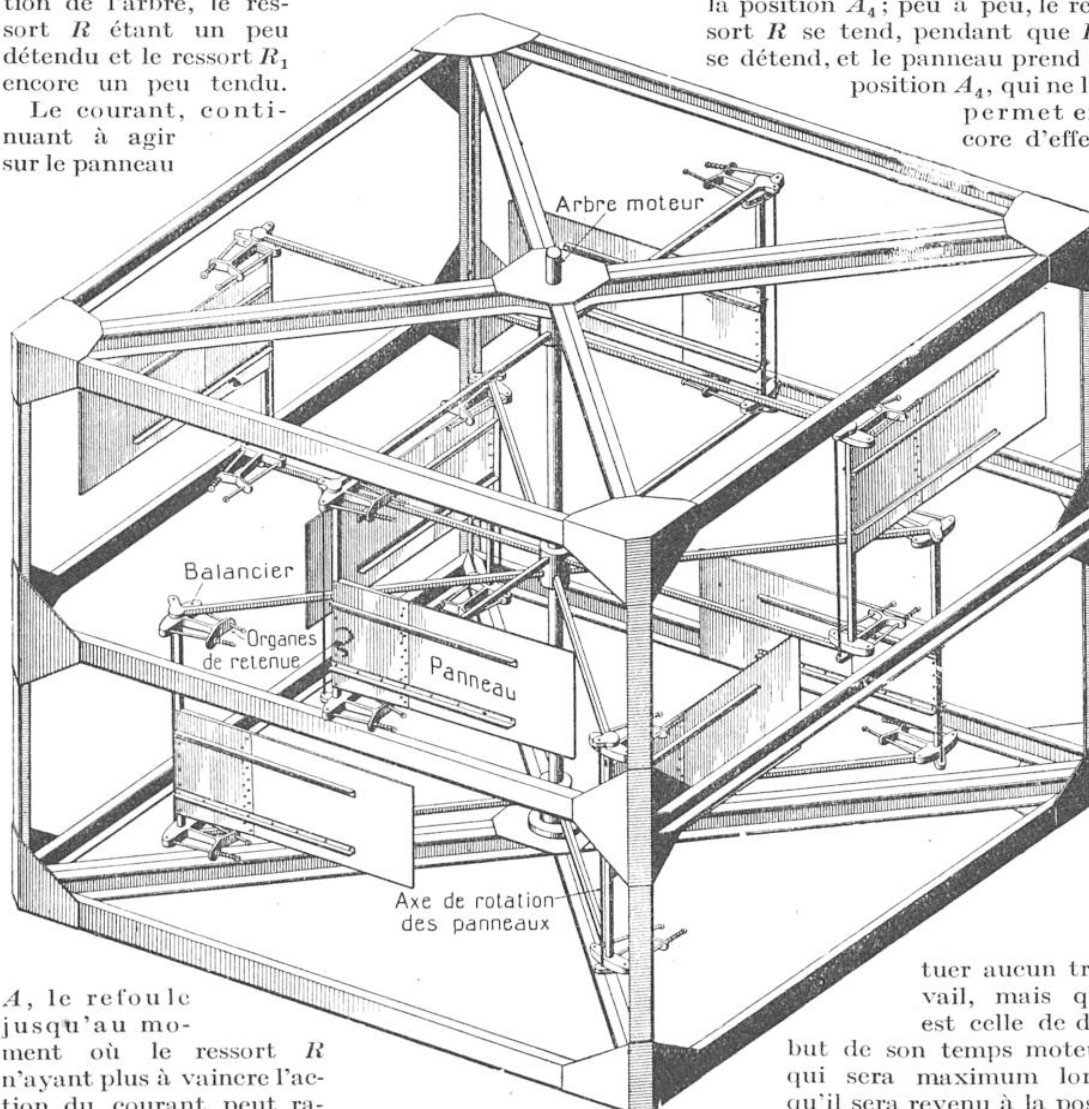
LA TURBINE A MOITIÉ IMMERGÉE DANS LA RANCE, EN FACE DE SAINT-SERVAN (C.-DU-N.)

A ce moment, le panneau opposé A_3 occupe une position sensiblement parallèle au courant; on évite ainsi la production d'un couple résistant s'opposant à la rotation de l'arbre, le ressort R étant un peu détendu et le ressort R_1 encore un peu tendu.

Le courant, continuant à agir sur le panneau

résistance à la rotation de l'arbre-moteur.

Entraîné par ce mouvement, les ressorts de rappel étant à peu près dans une position d'équilibre, il tend à se rapprocher de la position A_4 ; peu à peu, le ressort R se tend, pendant que R_1 se détend, et le panneau prend la position A_4 , qui ne lui permet encore d'effec-



A , le refoule jusqu'au moment où le ressort R n'ayant plus à vaincre l'action du courant peut rabattre le panneau pour lui faire prendre la position A_2 . Pendant ce temps, le ressort R_1 s'est tendu jusqu'au maximum et limite ainsi la valeur du déplacement angulaire du panneau considéré.

Le courant fluide, aérien ou marin, peut de nouveau agir sur lui pour provoquer la rotation de l'arbre. Quand il atteint la position A_3 , il tend à se placer parallèlement à la direction du courant et cesse de produire un travail utile sans toutefois opposer de

tuer aucun travail, mais qui est celle de début de son temps moteur qui sera maximum lorsqu'il sera revenu à la position A .

Sans entrer dans plus de détails, nous ajouterons que le temps de travail de chaque panneau correspond à une rotation de l'arbre

de 270° ; il ne cesse donc de fournir du travail effectif que pendant une rotation de 90° . Comme la turbine comporte au moins deux panneaux à 180° , on obtient un entraînement continu de l'arbre quelle que soit la direction du courant agissant sur l'ensemble.

VUE PERSPECTIVE DE LA TURBINE HYDRAULIQUE ET MARÉMOTRICE
Pour simplifier le dessin, les diverses commandes des pales ont été seulement amorcées.

Dans le cas où le courant, au lieu de progresser dans une direction constante, serait animé de mouvements alternatifs, ainsi que le phénomène se présente le long des côtes, grâce à leur montage articulé, au choix de leurs positions extrêmes, et à l'effet de leurs appuis élastiques, les panneaux s'orientent de telle sorte qu'à tout moment une impulsion motrice soit transmise à l'un ou à l'autre d'entre eux afin d'assurer la rotation continue de l'arbre.

Il est encore possible, pour obtenir un même résultat, de recourir aux services d'un régulateur centrifuge à boules articulées à un manchon fixe entraîné par l'arbre.

Lorsque la vitesse de l'arbre moteur augmente, les masses s'écartent, détendent tous les ressorts d'une quantité égale, et modifient ainsi, automatiquement les positions extrêmes des panneaux pour réduire la période motrice.

Si, au contraire, la vitesse diminue, les ressorts sont tendus plus fortement, ce qui augmente automatiquement la durée de la même période.

Les îles flottantes productrices d'énergie

La navigation aérienne transatlantique entrevoit la cons-

truction d'îles flottantes dont *La Science et la Vie* a présenté divers projets (1). Ces îles, telles que les conçoivent leurs auteurs, doivent obligatoirement posséder une force

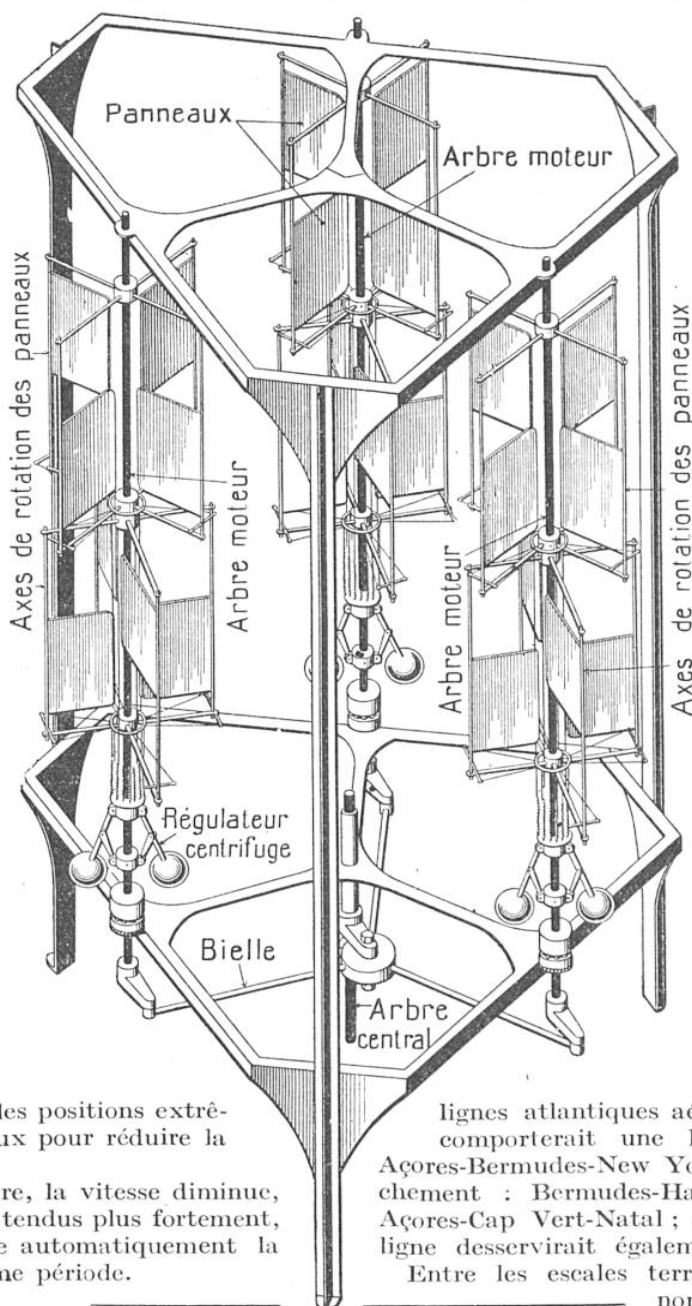
motrice importante à bord. Or, avec les turbines Thomas, le ravitaillement en essence est supprimé pour faire place à l'électricité produite sans frais aucun par les turbines.

Comme la navigation aérienne française s'effectue à l'aide d'hydravions capables d'arriver aux abords de l'île, celle-ci peut être de dimensions réduites : 200 mètres de longueur, 100 mètres de largeur, hauteur 40 mètres, dont 15 mètres au-dessus de la flottaison, tandis que les îles Armstrong, par exemple, sont prévues avec une longueur de 400 mètres, 180 mètres de largeur et 80 mètres de hauteur.

Le tracé des lignes atlantiques aériennes françaises comporterait une ligne : Lisbonne-Açores-Bermudes-New York, avec embranchement : Bermudes-Haïti, et un autre Açores-Cap Vert-Natal ; du cap Vert, une ligne desservirait également Dakar.

Entre les escales terrestres, un certain nombre d'îles flottantes seraient amarrées à 700 kilomètres environ les unes les autres,

GROUPES DE TROIS TURBINES AÉRIENNES
ACTIONNANT UN ARBRE MOTEUR UNIQUE
Ce modèle de turbines à étages superposés
est destiné à desservir des installations de
force motrice très importantes



Axes de rotation des panneaux

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 126, de décembre 1927.

comme dans les précédents systèmes, à l'aide d'ancres et de chaînes, et, en cas de mauvais temps, on pourrait faire agir des propulseurs installés à bord. En faisant tourner les hélices à l'arrière de l'île, on diminuerait la traction sur les chaînes. Enfin, l'installation de turbines aériennes sur les mêmes îles augmenterait encore leurs ressources au point de vue énergie.

Mais, pour réaliser un autre progrès encore, il serait possible de donner à ces îles la forme d'un navire qui serait maintenu en place uniquement par ces propulseurs. On supprimerait ainsi les câbles, les blocs de béton d'ancrage, les chaînes dont il faut nécessairement prévoir le remplacement.

Pour maintenir l'île à son poste, il suffirait d'une puissance variant de 2.000 à 5.000 ch selon la vitesse du vent ; puissance que les turbines aériennes et marines seraient capables de fournir puisque, théoriquement, leur nombre est illimité.

L'île serait équipée avec un nombre variable de turbines aériennes et sous-marines. Elle constituerait elle-même le flotteur dans lequel seront aménagées des réserves d'essence pour avions, des vivres, un atelier de réparations avec pièces de rechange, des avions de réserve toujours prêts à partir, des locaux réservés à l'équipage de l'île et aux passagers désireux d'y séjourner. A la partie supérieure et à l'avant, la barre et tous instruments de navigation et de météorologie. Des projecteurs puissants orientables permettront l'amérissage de nuit et l'entrée dans le bassin intérieur.

Des bouées-relais sont prévues pour compléter le jalonnement des lignes aériennes

Malgré tout, la sécurité des routes aériennes maritimes laisserait toujours fortement à désirer, et un amérissage forcé à 200 ou 300 kilomètres de toute île ne pourrait être que fatal aux aviateurs.

Pour leur apporter un supplément de sécurité, le projet dont nous parlons a été complété par la mise en place, chaque

150 kilomètres, par exemple, de bouées-relais, sur lesquelles les naufragés, qu'ils soient de l'air ou de l'eau, pourraient se diriger et y attendre du secours ; ils trouveraient à bord, des vivres, de l'eau douce, une caisse de pharmacie, des vêtements et des couvertures.

La bouée, de dimensions restreintes, serait maintenue par une seule ancre dans une position géographique connue de tous les navigateurs. Des turbines hydrauliques, constamment en mouvement, actionneraient des sirènes à air comprimé destinées à signaler sa position à de grandes distances, et à tout instant. Ces signaux phoniques seraient différenciés pour identifier chaque bouée.

Tout naufragé arrivant à bord trouverait

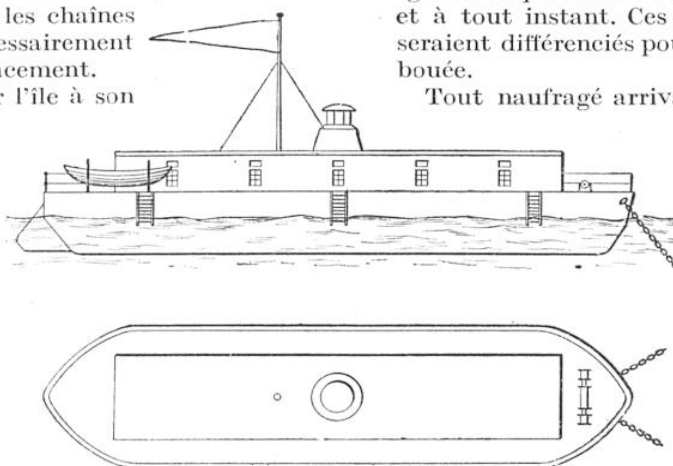
une installation automatique de T. S. F., prête à fonctionner par le simple déplacement d'un levier, qui enverrait un signal hertzien (S. O. S.) à intervalles réguliers et d'une portée de 500 milles, un signal phonique permanent, un signal lumineux pour la nuit

(phare). Enfin, un pavillon pourrait être hissé aux mâts de signaux.

Nous n'insisterons pas sur l'organisation de ce service de navigation aérienne que nous avons signalé uniquement pour expliquer l'intervention heureuse des turbines Thomas, dans l'édification des îles flottantes auxquelles vient s'ajouter le cordon de bouées de secours.

La turbine Thomas peut servir comme voiles tournantes

Ainsi que nous l'avons dit déjà, la turbine Thomas peut fonctionner aussi bien dans l'air que dans l'eau. Au moment même où, de toutes parts, on parle de l'épuisement des mines de charbon ou des réserves de pétrole, il est réconfortant de penser que les forces naturelles peuvent être captées en quantité suffisante pour nous permettre, sinon de nous passer entièrement de charbon, du moins pour réaliser des économies très importantes de ce combustible qui sera utilisé à d'autres fins.



VUES EN PLAN ET ÉLÉVATION D'UNE BOUÉE-RELAIS
SUR UNE ROUTE AÉRIENNE MARITIME

La turbine Thomas, qui constitue un grand progrès sur le propulseur Flettner (1), a été expérimentée dans les mêmes conditions, en Seine, sur un canot de 11 mètres de long qui s'est déplacé droit au vent, avec celui-ci comme unique force motrice. Des bateaux de pêche sont même en construction avec, pour tout moteur, un équipement de turbines aériennes sous forme de « voiles tournautes ».

Une telle embarcation peut, pendant ses arrêts, se procurer gratuitement l'électricité pour l'éclairage, le chauffage et la force motrice nécessaire au relevage des engins s'il s'agit d'un bateau de pêche.

Les turbines aériennes

Si de tels services peuvent être obtenus à bord d'un bateau, une installation fixe, en rendra de bien plus considérables sur terre, à la condition de la compléter par des accumulateurs de force, soit électriques, soit thermiques. L'agriculture surtout est appelée à bénéficier de ce sensationnel progrès, puisque l'installation une fois terminée, il n'en coûtera plus rien que l'entretien pour obtenir l'énergie électrique que des batteries d'accumulateurs mettront, à chaque instant, à la disposition des intéressés.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 92, de février 1925.

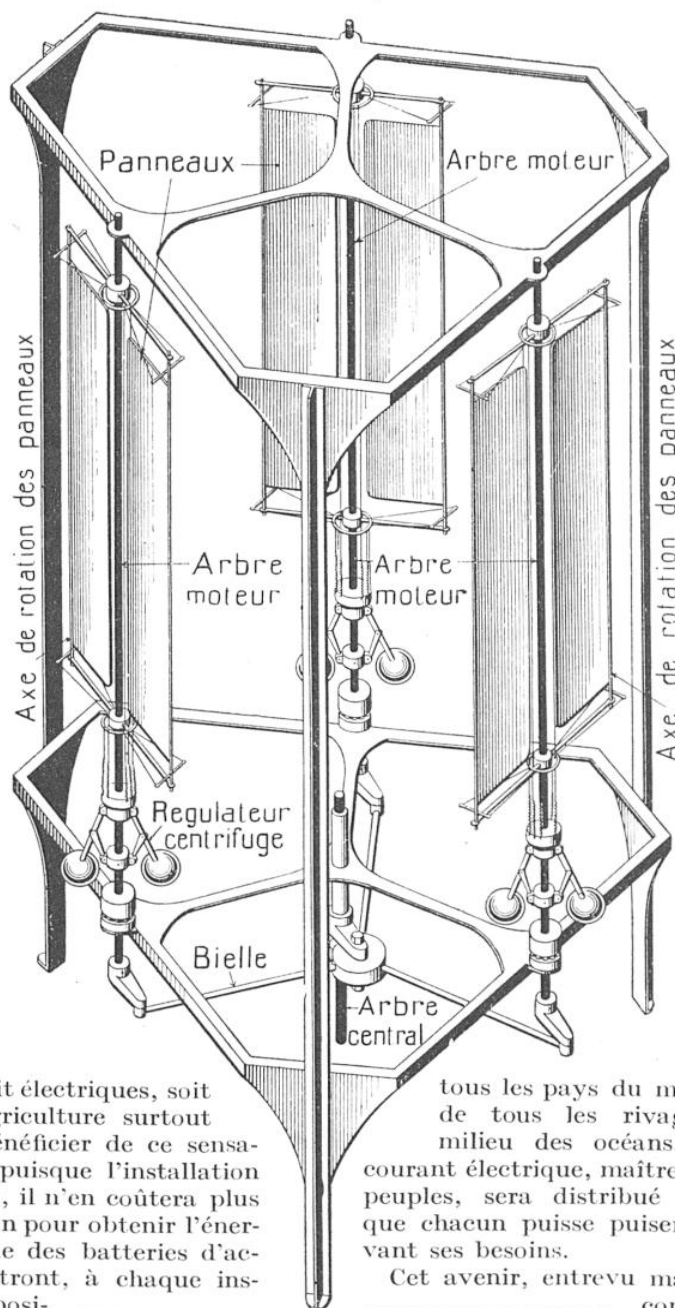
Les turbines fluviales

N'oublions pas que les cours d'eau jouissent d'un régime très favorable à l'installation des turbines marines nouvelles, puisqu'ils fournissent un courant toujours de même sens et à peu près régulier. Les fleuves à courant rapide, particulièrement ceux des colonies, sont appelés à fournir ainsi l'énergie électrique à ces régions encore si défavorisées au point de vue force motrice. Dès qu'un courant dépasse la vitesse de 1 mètre par seconde, la turbine peut être installée. Une installation de turbines pourra être réalisée à un prix de revient inférieur de 25 à 50 % à celui d'une usine hydroélectrique.

Demain

Demain verra sans aucun doute la diffusion de ces nouveaux moteurs, réellement universels, dans tous les pays du monde, aux abords de tous les rivages et même au milieu des océans. Peu à peu, le courant électrique, maître des destinées des peuples, sera distribué à profusion afin que chacun puisse puiser à la source suivant ses besoins.

Cet avenir, entrevu maintes fois comme conséquence d'hypothèses chimériques, n'est plus éloigné. Demain verra ses débuts.
L. FOURNIER.



GRUPE DE TROIS TURBINES AÉRIENNES
A UN SEUL ÉTAGE DESTINÉ A DES INSTALLATIONS PETITES ET MOYENNES

LES ENQUÊTES DE LA « SCIENCE ET LA VIE »

L'OPINION DU CAPITAINE FONCK SUR L'AVIATION ALLEMANDE Sa visite au Salon de Berlin

Par Charles BRACHET

Le Salon Aéronautique International, qui s'est tenu tout récemment à Berlin, a mis en valeur, d'une façon éclatante, l'effort technique accompli par l'Allemagne dans le domaine de la navigation aérienne (1). Nos lecteurs savent avec quel soin minutieux nous suivons le développement de l'aviation dans le monde (2), dont dépend, à notre avis, l'essor économique des grandes nations. Jusqu'ici, le Reich est à la tête de ce mouvement, et il nous a paru opportun de demander aux personnalités qualifiées quelles étaient leurs impressions, au point de vue scientifique et technique, sur les résultats observés au dernier Salon de Berlin. Les tendances que nous avons enregistrées dans notre enquête paraissent aboutir à cette conclusion : l'Allemagne abandonne l'aviation de puissance moyenne pour se consacrer à la construction des géants de l'air de plusieurs milliers de chevaux, et aux petits avions monoplace de 20 à 100 ch au maximum. Dans l'article ci-dessous, le capitaine Fonck — dont le nom est sans conteste attaché à la maîtrise de l'air (3) — nous fait part de ses impressions à la suite de la visite qu'il fit à Berlin tout dernièrement.

A LA suite de la visite du capitaine Fonck au Salon International d'Aviation de Berlin, nous sommes venus lui demander, en tant que simple aviateur, son impression sur les progrès réalisés par la technique allemande. C'est le collaborateur de Sikorsky que nous avons voulu questionner, celui dont le biplan trimoteur aurait peut-être franchi le premier l'Atlantique sans la fausse manœuvre de déclenchement du train par l'un de ses aides,

(1) Voir *La Science et la Vie*, « Zeppelin LZ-127 », n° 138, page 509.

(2) Voir *La Science et la Vie*, « Aviation anglaise », n° 113, page 361 ; « Aviation italienne », n° 118, page 279 ; « Aviation russe », n° 122, page 101 ; « Aviation américaine », n° 124, page 289 ; « Aviation allemande », n° 126, page 473 ; « Aviation tchécoslovaque », n° 134, page 111.

(3) Voir *La Science et la Vie*, « Fonck inconnu », n° 121, page 3.

que nous avons relatée par le détail (1).

« Que de chemin parcouru en deux ans ! nous répond le capitaine Fonck. Le grand

biplan trimoteur, tel que nous l'avions étudié et réalisé en Amérique, est maintenant périmé devant les simples monoplans trimoteurs de série Junkers. C'est l'un de ces appareils sur lequel j'embarquai à Bruxelles et que je pilotai moi-même de la frontière allemande jusqu'à Cologne, où le temps exécrable nous obligea de faire escale.

La multiplication des moteurs, source de sécurité

« Au Salon berlinois de l'Aéronautique, le monoplan est roi et il est toujours *polymoteur*. C'est le principe même de la sécurité. Pour diminuer les chances de panne et sur-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 121, page 3.



LE CAPITAINE RENÉ FONCK

tout de défaillance à l'envolée, entraînant les pertes de vitesse, il n'est qu'un moyen pour l'instant : *multiplier, à bord, les unités motrices*. Et, pour cela, il faut construire de très grosses unités. Rümpler est en train d'établir un gros avion de 7.000 ch dont l'envergure dépassera 60 mètres.

« Les Allemands travaillent actuellement sur des formules entièrement nouvelles. La destruction de leurs anciens appareils de guerre leur a permis de reconstituer leur aviation en faisant table rase du passé et sur un plan uniquement commercial. Leur effort dans ce sens est absolument unique : l'ambition de l'Allemagne est de se donner un réseau d'ordre « mondial ».

« Tout, dans les avions exposés, concourt à assurer le confort et la sécurité des voyageurs. Un détail : on ne voit pas de cabines de passagers avec des montants qui les traversent. La cabine des passagers est un monobloc. En cas de choc, c'est un sérieux avantage.

« Les appareils de navigation sont l'objet d'études approfondies. L'on part de ce principe que l'avion de commerce doit être équipé pour naviguer de jour et de nuit, par temps ouvert comme par temps de brume. Le moyen le plus sûr de l'éclairage de la route des avions étant la T. S. F., les constructeurs sont acharnés à la recherche du *radiogoniomètre* sûr et pratique.

« Mais ce qu'il faut admirer par-dessus tout, c'est la méthode apportée par les techniciens allemands aux essais de leurs prototypes.

Comment on essaie les prototypes d'avions en Allemagne

« Lorsqu'un nouvel appareil est conçu et exécuté, l'on ne se contente pas de lui appliquer des essais « statiques » au moyen de charges de sable appliquées à ses ailes retournées. Un tel essai correspond à ce qu'on ferait si l'on chargeait un châssis de camion d'un certain nombre de tonnes, au garage. C'est dans les conditions réelles de *marche* que les véhicules doivent subir leurs essais de résistance : c'est ainsi que, dans un cahot, un camion supporte, sur sa jante, des « accélérations » qu'aucun essai statique ne peut faire prévoir. A ces accélérations correspond un effort que l'on sait très bien mesurer par des appareils bien connus, les *accélérographes*.

« Il est difficile d'appliquer à l'avion la mesure directe des efforts qu'il subit en vol.

— Je me permets cependant de vous rap-

peler, mon capitaine, qu'en France trois savants expérimentateurs, MM. Magnan, Huguenard et Planiol, ont construit des appareils précisément destinés à cette mesure dynamique.

— Soit. Mais on n'a pas encore utilisé chez nous ces appareils de mesure. Les Allemands, eux, reproduisent, au banc d'essai, par des moyens artificiels, les « vibrations » des ailes, ces « cahots » de l'avion. Il en résulte des accélérations qui, poussées à un certain degré, provoquent la rupture de l'aile expérimentée. Jusques et y compris cet instant (qui marque l'atteinte du « point critique » de la résistance des matériaux employés), les accélérographes ont enregistré toutes les phases du phénomène. Le constructeur tire des courbes obtenues toutes les données utiles.

« L'une des conclusions qui s'imposent, c'est que les grands avions doivent posséder des ailes aux extrémités souples. L'aile souple est pour l'avion ce que le pneumatique est pour la roue de l'automobile. Elle « encaisse » les vibrations, c'est-à-dire les cahots de l'air.

« Nous devons prendre modèle sur ces méthodes de recherche. On pourrait en dire autant des études sur les moteurs. Ceux-ci sont étudiés pour former, d'ici très peu de temps, des unités de 1.000 ch — avec des compressions réglables, suivant l'altitude du vol.

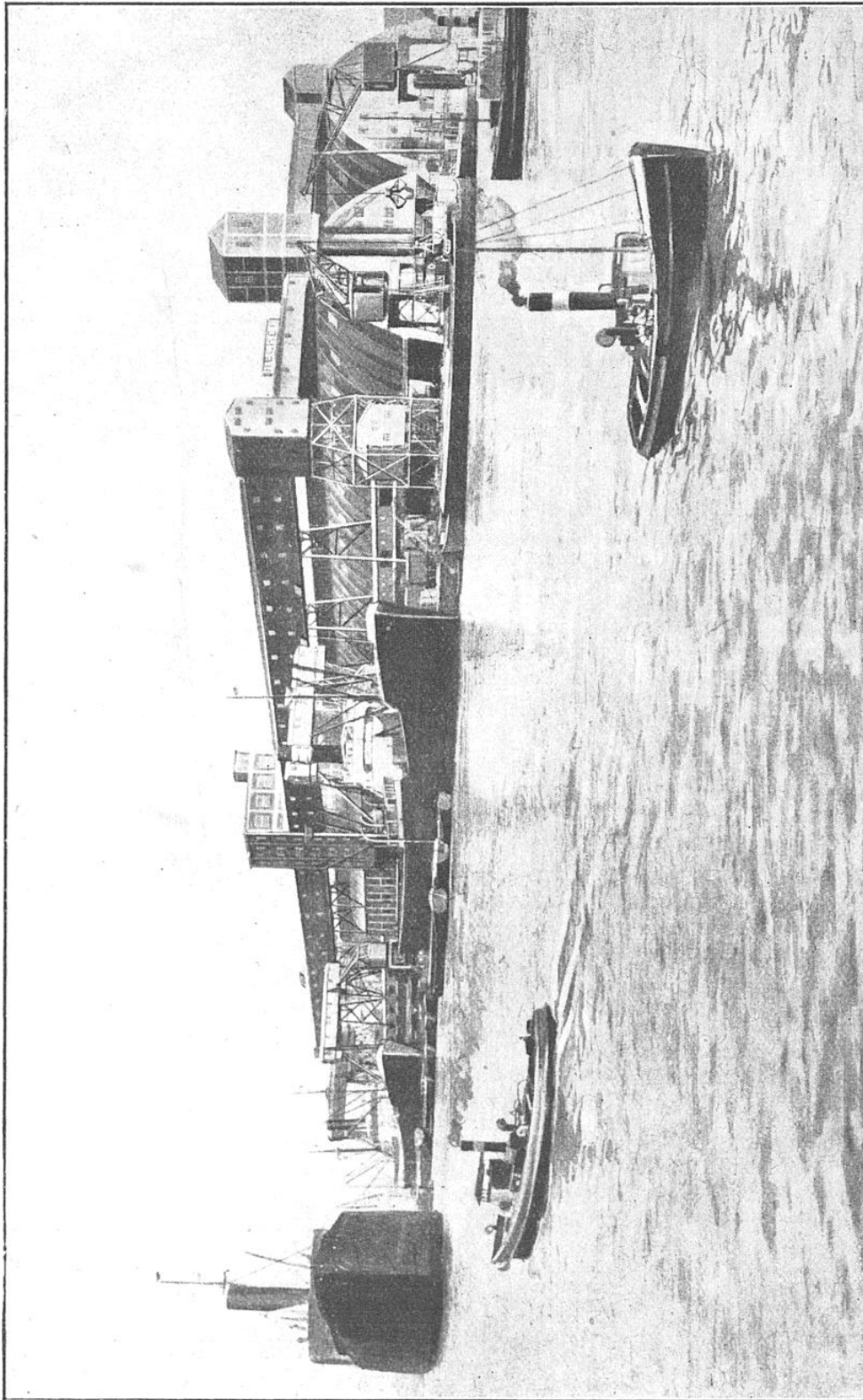
« La durée moyenne de service des moteurs allemands semble être, d'ailleurs, sensiblement supérieure à celle des nôtres.

L'exploitation commerciale de la navigation aérienne en Allemagne

« Quant au rendement de l'exploitation commerciale, c'est l'ambition constante des grandes compagnies de l'améliorer sans cesse. Rien de mieux organisé que les ateliers de réparation de la *Lufthansa*, par exemple, situés à 14 kilomètres de l'aérogare de Tempelhof et dans lesquels mille ouvriers travaillent d'une manière continue à la revision ou aux réparations. Cent soixante-dix appareils sont en service constant sur les lignes de cette Compagnie subventionnée par l'État allemand, mais étroitement contrôlée par lui.

« Espérons qu'en France la nouvelle centralisation des services aériens va nous permettre de rattraper notre sérieux retard. Mais il faut le temps de réaliser. La restauration de notre aviation ne saurait venir d'un coup de baguette magique. »

CHARLES BRACHET.



VUE D'ENSEMBLE DE L'INSTALLATION ÉDIFIÉE AU PORT D'ANVERS, PAR LA SOCIÉTÉ HECKEL, POUR LE STOCKAGE ET LA MANUTENTION DES POTASSES ARRIVANT PAR CHALANDS DES MINES D'ALSACE. CETTE INSTALLATION, QUI PERMET DE MANIPULER 900 TONNES DE SEL À L'HEURE, COMPREND DEUX HANGARS DE 260 MÈTRES DE LONG SUR 27 MÈTRES DE LARGE ET 20 MÈTRES DE HAUT

LA MANUTENTION MÉCANIQUE DES POTASSES D'ALSACE EST LA PLUS PERFECTIONNÉE DU MONDE

Par Jean MARTON

Les gisements de potasse d'Alsace constituent, comme l'on sait, pour la France, une source de richesse quasi inépuisable. Les mines potassiques exportent, en effet, chaque année, près de 400.000 tonnes de sels de potasse, dont l'emploi, comme engrais, est universellement répandu. C'est pourquoi une industrie aussi florissante a fait appel, pour sa manutention, aux appareils et aux installations les plus perfectionnés, surtout que le problème se complique par suite des demandes saisonnières et forcément irrégulières de l'engrais en question par les consommateurs. Le transport de cet engrais, de la mine d'origine aux cargos qui l'emportent sur mer, s'effectue de la façon suivante : acheminée par les chalands du Rhin vers le port d'Anvers, cette énorme quantité de potasse doit pouvoir être, suivant les besoins, soit transbordée directement du chaland du fleuve au cargo de la mer ou au wagon, soit emmagasinée dans des hangars spéciaux, afin d'assurer à la mine un débit régulier, sans lequel l'exploitation fonctionnerait d'une façon déficiente et onéreuse. Pour ces raisons, le port d'Anvers a reçu, au cours de ces derniers temps, une installation véritablement modèle et des plus remarquables, pour effectuer toutes les opérations nécessaires à la manutention des potasses d'Alsace, qui s'opère mécaniquement et atteint l'énorme débit de 900 tonnes à l'heure. La couverture de ce numéro représente une partie de cette installation vraiment grandiose, où le dispositif original que nous avons choisi donne une idée juste du perfectionnement moderne des engins mécaniques au service des grandes industries.

PARMI les engrais employés en agriculture, les sels de potasse sont certainement l'un des plus utilisés, en raison de leur prix peu élevé. Or, la France est riche en potasse, puisque les mines d'Alsace en exportent annuellement de 300.000 à 400.000 tonnes, tant en Belgique, en Hollande et en Angleterre qu'en Amérique. Il est donc évident que pour conserver à cet engrais son avantage de bon marché, il faut réaliser son transport, de la mine au bateau, le plus économiquement possible. Ces considérations sont d'ailleurs bien connues de nos lecteurs qui sont constamment tenus au courant des progrès réalisés dans la manutention mécanique (1). Mais une considération d'un autre ordre intervient pour assurer l'économie de l'ensemble de l'exploitation. Les sels de potasse sortent de la mine avec un débit régulier, de même que la source d'un fleuve fournit une quantité d'eau à peu près toujours la même. Or, à l'autre bout de l'immense chaîne, si les sels de potasse sont exportés par le grand port belge d'Anvers, l'écoulement est loin d'être aussi régulier. En effet,

pour diminuer les frais, le transport de la potasse est effectué, de Strasbourg à Anvers, par chalands, en suivant le cours du Rhin. Le transbordement dans les navires de haute mer se faisait jusqu'à présent par bennes preneuses, et il arrivait que, pendant la saison d'hiver, au moment où les demandes affluaient, les mines se trouvaient précisément dans l'impossibilité de leur répondre par suite de la non-navigabilité du Rhin encombré de glaçons. La mine ainsi embouteillée en était réduite à diminuer son extraction. Le débit irrégulier qui découlait de cet état de choses grevait naturellement le prix de revient des potasses. Or, de même que le débit d'un fleuve est régularisé par un lac, naturel ou artificiellement créé par un barrage, de même le grand courant de potasse qui suit le Rhin devait être rendu uniforme par la création d'une installation de stockage bien équipée et pouvant satisfaire à chaque instant aux conditions suivantes : exécuter promptement toute demande de sel de potasse ; assurer une exploitation régulière des mines d'Alsace ; réaliser des économies appréciables dans la manutention des sels potassiques. L'outillage moderne devait permettre une telle réalisation. Ainsi, avec

(1) Voir notamment l'article sur le port de Strasbourg dans le n° 35, page 215, de *La Science et la Vie*.

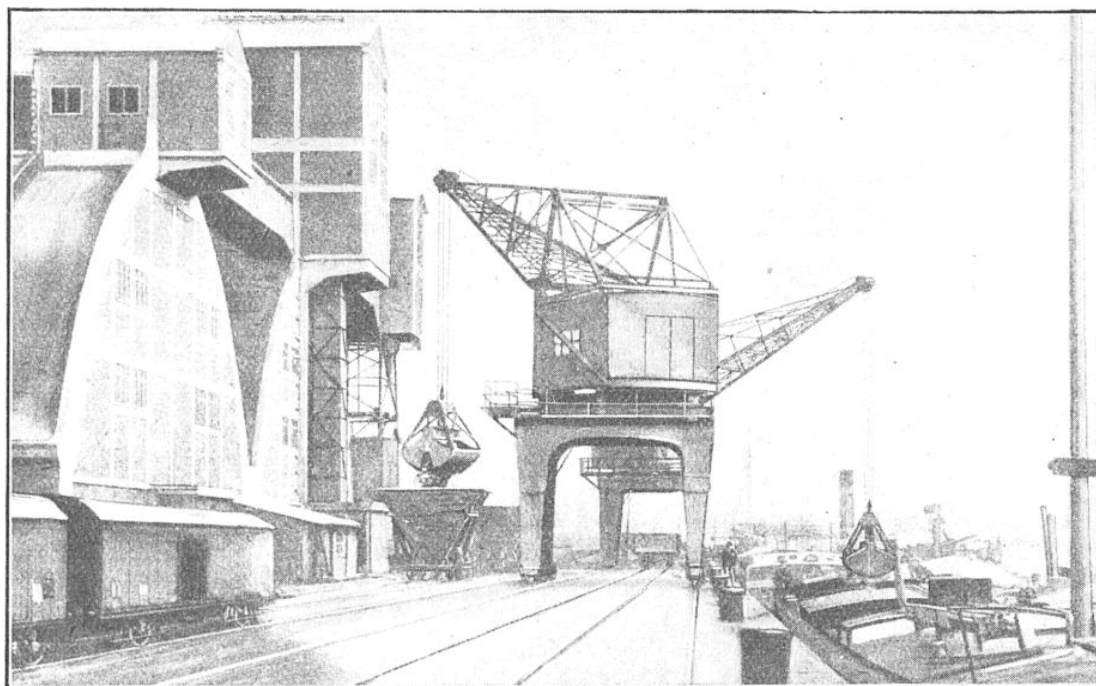
les neuf cents bâtiments appartenant à deux cents lignes différentes, qui, chaque mois, font escale à Anvers, avec ses bassins équipés d'un outillage ultra-moderne, avec ses réseaux excessivement ramifiés de voies ferrées, cette installation fait du port d'Anvers le plus redoutable concurrent d'Hambourg, et le place au premier rang des ports européens.

Grâce aux moyens mis en œuvre, on peut manipuler 900 tonnes de potasse à l'heure,

des ensacheuses automatiques, des installations de manutention des sacs, de concassage, etc., assurent économiquement toutes les opérations nécessitées par le stockage, le chargement des navires, le déchargement des péniches.

La manutention mécanique de la potasse

Voici donc la péniche qui arrive au port d'Anvers, lourdement chargée, après avoir suivi le cours du Rhin depuis le port de



QUAI DE DÉCHARGEMENT OU LA POTASSE, PRISE DANS LES CHALANDS AU MOYEN DE BENNES PRENEUSES, EST DÉVERSÉE DANS DES TRÉMIES, D'OU, PAR DES TRANSPORTEURS A COURROIE ET DES ÉLEVATEURS, ELLE EST AMENÉE AU FAÎTE DE L'INSTALLATION

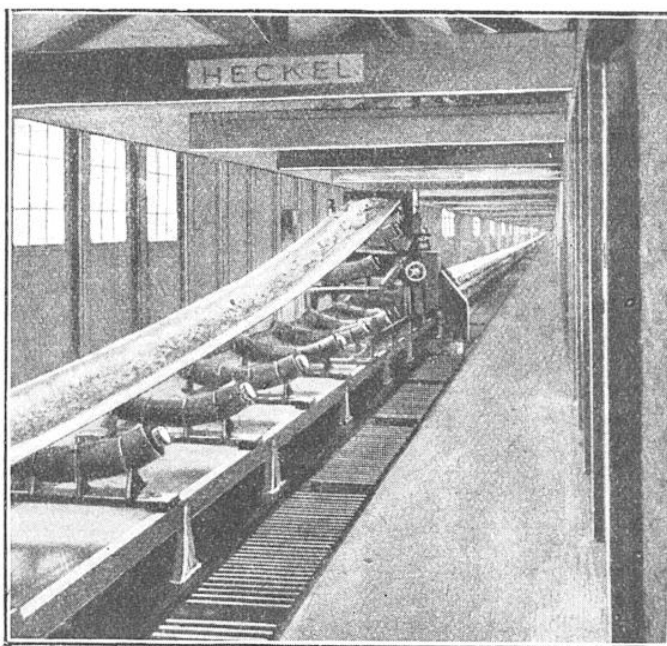
soit : 200 tonnes de sel en vrac directement des péniches aux navires ; 400 tonnes de sel en vrac des magasins aux navires ; 1.000 sacs de 100 kilogrammes de sel des magasins aux navires, et, pendant le même temps, décharger 200 tonnes de sel pour les emmagasiner dans deux grands halls. D'une capacité de 200.000 tonnes, ces deux halls permettent de classer le sel suivant six qualités différentes. Chacun de ces halls ne mesure pas moins de 260 mètres de long sur 27 m 50 de large.

Trente-cinq transporteurs à courroie, d'une longueur totale de 2.200 mètres, cinq éleveurs, six gratteurs, trois ponts mobiles de chargement, des grues, des vis sans fin,

Strasbourg. Elle est amarrée à l'un des quais sur lequel attend une série de grues à benne preneuse. Immédiatement mises en action, ces grues vident rapidement le chaland, et la potasse est ainsi déversée dans des trémies mobiles au-dessous desquelles se trouvent quatre transporteurs à courroie.

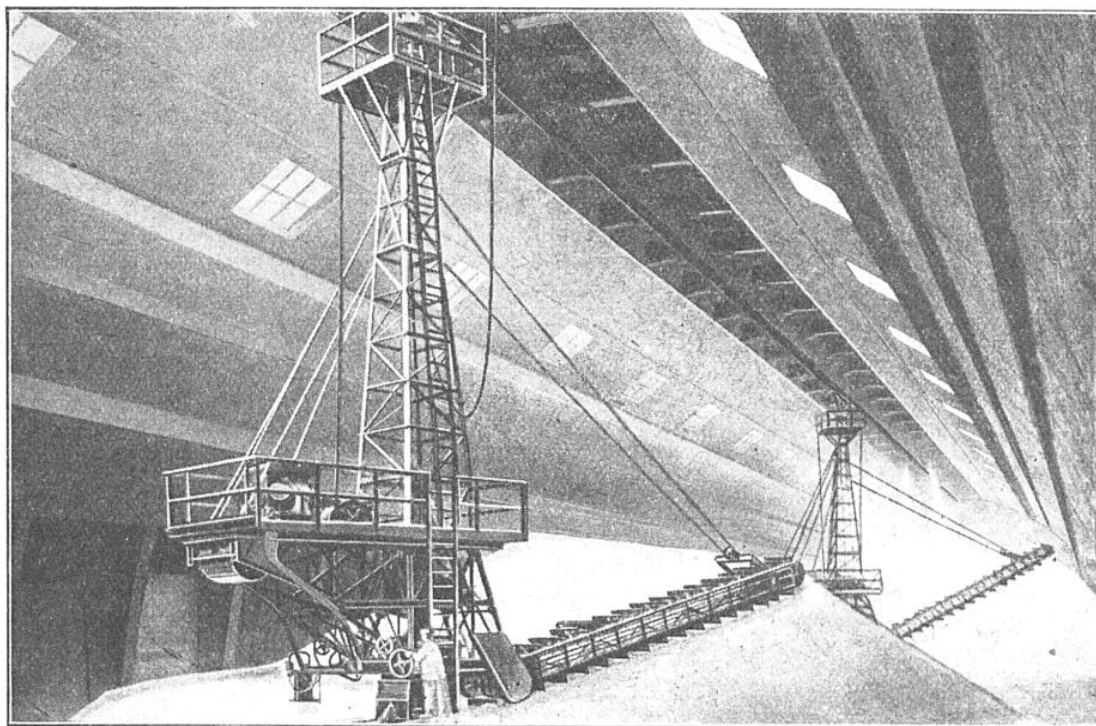
Le sel de potasse arrive-t-il, au contraire, par wagons ? Ceux-ci sont déchargés soit par simple basculage, soit par le fond, et le sel tombe par des ouvertures situées sous les trémies, sur les transporteurs à courroie dont nous venons de parler. Logé dans un caniveau souterrain, chaque transporteur (il y en a quatre) amène la potasse à une bande transporteuse perpendiculaire à lui.

Le sel arrive ainsi à un élévateur à godets, qui l'amène, à 24 mètres de hauteur, aux trois goulottes de sortie dont il est muni. Il y a, avons-nous dit, cinq élévateurs à godets dans l'installation. Ces goulottes permettent de diriger la potasse, soit dans les bateaux de mer, soit dans les hangars de stockage. Dans le premier cas, le sel potassique est amené aux trois ponts roulants, après avoir franchi,

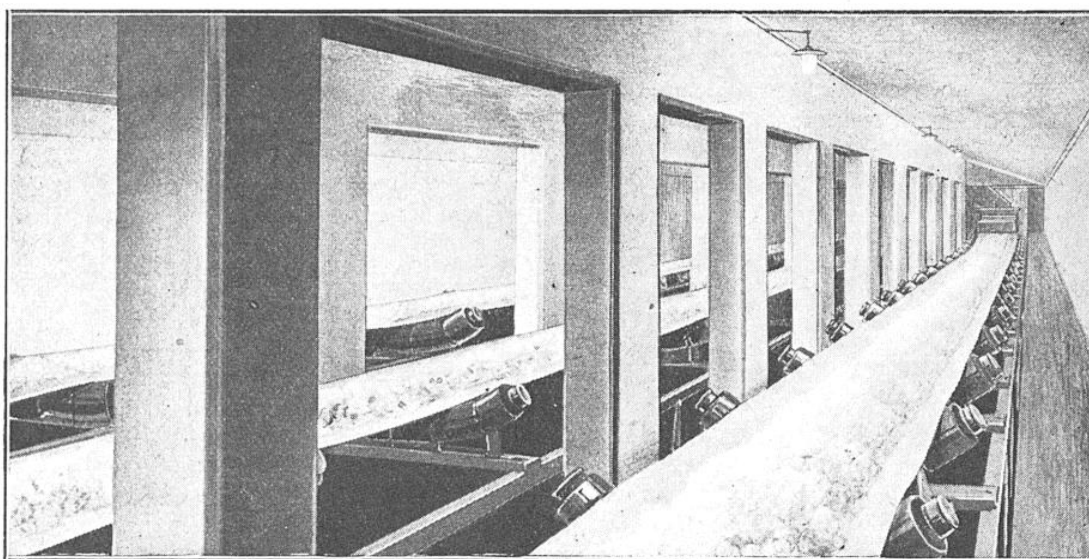


DES TAPIS ROULANTS TRANSPORTENT LA POTASSE VENANT DU CHALAND, SOIT VERS LES CARGOS DE MER, SOIT VERS LES MAGASINS DE STOCKAGE

sur son chemin, plusieurs transporteurs à courroie installés sur des passerelles à 20 mètres de hauteur. De là, le sel est mis à bord au moyen de tuyaux télescopiques que l'on descend dans la cale au moyen d'un treuil. Dans le deuxième cas, au contraire, c'est-à-dire si le sel doit être emmagasiné, il emprunte les deux autres goulottes qui l'envoient vers des transporteurs à courroie logés dans les



LE SEL POTASSIQUE EMMAGASINÉ ICI EST REPRIS AU MOYEN DE « GRATTEUSES », QUI LE FONT TOMBER SUR UNE BANDE TRANSPORTEUSE SITUÉE SOUS LE PLANCHER

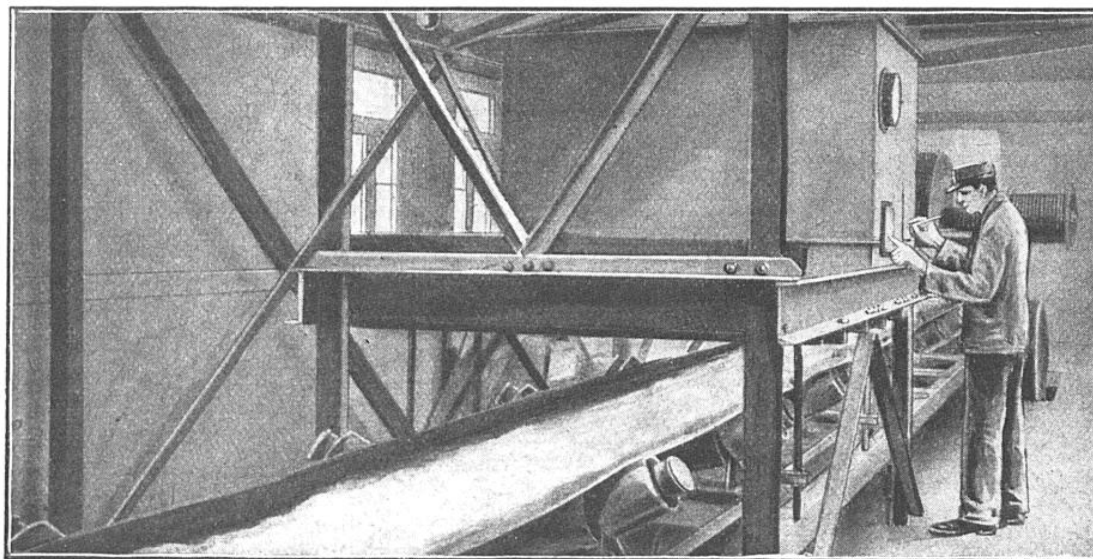


VOICI TROIS BANDES TRANSPORTEUSES QUI REÇOIVENT LA POTASSE « GRATTÉE » VENANT DES MAGASINS. CELLE-CI, REPRIS PAR DES ÉLÉVATEURS ET DE NOUVEAUX TRANSPORTEURS À COURROIE, EST ENSUITE AMENÉE AUX CARGOS DE MER OU AUX WAGONS

lanterneaux du toit. De là, la potasse se déverse dans les magasins au moyen de chariots déverseurs à avancement automatique. Mais, pendant son trajet sur les transporteurs à courroie, le sel a été pesé sur des bascules automatiques qui contrôlent et totalisent les poids passés devant elles. Un

dispositif électrique enregistre, au fur et à mesure, les résultats dans le bureau du service des expéditions.

Une telle installation se devait de posséder également une mécanique perfectionnée pour reprendre le sel au tas emmagasiné et le charger sur bateaux. Le dessin de couver-

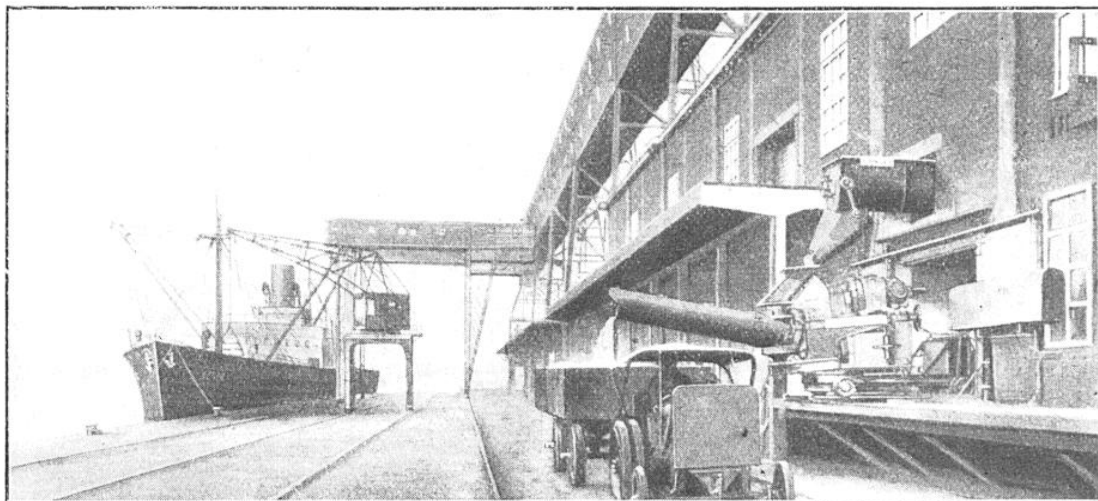


AUTOMATIQUEMENT ET D'UNE FAÇON CONTINUE, LA POTASSE CIRCULANT SUR LES BANDES TRANSPORTEUSES EST PESÉE SUR DES BASCULES, QUI TOTALISENT ET ENREGISTRENT LE POIDS DE SEL QUI EST PASSÉ SUR LA BANDE

ture de ce numéro représente précisément en action un des trois « gratteurs » de sel utilisés à cet effet. Cet appareil, qui a l'aspect d'un élévateur à godets, fonctionne en sens inverse de celui-ci ; c'est-à-dire que les palettes, qui tiennent lieu de godets, gratent la potasse de *haut en bas* et la font tomber sur de nouvelles bandes transporteuses situées sous les magasins. Les « gratte-sel » sont supportés chacun par un chariot à quatre roues roulant sur un rail fixé sous la toiture. Un rail guide sur le sol le déplace-

La mise en sacs de la potasse est automatique

Tout est prévu dans cette installation modèle. Des quantités considérables de sel doivent, en effet, être transportées par sacs. Pour cela, la potasse, finement broyée, parvient à une trémie munie de quatre bascules ensacheuses. Les sacs pleins, reçus sur des tables à rouleaux, arrivent sur des tabliers roulants où des ouvrières les cousent au moyen de machines spéciales. De nou-



LORSQUE LA POTASSE DOIT ÊTRE CHARGÉE SUR WAGON, ELLE EST AMENÉE AU MOYEN D'UNE VIS SANS FIN, VISIBLE AU PREMIER PLAN, POUVANT S'ABAISSEUR OU SE RELEVER POUR REMPLIR UNIFORMÉMENT LE WAGON. AU FOND, CHARGEMENT D'UN CARGO (INSTALLATION HECKEL)

ment de l'appareil. Les palettes en acier qui assurent la descente de la potasse sont montées sur une des deux chaînes sans fin qui contournent une flèche orientable de 11 mètres de portée. Un contrepoids maintient l'équilibre de l'ensemble. Un seul moteur actionne à volonté soit le mouvement de la chaîne, soit le déplacement du chariot. Toutes les opérations sont commandées par un seul ouvrier.

Le sel reçu par les bandes transporteuses est amené à nouveau à des élévateurs à godets et se rend aux bateaux de la même façon que nous l'avons indiqué plus haut. Veut-on le charger sur des wagons ? Il est pris alors par des vis sans fin après avoir été reçu dans des trémies d'alimentation. Ces vis sans fin le conduisent à un autre appareil du même genre, mais orientable à volonté dans le sens vertical et transversal. Ainsi le wagon peut être chargé rapidement et d'une façon régulière quelle que soit sa contenance.

velles bandes transporteuses conduisent les sacs devant les magasins, d'où des grues les prennent pour les charger sur bateaux ou sur wagons.

Afin d'assurer une exécution régulière de l'ensachage et dans le but de ne pas ralentir le travail lorsque la demande est faible, on a créé deux magasins qui peuvent stocker 30.000 sacs.

Ainsi donc, depuis son arrivée par chalands, la potasse est manutentionnée d'une façon complètement mécanique. On peut dire que la bande transporteuse règne en maîtresse dans cette installation remarquable, où, grâce à son emploi judicieux, elle permet d'acheminer le sel potassique d'une façon continue et rapide, soit depuis les chalands fluviaux jusqu'aux bateaux ou aux magasins, soit des magasins aux bateaux, aux wagons ou à la mise en sacs.

J. MARTON.

LA RÉCEPTION A DISTANCE DE PHOTOGRAPHIES A LA PORTÉE DE TOUS

Par Jean CAËL

ON pouvait se demander si la T. S. F., telle que la pratique l'amateur, était condamnée uniquement à recevoir des auditions musicales, voire même théâtrales. C'eût été mal connaître l'esprit inventif qui anime certains ingénieurs, ceux surtout qui ont vu dans les ondes un moyen sûr de transmettre des images photographiques et des dessins

et, pour plus tard, les scènes elles-mêmes prises sur le vif, au théâtre ou dans la nature. Nous atteignons aujourd'hui la seconde étape des transmissions radio-électriques, celle des photographies et des dessins que tout amateur, possesseur d'un poste à lampes de puissance moyenne (le superhétérodyne n'est pas obligatoire) peut recevoir à domicile. Edouard Belin, dont nos lecteurs connaissent les travaux, vient de réaliser cette petite merveille.

Pendant toute la durée du Salon, la station des P. T. T. a fait des émissions de photographies à différentes heures de la journée. La réception était assurée par de nombreux postes, et le public a fait à la nouveauté un accueil enthousiaste.

Il s'est rendu compte, en effet, que la T. S. F. venait de prendre une forme nouvelle. A la monotonie des conférences et

même des soirées musicales allait succéder l'attrait d'une réception graphique illustrant merveilleusement le texte du conférencier par la photographie d'un paysage, d'une usine, d'une invention, par l'envoi d'un dessin schématique facilitant la compréhension d'un texte technique, comme si l'orateur disposait d'un tableau noir.

Comment fonctionne l'appareil

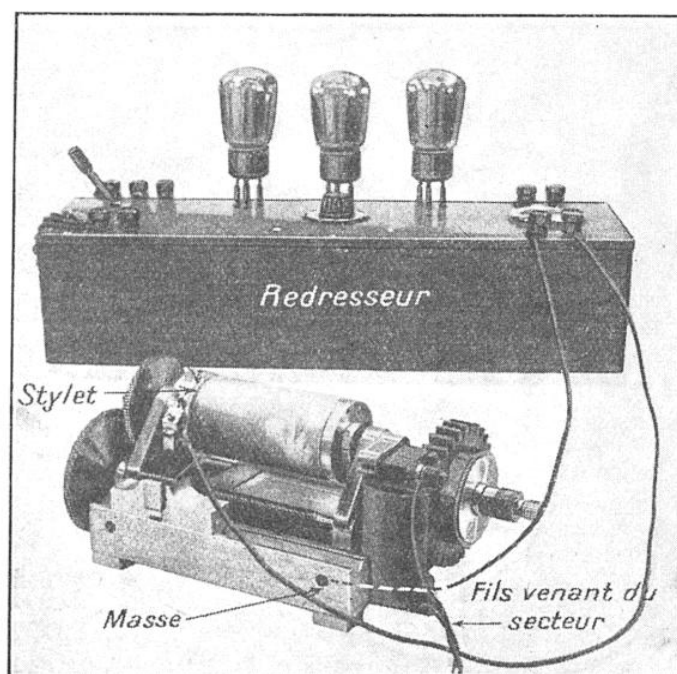
Nous avons décrit récemment (1) l'appareil transmetteur de documents photographiques construit par M. Edouard Belin. Rappelons seulement qu'une photographie ordinaire, enroulée sur un cylindre, se déplace par rotation et par progression devant un point lumineux. La lumière se réfléchit sur l'épreuve, plus ou moins selon qu'elle présente

un point obscur ou clair sous le faisceau ponctuel. Une ampoule photoélectrique recueille cette lumière réfléchie qu'elle « transforme » en courant électrique, lequel, amplifié, permet la transmission radioélectrique de ces courants.

Naturellement les ondes peuvent être recueillies partout et par tous, à la condition de posséder l'appareil récepteur.

Nous présenterons celui-ci comme un

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 131, page 419.



LE « BELINOGRAPHIE » ET SON REDRESSEUR DE COURANT

« jouet » pour sans-filistes. On branche, au lieu et place du haut-parleur, ou même en dérivation sur celui-ci, un amplificateur de redressement, obligatoire pour obtenir les courants de travail convenables, et, à sa suite, le Belinographe.

Disons de suite que le principe n'est pas nouveau. Caselli l'avait mis en pratique dès 1857 entre Paris et Lyon, mais les difficultés de synchronisme entre le transmetteur et le récepteur eurent raison de l'invention. Il a fallu soixante ans pour faire disparaître ces difficultés !

Le récepteur est constitué par un cylindre entraîné par un moteur mécanique (mouvement d'horlogerie) pour les amateurs ne disposant pas du courant d'un réseau d'éclairage, ou par une roue phonique pour ceux qui ont un réseau à leur disposition. La rotation et la progression du cylindre sont conjuguées avec celles du cylindre transmetteur. Il suffit donc, pour obtenir des mouvements synchrones, de régler l'allure du deuxième sur celle du premier. Ce réglage s'effectue à l'aide de tops que transmet automatiquement le transmetteur à la fin de chaque tour. On écoute ces tops à l'oreille, on arrête le tambour récepteur et on le laisse repartir au moment où le top annonce le passage du point lumineux à l'origine de la

photographie. Les deux cylindres partent donc du même point, mais celui de réception, tournant un peu plus vite que le premier, s'arrête à la fin de chaque tour et repart à la réception du top. Le synchronisme est ainsi assuré par un système d'ailleurs très ancien.

Le cylindre est entouré d'une feuille de papier chimique (ferroprussiate) sur laquelle frotte une pointe métallique. Au passage du courant, le papier se décompose sous la pointe et donne un précipité bleu d'autant plus intense que le courant est plus fort. Ainsi sont obtenus les teintes et les demi-teintes de la photographie, les traits et les blancs d'un dessin.

Nous n'insisterons pas aujourd'hui sur la technique du système, d'ailleurs déjà connue, réservant une étude plus complète à l'appareil définitif en cours de construction et qui permettra de recevoir, non seulement les émissions faites par les appareils Belin, mais aussi toutes celles qui pourront intervenir par la suite avec des systèmes différents.

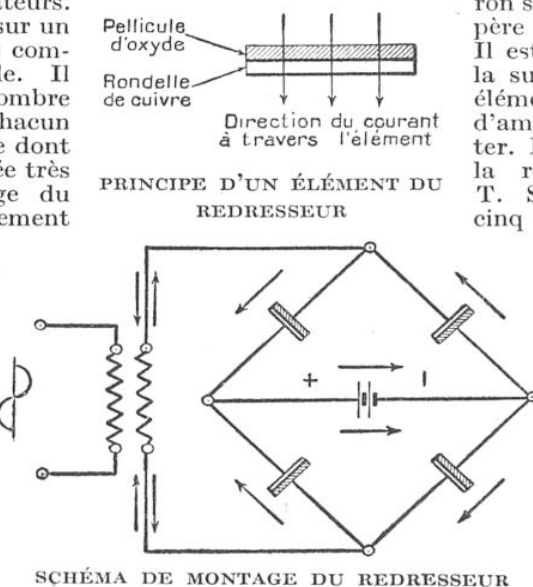
On le voit, l'apport qui vient d'être fait à la T. S. F. n'est pas sans intérêt. Le Belinographe assure, dès maintenant, une distraction de premier ordre aux sans-filistes.

JEAN CAËL.

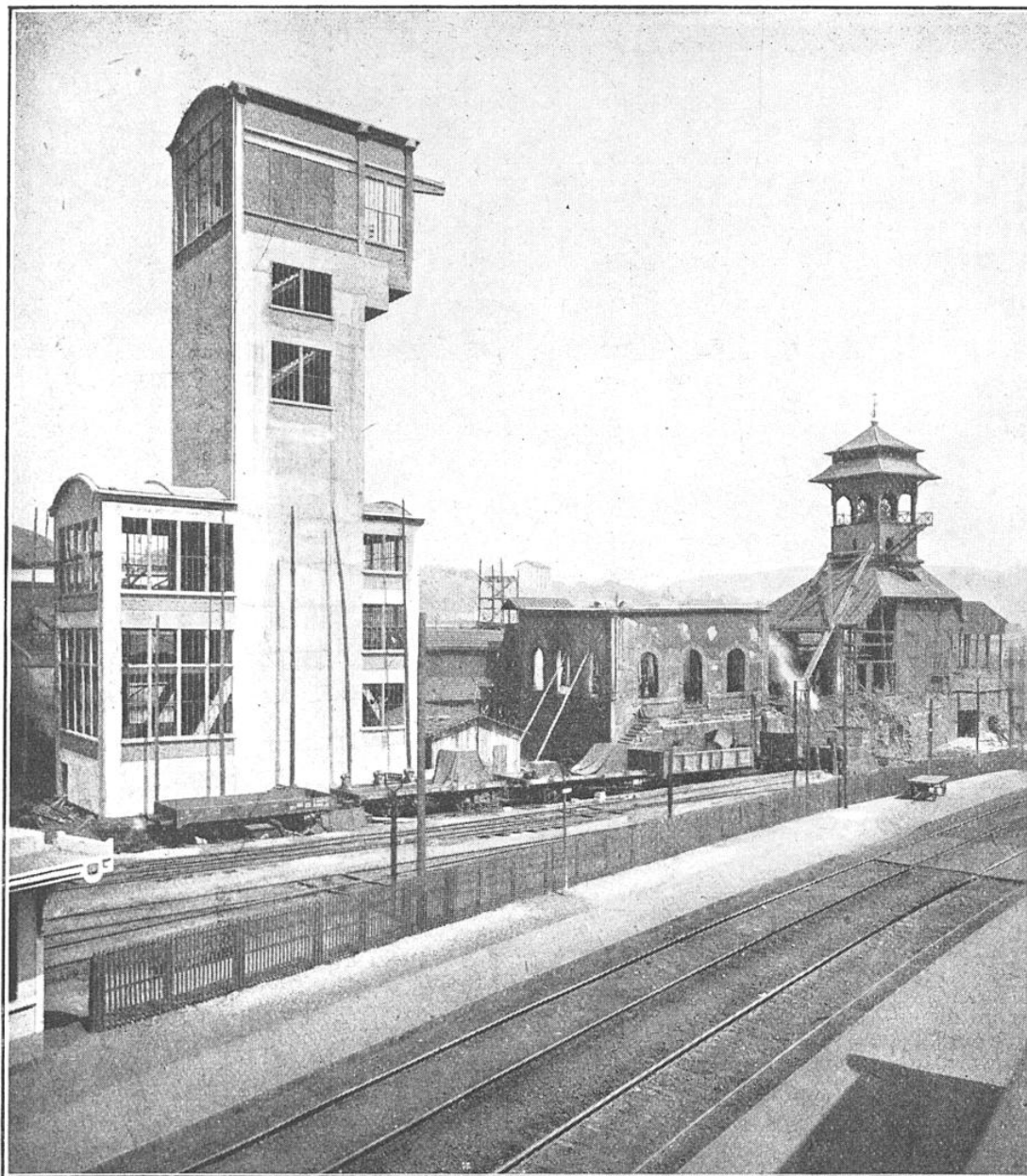
Ce redresseur de courant ne comporte aucun liquide

Nos lecteurs connaissent déjà les soupapes électrolytiques qui permettent de redresser le courant alternatif pour la charge des accumulateurs. Voici un appareil basé sur un principe nouveau et ne comportant aucun liquide. Il comporte un certain nombre d'éléments, constitués chacun par un disque de cuivre dont l'une des faces est oxydée très légèrement. Le passage du courant, dirigé normalement à la surface du disque, s'effectue avec une résistance plus faible lorsqu'il traverse la plaque dans le sens oxyde-cuivre que lorsqu'il est dirigé dans le sens cuivre-oxyde. Le rapport des deux résistances est très élevé : le courant utile, courant de charge, mille fois plus grand que celui de retour. Avec cet appareil, on peut redresser

les deux alternances du courant en disposant quatre éléments dans un montage en pont de Wheatstone. La capacité est d'environ six à dix centièmes d'ampère par centimètre carré. Il est donc facile de calculer la surface à donner à chaque élément d'après le nombre d'ampères qu'il doit supporter. Les éléments destinés à la recharge des accus de T. S. F. donnent environ cinq dixièmes d'ampère, ce qui suffit, puisque l'appareil peut être mis en fonctionnement pendant le temps nécessaire à la recharge, sans crainte de détérioration. Si une panne se produit sur le secteur, le courant de fuite seul s'échappe ; son intensité n'étant au maximum que de cinq millièmes d'ampère, la perte de courant est insignifiante.



UNE NOUVELLE PROUESSE DU CIMENT ARMÉ



(Cluche Entreprise Limousin.)

COMMENT UN CHEVALEMENT DE MINE EN CIMENT ARMÉ A REMPLACÉ, A SAINT-ÉTIENNE, L'ANCIEN CHEVALEMENT EN BOIS, DEVENU INSUFFISANT

On sait que les chevalements, à quoi se reconnaissent de loin les puits de mines, sont destinés à soutenir les poulies sur lesquelles s'enroule le câble utilisé pour la montée ou la descente des bennes de charbon extraites des galeries de la mine. Un ancien chevalement d'une mine de Saint-Etienne étant devenu insuffisant, son remplacement fut décidé. Il s'agissait de refaire l'installation en limitant au minimum l'interruption de l'extraction. Pour cela, le nouveau chevalement en ciment armé fut établi, à proximité du puits, sur des rouleaux reposant sur des rails, ainsi que le montre la photographie ci-dessus. En une demi-journée seulement, la nouvelle installation, haute de 35 mètres et pesant plus de 1.000 tonnes, fut amenée à la place de la première.

LE SALON DE LA T. S. F. DE BERLIN VIENT DE NOUS RÉVÉLER LES TENDANCES ALLEMANDES

Par notre envoyé spécial Constant GRINAULT

Deux chiffres suffisent à montrer la diffusion rapide de la T. S. F. en Allemagne : en 1924, 80.000 sans-filistes ; en 1928, plus de 2 millions, d'après les statistiques officielles, puisque chacun sait que le sans-filiste allemand paie une redevance par appareil au fisc du Reich. D'où vient ce gigantesque essor ? Afin de répondre à cette question, l'un de nos collaborateurs spécialistes a visité la V^e Exposition de T. S. F. de Berlin, qui vient de clore ses portes. Nos lecteurs trouveront dans l'article qui suit d'intéressants aperçus et une documentation précise concernant la téléphonie sans fil en Allemagne. Parmi les causes de ce développement prodigieux, il faut mettre tout d'abord en évidence l'importance du réseau émetteur allemand, qui comporte vingt-quatre stations, dont onze principales et treize formant relais, réparties de telle sorte qu'en un point quelconque du territoire on est assuré d'entendre avec netteté des programmes excellemment établis avec des appareils relativement simplifiés (trois ou quatre lampes, en général). L'Allemand a donc sur place un programme choisi et attrayant, diffusé à travers le pays, tandis qu'en France, même avec des postes perfectionnés, parfaitement conçus et exécutés, le programme émetteur est trop souvent d'une infériorité décevante. La faute n'est donc pas au constructeur français, qui est sans rival, si nous sommes en retard sur nos voisins d'outre-Rhin : elle réside exclusivement dans la pauvreté de l'émission française.

LA V^e Exposition nationale allemande de T. S. F. a été ouverte au public du 31 août au 9 septembre. L'immense hall construit en 1924 pour abriter la première Exposition était devenu trop petit pour recevoir tous les exposants. Aussi, les immenses salles de l'Exposition universelle voisine ont-elles été mobilisées, cette année, pour la radio. La totalité de la surface occupée par l'Exposition actuelle dépassait 11.000 mètres carrés ; 373 exposants, sans compter les stands de l'Etat, de la Poste, de la Police, de l'aviation ou d'organisations d'amateurs, se partageaient les emplacements.

Il y a en Allemagne plus de 2 millions d'auditeurs de T. S. F.

Le luxe des stands, la recherche dans la présentation des appareils et l'organisation générale surprennent les visiteurs. Une impression très nette de prospérité se dégage de l'ensemble, et l'intérêt avec lequel la foule silencieuse et disciplinée circule dans l'Exposition est un indice du grand succès dont jouit la T. S. F. en Allemagne. Les graphiques exposés nous montrent, d'ailleurs, que les fabricants allemands ne redoutent pas la mévente. Le nombre des

auditeurs, qui n'était que de 80.000 vers le mois de janvier 1924, a monté à plus de deux millions dans l'espace de trois ans, et l'armée des sans-filistes grandit d'une façon sûre et régulière.

Le réseau émetteur allemand comprend vingt-quatre stations

Quelle est la raison de ce développement rapide de la radio chez nos voisins ? On doit attribuer ce succès au développement systématique du réseau émetteur. Il existe actuellement, sur le territoire allemand, 24 stations émettrices, dont 11 stations principales et 13 stations relais. L'établissement de ce réseau a été étudié de façon à ne pas laisser de « creux », c'est-à-dire des parties du territoire où la réception serait impossible ou même difficile.

Pour desservir régulièrement l'ensemble du réseau, les stations principales sont réunies en permanence aux stations secondaires par des lignes aériennes, ou même souterraines, établies spécialement. Grâce à cette organisation de diffusion, l'amateur allemand est sûr de pouvoir entendre, régulièrement et partout, les meilleurs programmes avec des appareils relativement simples et par conséquent peu coûteux.

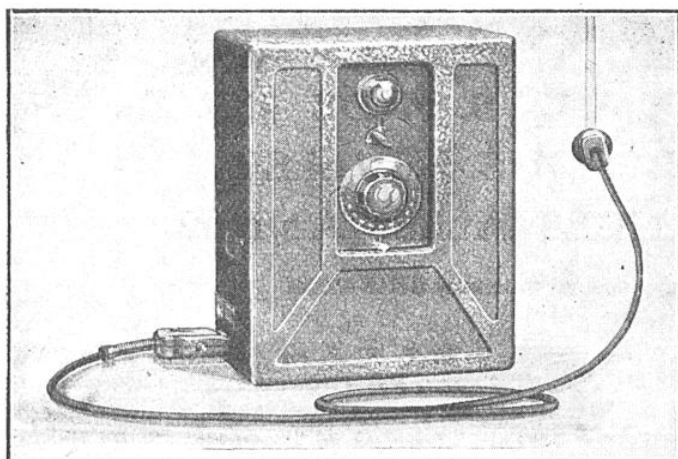


FIG. 1. — RÉCEPTEUR DEUX LAMPES DE LA COMPAGNIE « N ET K » ALIMENTÉ PAR LE SECTEUR

Les appareils récepteurs simples sont les plus en vogue

Aussi l'industrie allemande s'est adaptée à ces conditions favorables, et la plupart des appareils présentés à l'Exposition répondent parfaitement à une demande toujours croissante de récepteurs simples et peu coûteux. Ce sont de petits postes à trois ou quatre lampes, au maximum. Construits en grande série, ils attirent l'attention par le fini de leur exécution. Pas de boutons superflus, pas d'ébénisterie encombrante ou fantaisiste, mais des lignes solides, des dimensions réduites, boîtiers métalliques, cadrans, selfs et lampes intérieures, telles sont les caractéristiques principales de la plupart des postes récepteurs allemands.

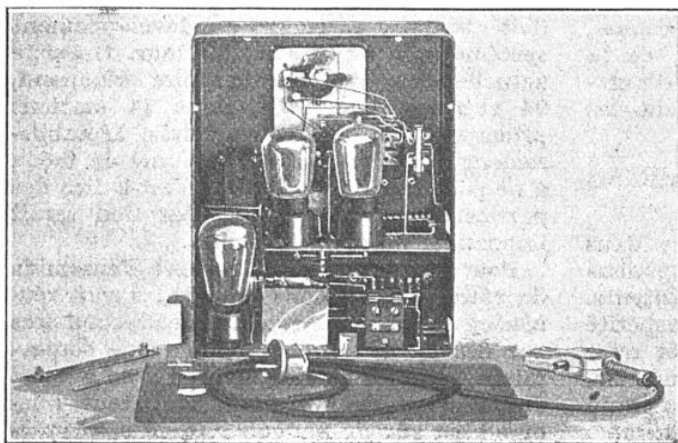


FIG. 2. — VUE INTÉRIEURE DU RÉCEPTEUR « N ET K »
En bas et à gauche, la lampe redresseuse du courant.

L'alimentation par le secteur est une règle presque absolue

Mais la particularité la plus frappante des postes exposés réside non dans leur forme extérieure, mais dans leur partie électrique. En effet, presque tous les récepteurs présentés sont alimentés, non par des piles et des accus, mais par les courants du réseau. Plus de remplacements coûteux de piles, plus de recharges ennuyeuses d'accumulateurs ; il suffit de brancher le récepteur à une prise de courant comme une lampe ou un fer à repasser. Ce résultat est obtenu grâce à l'emploi de lampes à chauffage indirect, tout récemment appa-

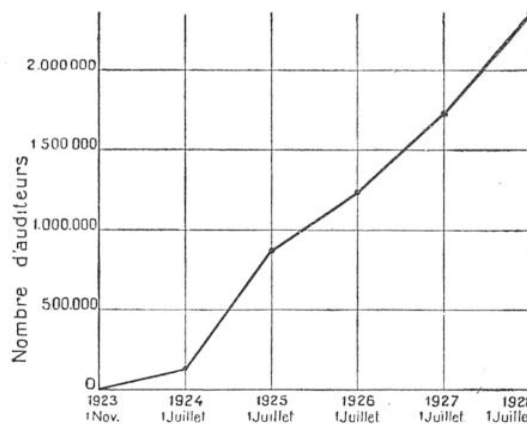


FIG. 3. — GRAPHIQUE MONTRANT L'ACCROISSEMENT DU NOMBRE D'AUDITEURS EN ALLEMAGNE DE 1923 A 1928

res en Allemagne. Comme nos lecteurs le savent, le filament tubulaire de ces lampes n'est pas parcouru par le courant, il est chauffé par une résistance placée en son centre et reliée au réseau par l'intermédiaire d'un transformateur. Ce système permet ainsi l'alimentation directe sur courant alternatif aussi bien que sur courant continu.

Il y a aussi des « super... »

Pour les personnes désirant entendre les stations lointaines, l'industrie allemande offre des appareils à quatre et cinq lampes, aux montages dérivés du

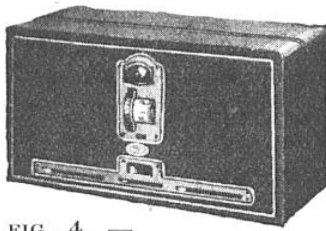


FIG. 4. —
RÉCEPTEUR 4 LAMPES « LO-
RENZ RADIO », ALIMENTÉ
PAR LE SECTEUR

neutrodyne et presque toujours alimentés par le secteur. Tel est celui de la Compagnie Lorenz Radio. Remarquablement fini, cet appareil, lui aussi alimenté par le réseau, possède deux lampes haute fréquence neutrodynées et deux lampes basse fréquence. Une verrière protège une petite lampe éclairant le cadran et même une partie de la table devant l'appareil. Il est à remarquer que le constructeur a remplacé les boutons circulaires ordinaires par des leviers, afin de simplifier l'aspect extérieur de l'appareil.

La Compagnie Telefunken a également recours aux mêmes artifices pour donner un aspect d'apparente simplicité à son récepteur à cinq lampes.

Ces appareils et ceux appartenant aux types similaires représentent au moins 80 % de la totalité des récepteurs présentés à la Foire de Berlin. Ceux de type plus compliqué, les changeurs de fréquence à six ou sept lampes, ne sont presque pas représentés à l'Exposition. Les récepteurs sur cadre ne sont pas non plus en vogue, pas plus, d'ailleurs, que les appareils portatifs : le nombre des récepteurs-valise exposés ne dépasse pas une demi-douzaine.

Ainsi, les types les plus répandus actuellement en France ne sont pas en grande faveur de l'autre côté de la frontière ; et, par voie de conséquence, pourrait-on hasarder, les appareils fabriqués en grande série en Allemagne ne sont pas d'une vente courante en France. Cette particularité s'explique surtout,



FIG. 5. — RÉCEPTEUR « TELE-
FUNKEN » A 4 LAMPES

répétons-le, par le développement du réseau d'émission allemand. La présence d'un grand nombre de stations puissantes réparties sur tout le territoire rend inutile le poste très

sensible. Une simple détectrice avec deux basse fréquence donne déjà, presque partout, le très fort haut-parleur. Ensuite, n'étant pas astreint à des amplifications importantes, l'usager allemand peut être difficile et il reproche aux récepteurs à changement de fréquence leur absence de pureté et le souffle de fond. Enfin, habitué au récepteur alimenté par le secteur et à un prix relativement bas, il ne veut pas accepter des postes chers alimentés par piles et accus. Malheureusement, l'alimentation par secteur des postes compliqués, comprenant plusieurs étages haute fréquence au changeur de fréquence, n'est pas encore entièrement résolue d'une façon pratique. Telles sont, à notre avis, les trois raisons de l'aspect différent du

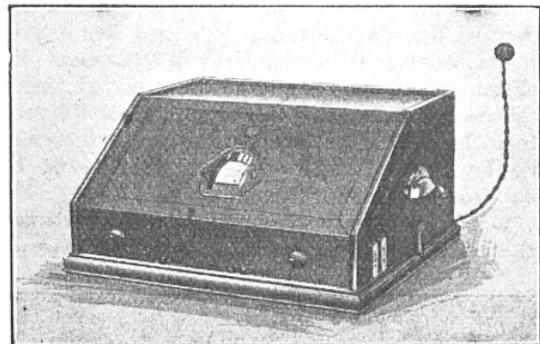


FIG. 6. — APPAREIL 5 LAMPES ALIMENTÉ PAR
LE SECTEUR DE LA COMPAGNIE TELEFUNKEN

marché de T. S. F. dans les deux pays voisins.

Cette vogue d'alimentation par secteur a entraîné une forte demande de redresseurs, permettant de transformer un poste alimenté par piles et accus en un poste utilisant le secteur. Presque toutes les grandes maisons ont sorti des « adaptateurs » et des chargeurs divers. Généralement bien finis, ces appareils sont d'un fonctionnement absolument sûr. La plupart sont à lampes, mais on aperçoit l'apparition timide des premiers redresseurs secs à oxyde de cuivre ou similaires, tel le redresseur sec de la Compagnie Hegra. Le redresseur ne comporte aucune partie mobile, aucun liquide, aucune lampe ; il peut fournir un courant d'environ un ampère et charger des batteries de 2 ou 4 volts.

Mais la plus grande demande est réservée aux « adaptateurs » permettant de transformer des postes anciens, normalement alimentés par une batterie d'accumulateurs et des piles, et de réaliser ainsi facilement l'alimentation directe sur le secteur.

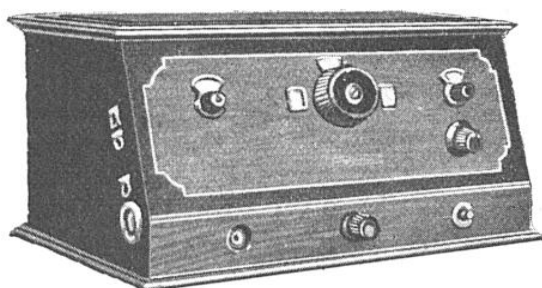


FIG. 7. — APPAREIL 6 LAMPES « DE TE WE », QUI PERMET D'ÉCOUTER EN HAUT-PARLEUR ET SUR ANTENNE LES POSTES EUROPÉENS

Le haut-parleur a fait l'objet d'études minutieuses

En écoutant les questions des visiteurs devant les stands et les réponses des exposants, on constate que le principal souci du client n'est pas le nombre de stations reçues ni la distance qui le sépare de l'émetteur lointain. La préoccupation principale de l'acheteur réside dans la fidélité et le naturel de la reproduction.

Gâté par les superbes concerts des stations allemandes, l'amateur ne cherche pas à

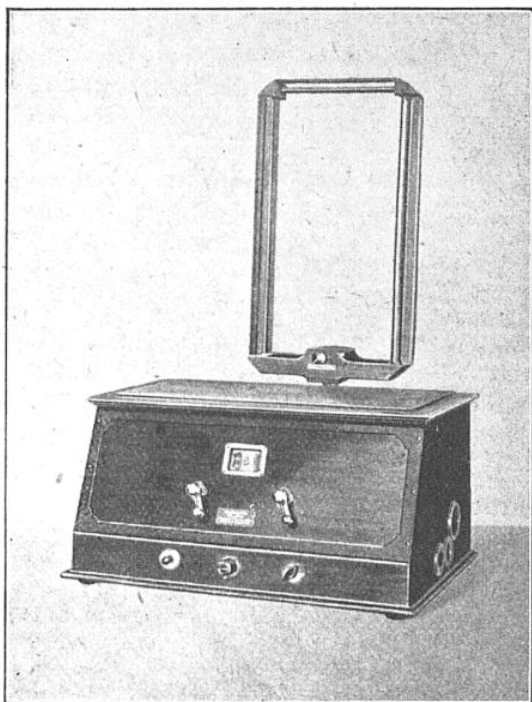


FIG. 8. — APPAREIL CHANGEUR DE FRÉQUENCE « DE TE WE » 8 LAMPES, QUI REÇOIT SUR CADRE LES POSTES EUROPÉENS

capter les émetteurs étrangers et se contente d'écouter la station locale. Sûr de la bonne qualité de l'émission, il exige de son récepteur une absence complète de déformation et cherche à posséder un haut-parleur d'un rendement acoustique parfait.

Les nombreux fabricants se sont empressés de répondre à cette demande et offrent des haut-parleurs de forme et de qualité les plus diverses. Remarquons d'abord que le haut-parleur à pavillon est actuellement détrôné. Celui à cône, le diffuseur, le haut-parleur électrodynamique et même le haut-parleur électrostatique ont pris la place que le

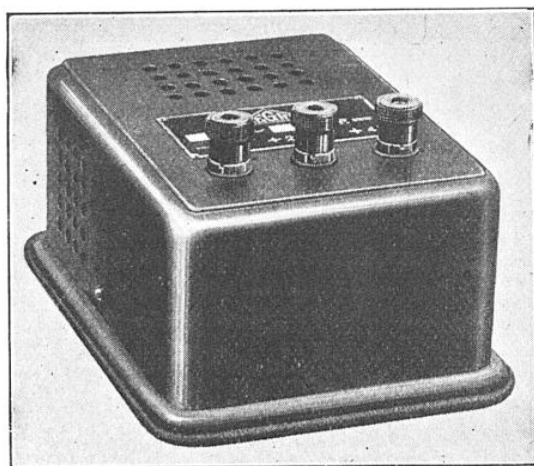


FIG. 9. — APPAREIL PERMETTANT L'ALIMENTATION D'UN POSTE SUR LE SECTEUR
L'appareil fournit à la fois la tension de chauffage et la tension-plaque.

premier occupait sans concurrence il y a deux ou trois ans à peine. La prédilection de plus en plus marquée du public pour les haut-parleurs reproduisant les notes basses a suggéré à un grand nombre de fabricants l'idée du haut-parleur monstre à période propre très basse.

La figure 10 donne l'aspect extérieur du haut-parleur de la maison Funca. Il est destiné à être placé au-dessus de la cheminée en raison de son grand volume de son, qui en fait un appareil spécial pour les cafés, hôtels, etc...

Le haut-parleur double de la Maison Tefag contient deux membranes et deux moteurs. Une des membranes répond à des notes graves, l'autre à des notes aiguës. L'ensemble reproduit fidèlement la parole et la musique avec une grande richesse de nuance.

Les haut-parleurs électrodynamiques (Moving coil) font encore une apparition bien

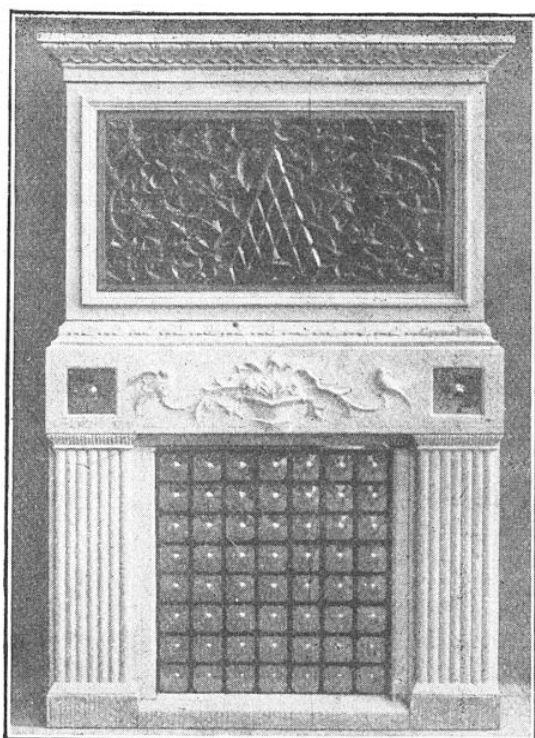


FIG. 10. — MODÈLE DE HAUT-PARLEUR DES ÉTABLISSEMENTS FUNCA, SPÉCIALEMENT ÉTUDIÉ POUR LES GRANDES SALLES

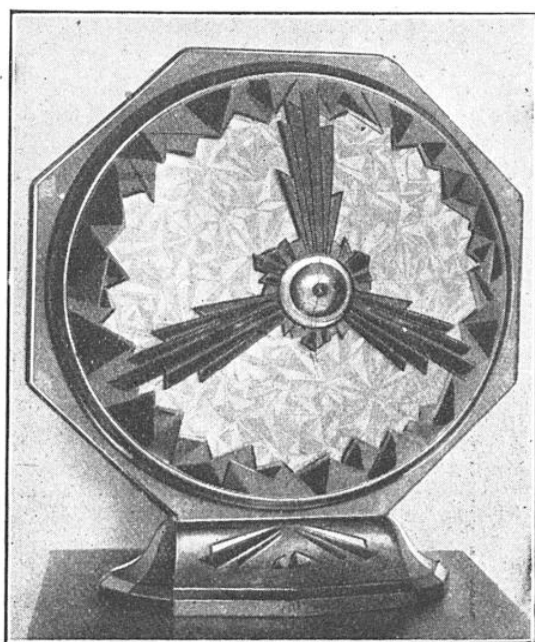


FIG. 11. — HAUT-PARLEUR A CONE « ELODEN COMPRESSOR »

timide sur le marché ; par contre, le haut-parleur électrostatique, qui date de l'an dernier, semble conquérir tous les suffrages. La clarté de la reproduction, la puissance ainsi que l'absence d'harmonique en justifient la vogue.

Nous avons assisté, dans la salle d'auditions de l'Exposition, à un concert de la station de Berlin reproduit par quatre haut-parleurs électrostatiques placés dans les quatre coins de la salle. L'illusion de la présence réelle de l'orchestre était absolue et la mélodie et l'accompagnement transmis avec une richesse et une fidélité étonnantes.

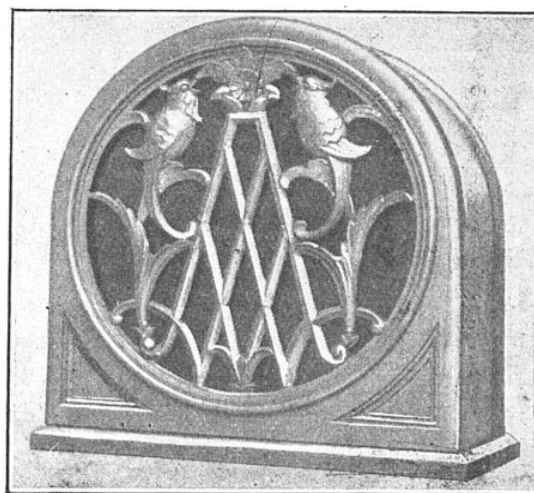


FIG. 12. — AUTRE TYPE DE HAUT-PARLEUR DE LA MAISON FUNCA

Ainsi donc, l'industrie allemande de la T. S. F., grâce au réseau très dense et très étudié des stations émettrices, traverse actuellement une ère de prospérité. Le nombre des auditeurs grandit d'une façon vertigineuse. Pour faire face aux demandes toujours croissantes, les industriels ont entrepris une fabrication en série de récepteurs étudiés dans leurs moindres détails. La plupart de ces récepteurs sont destinés à être alimentés par le secteur en utilisant des lampes à chauffage indirect.

Le grand nombre et la grande puissance des postes émetteurs rendent, d'ailleurs, inutile et peu attrayante la réception des stations lointaines, qui ne sont pour ainsi dire pas demandées.

D'un autre côté, le voisinage de stations, transmettant des programmes soigneusement composés, a développé le goût du public qui désire seulement des appareils simples et ne déformant pas l'audition. C'est pourquoi

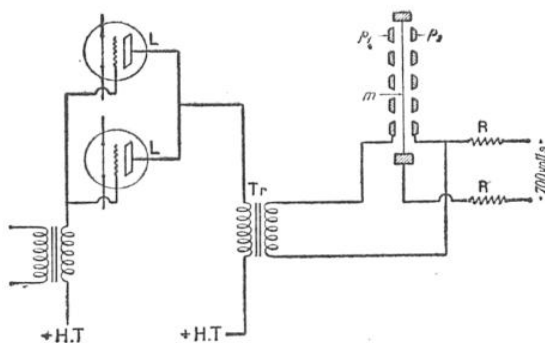
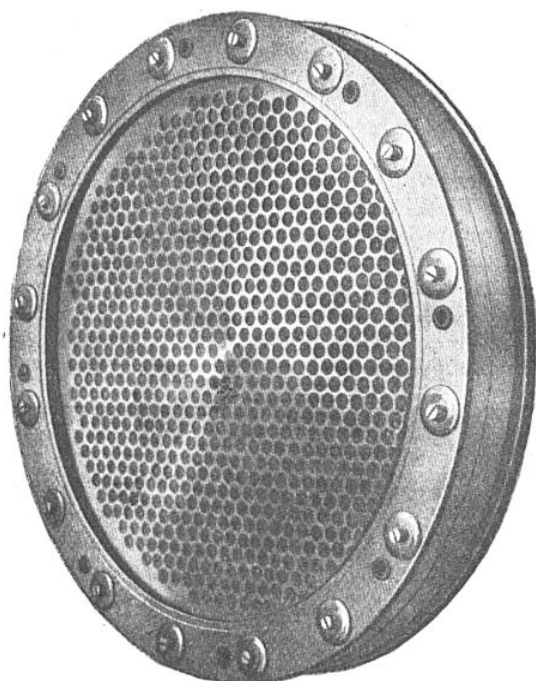


FIG. 13 ET 14. — L'OSZILLOPLAN, HAUT-PARLEUR ÉLECTROSTATIQUE DE GRANDE PUISSANCE (MAISON VOGT)

L L, lampe de puissance en parallèle ; Tr, transformateur ; $P_1 P_2$, armature du haut-parleur ; R, résistances de protection.

L'attention des constructeurs a été attirée vers la technique des haut-parleurs. Les haut-parleurs électrostatiques lancés industriellement sur le marché apportent une fidélité de reproduction telle qu'on les recherche de plus en plus pour desservir les installations de plein air et pour les reproductions d'or-

chestre ; ils ont remplacé avantageusement les anciens reproducteurs à pavillon.

Il peut nous être permis d'établir une comparaison entre l'industrie radiotéléphonique des deux pays, la France et l'Allemagne. Là-bas, la grande simplicité, l'appareil à bas prix, bien construit en série, capable de recevoir parfaitement tout ce que lui transmet sa station régionale ; là-bas aussi — et surtout — un réseau, aussi vaste que le territoire, comportant autant de stations qu'il est nécessaire pour donner satisfaction au plus éloigné des habitants, au plus

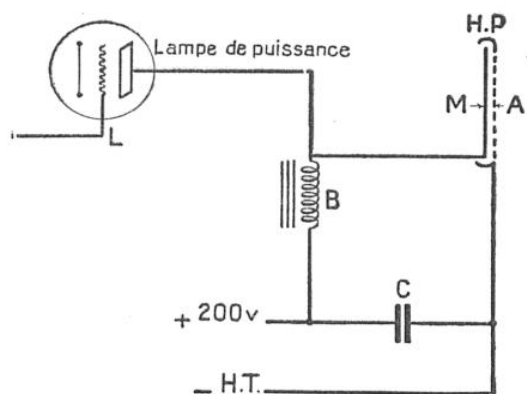


FIG. 15. — SCHÉMA DE HAUT-PARLEUR ÉLECTROSTATIQUE DE FAIBLE PUISSANCE

B, bobine de choc ; C, capacité de 3 microfarads ; M, membrane du haut-parleur ; A, armature perforée du haut-parleur.

délicat comme au moins cultivé, à qui l'on inculque le goût du beau par une musique choisie.

Ici, quelques stations rivales, aussi insuffisantes les unes que les autres au double point de vue de la technique et du choix des programmes. Les constructeurs sont donc obligatoirement tenus à construire des appareils capables de donner au public français des satisfactions d'art qu'il doit puiser en Angleterre, en Allemagne, en Espagne, en Autriche, en Pologne, ne les trouvant pas chez lui.

Les postes français sont des merveilles, les techniciens qui les enfantent peuvent lutter avec tous, mais l'amateur ne peut la plupart du temps satisfaire ses goûts qu'à la condition de s'adresser aux postes émetteurs étrangers.

C. GRINAULT.

LA T. S. F. ET LA VIE

Par Joseph ROUSSEL

Les pannes des récepteurs de T. S. F. — Manifestation. — Localisation. — Remèdes.

DE nombreux amateurs de radiotéléphonie, surtout parmi les plus récents adeptes de cette science nouvelle, ont coutume de porter sur les postes récepteurs de T. S. F. des jugements qui peuvent se résumer sous les formes suivantes : « Ces appareils ne sont pas au point, ils ont sans cesse des pannes » ; ou bien « Ce qui caractérise un bon appareil de T. S. F., c'est l'absence de pannes. »

Ces façons de voir sont, dans l'état actuel de la radiotechnique, l'une et l'autre entachées d'erreur, et, si nous avons voulu les relever, c'est parce que de telles manières d'exprimer ses mécomptes sont non seulement inexactes, mais aussi préjudiciables au développement de la radiophonie.

Aucun appareil humain, si parfaites que soient sa conception et sa réalisation, n'est exempt de défaillances, et ces défaillances sont d'autant plus explicables, que l'appareil considéré est plus complexe et plus délicat d'une part, et, d'autre part, qu'il est mis, le plus souvent, dans des mains peu expérimentées.

Qu'il s'agisse d'un récepteur de T. S. F., d'un appareil photographique, d'un véhicule automobile, etc., on ne saurait concevoir qu'aucune étude préalable ne soit nécessaire pour en user convenablement. Et, pourtant, combien de gens s'intitulent « amateurs de T. S. F. », simplement parce qu'ils viennent d'acquérir un poste, mais ne possèdent, en réalité, aucune notion, même élémentaire, sur son fonctionnement.

Ils ne doivent pas, pour cela, craindre la panne, mais apprendre à lutter victorieusement contre elle et, surtout, à ne pas la provoquer. L'application de ces principes sera le but de ces articles.

Pratiquement, la plupart des organes d'un poste récepteur sont inusables, tant qu'ils restent à l'abri de détériorations accidentelles causées par une fausse manœuvre ou par un choc violent. Dans un poste correctement établi, ces organes sont les éléments internes que couvre et protège l'ébénisterie.

D'autres, au contraire, exigent une surveillance assez fréquente, quoique bien facile : ce sont les organes extérieurs.

On peut les ranger en deux catégories : ceux qui s'usent en travaillant, telles les sources électriques et les lampes ; ceux qui,

étant mobiles et souvent changés de place, exigent, au cours de leur fixation temporaire, des précautions spéciales, tels les conducteurs de liaison, le cadre, les inductances mobiles ; enfin, les lampes.

Le but d'instruction générale de cette étude, nous amène à considérer l'existence de deux classes de récepteurs nettement différentes :

La première classe comprend tous les appareils commerciaux sortant de chez les constructeurs en état de marche immédiate.

La seconde comprend les récepteurs construits entièrement par l'amateur, par groupements de pièces détachées, suivant des plans de plus en plus variés.

Si la seconde classe, par suite de sa conception même, est susceptible de permettre à toutes les pannes possibles de se manifester, il n'en est pas de même de la première, qui ne peut, et ne doit, logiquement, pouvoir subir que des pannes d'organes externes.

L'importance de cette étude des pannes nous obligeant à la traiter en deux parties, nous en effectuerons la division sur cette base d'existence de deux classes ainsi définies de récepteurs.

Nous étudierons, aujourd'hui, les pannes des appareils commerciaux.

Si le premier établissement du poste n'a pas été effectué par les soins du constructeur, l'usager novice devra, pour le pratiquer, s'assurer autant que possible le concours d'un monteur sérieux et expérimenté.

Cette façon de procéder lui évitera déjà quelques déboires.

Au cas où cette collaboration serait impossible, l'acquéreur devra étudier très attentivement la notice de montage jointe aux appareils, en suivre rigoureusement les prescriptions, et, s'il constate un phénomène qui lui paraît anormal, prévenir le constructeur, sans pousser plus avant, car une maladresse onéreuse est vite commise.

Supposons maintenant franchi le premier stade d'initiation : notre amateur a obtenu des auditions correctes, il a pris de plus en plus contact avec son appareil, il est devenu expert en l'art précis des réglages.

Il se croit un maître ; puis, un beau soir, voici venir l'heure fâcheuse de la panne.

Il y a panne *vraie*, lorsque, tous les organes visibles du récepteur paraissant correctement disposés, on constate une modification d'audition, portant soit sur la puissance soit sur la pureté, soit sur la sélectivité

La nature de l'altération de l'audition peut servir de première indication ; elle permet d'établir une *présomption* de la cause de la panne, mais ne saurait, dans aucun cas, et sans plus ample examen, permettre d'en affirmer l'origine réelle. Il est bon de ne considérer ce premier renseignement que comme l'*indice* d'une ou de plusieurs causes *possibles*, mais non *certaines*.

A) On peut, tout d'abord, avoir l'impression d'un affaiblissement d'intensité. Il faut alors s'assurer que cet affaiblissement, s'il est réel, porte sur *tous les émetteurs* susceptibles d'être entendus ; pour cela, changer le réglage et chercher d'autres postes. Si *tous* sont nettement affaiblis, la cause doit être recherchée au récepteur, sinon, c'est simplement un émetteur qui a une défaillance.

Nous devons noter que les constatations portant sur la nature de l'audition, ainsi que la recherche systématique des pannes par l'écoute, doivent être effectuées à l'*écouteur*, c'est-à-dire au casque, et non au haut-parleur ; le casque est, du reste, un accessoire normal et souvent utile pour les réglages précis, qui doit accompagner tout poste récepteur.

B) L'audition, correcte au début, s'affaiblit progressivement : on est en droit d'incriminer les accumulateurs de chauffage dont la charge est épuisée.

C) Audition régulière mais affaiblie, affaiblissement nettement dû au récepteur : chauffage insuffisant (vérifier le réglage des rhéostats), lampe fatiguée, pile de haute tension épuisée.

Sur ce dernier point, une remarque s'impose : toutes les piles de haute tension ne sont pas bonnes pour *tous* les appareils ; nous ne voulons pas, par cette remarque, faire allusion aux marques, mais à la capacité des éléments qui doit toujours être proportionnée au *nombre* et aux *types* de lampes utilisées (toujours consulter le vendeur lors d'un achat de bloc haute tension, en lui fournissant ces deux renseignements).

D) Intensité d'audition variable *sans battements* (ne pas accuser trop hâtivement le « fading ») : résistance variable dans les circuits des sources ou les contacts des broches de lampes.

E) La réception ronfle sur tous les réglages, sans battements rythmés : lampe fatiguée, sinon panne interne dans le bloc détecteur (voir constructeur).

F) Battements rythmés avec ou sans ronflement : coupure dans le circuit de grille de la détectrice, s'assurer que la broche de grille est en bon contact avec la douille, sinon panne interne comme en E.

G) Sifflements *indépendants du jeu de la réaction* : chauffage incorrect (trop faible ou trop fort), potentiomètre (s'il y a lieu) mal réglé. Si cette panne ne se produit qu'avec addition de basse fréquence, coupure probable d'un des transformateurs (après recherche systématique, voir le constructeur).

H) Crachements irréguliers (et non battements réguliers comme en F) : mauvaises connexions du circuit d'antenne, de terre, de cadre. Un ou plusieurs éléments de la pile haute tension détériorés. Accumulateur de chauffage en mauvais état intérieur ou bornes oxydées.

I) Les lampes étant allumées, un léger choc sur l'une d'elles (ne pas exagérer ce geste) ne révèle aucune sonorité à l'écouteur : pile de haute tension non connectée, connectée à l'envers ou coupure dans son circuit.

J) Silence total : panne la plus fréquente et la plupart du temps de peu d'importance, car sa cause ne provient, en général, que d'un oubli : connexion non fixée, lampes non allumées, antenne ou cadre non branchés. On ne peut tirer du silence d'un poste aucune conclusion immédiate, la recherche systématique s'impose ; c'est, du reste, par son exposé que nous continuerons cette étude.

Recherche systématique des causes des pannes

Cette recherche ne doit, pour la première classe de récepteurs considérée, porter que sur les organes *externes*. Pour guider nos lecteurs, nous joignons une figure qui représente ces organes et indique les pannes dont ils peuvent être le siège.

Ne toucher, dans aucun cas, aux organes *intérieurs* ; si la recherche systématique ne donne pas le résultat attendu, voir le constructeur ou un dépanneur sérieux.

Se méfier du dépannage proposé par des amis plus complaisants que compétents.

Une panne spéciale, la panne de haut-parleur (enroulements grillés, court-circuit extérieur ou intérieur, membrane collée ou déformée) est possible, mais elle est révélée aux premiers essais si l'on a le soin de les effectuer avec un casque branché au lieu et place du haut-parleur ; si ce dernier *seul* donne une audition correcte, le haut-parleur doit être confié au constructeur pour vérification et remise en état s'il y a lieu.

Le premier acte de l'examen doit porter sur la vérification du montage des organes externes, *sans les déplacer*.

Cette vérification s'effectue, plan de montage fourni par le constructeur en main, point par point. Au cours de cet examen, une traction *légère* sur les fils de connexion permettra de s'assurer qu'aucun d'eux n'est rompu et qu'ils sont convenablement serrés sous les bornes (on peut, également, s'assurer que ce serrage est bien effectué sur l'extrémité dénudée du conducteur et non sur le guipage).

Vérifier successivement et dans l'ordre : l'intégrité de l'antenne (coupure possible) ; s'assurer qu'elle est bien isolée de toute masse métallique voisine.

Même vérification pour le circuit de terre. S'il s'agit d'un cadre, s'assurer de l'intégrité de ses connexions, en particulier s'il

comporte un distributeur. Si l'on soupçonne une coupure dans le fil du cadre (cas qui se présente surtout avec les cadres pliants), l'essayer de la façon suivante : brancher en série, comme le montre la figure 2, le cadre, l'accumulateur de 4 volts, et l'écouteur : au moment de la mise en contact un claquement sec indique l'intégrité du circuit, le silence ou un *grésillement faible* indiquent une coupure totale ou partielle.

Cette méthode est applicable, sous la même forme, à la vérification d'une self-inductance (cas de nids interchangeables dont l'intégrité du circuit est douteuse), d'un écouteur ou d'un haut-parleur (complément de l'examen déjà signalé).

En particulier, cet essai des selfs s'impose si l'on se trouve en présence des phénomènes signalés en I et J.

Si le poste n'« accroche » pas, en poussant la réaction, ceci peut tenir à plusieurs causes : chauffage insuffisant, pile de plaque épuisée (nous verrons comment on vérifie ces organes), self de réaction mal choisie (essayer d'autres selfs du jeu).

Ce cas se présente également si l'une des selfs a ses connexions inversées, mais ne peut avoir cette cause dans un poste commercial, pour lequel l'essai des selfs a toujours été effectué par le constructeur. Nous l'étudierons dans la seconde partie de cette étude.

Restent deux sièges de pannes fréquentes : les sources électriques et les lampes.

Comme pour essayer ces dernières, il est nécessaire d'être sûr du bon état des sources, l'examen de celles-ci s'impose en premier lieu.

Si l'on a constaté que les lampes s'éclairent faiblement, le rhéostat étant à fond, la propriété des contacts des connexions, en particulier des bornes de l'accumulateur de 4 volts ayant été soigneusement vérifiée, l'audition présentant le caractère B, c'est que l'accum est déchargé. La vérification de cette décharge s'opère en mesurant la tension aux bornes avec un voltmètre. Un seul remède : recharger ou faire recharger les éléments épuisés.

A notre avis, la panne de chauffage ne devrait jamais exister, un amateur soigneux peut *toujours* l'éviter.

S'il ne possède pas d'appareil de mesure, il se renseignera auprès du constructeur ou du vendeur compétent de l'accum pendant combien d'heures cet accum peut alimenter

normalement la totalité des lampes du poste ; ceci fait, les heures d'écoute seront notées aussi soigneusement que possible et l'amateur fera recharger son accum lorsque le nombre des heures d'utilisation sera égal à la *moitié* du temps possible d'alimentation normale. Il aura toujours ainsi un accum en bonne forme et dont la « vie » sera longue.

Mais il fera mieux d'avoir un voltmètre de mesure (instrument que nous voudrions voir sur le tableau de tout poste sérieux) ; dès lors, il se basera sur la règle suivante :

L'accum de deux éléments sortant de charge, le voltmètre indique environ 4 volts 8 ; au début de l'utilisation, il indique 4 volts 4 ; en emploi normal, il se maintient à 4 volts. Il est bon de le faire recharger dès que le voltmètre indique 3 volts 7.

Un accum qu'on laisse décharger jusqu'à 3 volts 5 se détériorera très rapidement, et l'on n'en saurait, dans ce cas, accuser le fabricant.

Le bloc de tension-plaque de 40 à 80 volts, en tenant compte

de la remarque que nous avons faite à son sujet, donne naissance à deux pannes différentes.

S'il a une vie normale et, pour cela, il est bon d'observer certaines règles (1), il meurt lentement de vieillesse, ce qui se traduit par un affaiblissement progressif de l'écoute, affaiblissement précédé de la difficulté de plus en plus grande

de l'accrochage de la réaction.

Si l'on possède un voltmètre à deux sensibilités (6 volts et 120 volts), très recommandable, on constate que son voltage tombe peu à peu. Il n'y a qu'à le remplacer sans se plaindre, si sa vie a eu une durée convenable, car il est normal qu'un mécanisme consomme de l'énergie et, pour un poste de T. S. F., celle-ci est empruntée aux sources qui sont, en définitive, les « moteurs » du récepteur.

En dehors de cette mort naturelle, la pile de plaque peut manifester des symptômes de vieillesse prématurée ; ceux-ci se traduisent par des crachements irréguliers à l'audition. Toutefois, si cette perturbation se manifeste, il est bon de s'assurer que la pile de plaque en est bien la cause ; pour cela, on branche l'écouteur à ses bornes, la pile ayant été séparée du poste. Si elle est fautive, on

(1) L'isoler convenablement, le placer dans un endroit ni humide ni trop chaud, avoir soin de le débrancher après chaque audition, ne jamais mettre ses bornes en court-circuit sous prétexte de l'essayer.

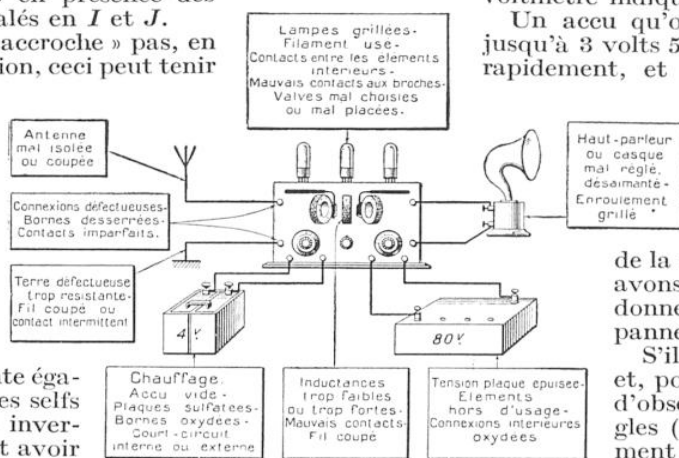


FIG. 1. — PANNES POUVANT SURVENIR DANS LES ORGANES EXTÉRIEURS D'UN POSTE DE T. S. F.

entend ces mêmes crachements au casque. Toutefois, le mal est fréquemment réparable, surtout si le bloc est d'acquisition récente.

Dans ce cas, en effet, un, ou quelques rares éléments du bloc sont seuls à incriminer. Pour trouver l'élément défectueux, le couvercle de la boîte ayant été enlevé, l'une des extrémités des cordons du casque restant seule branchée, par exemple au pôle positif du bloc, on touche *successivement*, avec l'autre cordon, tous les éléments ou leurs connexions de liaison, en ayant soin de gratter légèrement la couche de paraffine isolante, ce qui permet de localiser l'élément ou la connexion malades.

Il suffit ensuite, soit d'assurer la connexion brisée, soit de mettre en court-circuit l'élément défectueux pour éliminer la cause de panne envisagée.

L'intégrité des sources étant reconnue avec certitude, celles-ci nous permettent de vérifier les lampes en toute sécurité.

Pannes d'allumage

On aura soin, pour en chercher la cause, de débrancher, par prudence, la seule batterie de haute tension.

Aucune lampe ne s'allume : mauvais contact des conducteurs extérieurs de l'accu 4 volts aux bornes du poste, ou rupture d'un de ces conducteurs (vérifier soigneusement ce circuit), rhéostat général, s'il existe, déréglé ; lame ne touchant pas les spires (connecter les cordons de l'accu *directement* aux broches de filament de la première lampe ; si les valves s'allument, c'est bien le rhéostat qui est fautif : voir le constructeur) ; si, au cours de ce dernier essai, aucune lampe ne s'allume, il y a bien des chances pour qu'elles soient grillées.

Pour savoir si elles le sont toutes, il faut répéter l'essai précédent sur chaque lampe successivement.

Nous ne signalerions pas le remède, hélas ! trop connu : remplacer les lampes, si nous n'avions à ajouter : par des lampes de caractéristiques identiques, ce qui a une grande importance.

L'allumage des valves est intermittent ou bien certaines lampes s'allument seules :

vérifier si cette panne est due à un mauvais contact des broches des lampes dans leurs douilles ; aussi, pour éviter tout mécompte ayant cette cause pour origine et pouvant porter aussi bien sur les circuits de grilles, de plaques ou de filaments, il est bon de sortir les lampes *une à une*, et d'écarter légèrement les branches des broches avec une lame de canif. Une lampe doit entrer à frottement assez dur.

Si, malgré cette précaution, l'allumage reste irrégulier, il est dû aux rhéostats ou à quelque connexion interne du circuit de chauffage et la panne exige les soins du constructeur.

Enfin, à force de servir, une lampe peut s'user sans cesser d'éclairer ; au début, elle transforme le timbre des sons qu'elle assourdit ; puis elle les affaiblit jusqu'à rendre, parfois, le récepteur entièrement muet.

Il n'y a qu'un moyen de reconnaître cette panne avec certitude et de la combattre en même temps, c'est d'essayer, à la place de chaque lampe, *successivement*, une valve de *même nature*.

Voici, passées en revue, à peu près toutes les pannes susceptibles d'affecter un bon récepteur, pannes qu'aucun constructeur ne saurait éviter ; mais nous ajouterons ceci :

Mieux vaut prévenir que guérir, et presque toutes ces pannes peuvent être évitées avec certitude, à la seule condition que l'utilisateur y mette un peu de bonne volonté.

Il lui suffira :

1° De vérifier fréquemment l'intégrité des quelques connexions extérieures ;

2° D'assurer le bon contact des broches des valves ;

3° De vérifier la tension de ses sources avec un voltmètre à deux sensibilités et surtout de ne jamais attendre que l'accu de chauffage soit entièrement déchargé pour le faire recharger (toutes pannes sont évitées de ce côté, si, possédant un secteur, on lui adjoint un appareil de maintien en charge constante) ;

4° Enfin, posséder un double jeu de valves.

Ces quelques conseils n'ont pas la prétention de supprimer les pannes, mais, correctement suivis, ils les rendront pratiquement bien rares.

J. ROUSSEL.

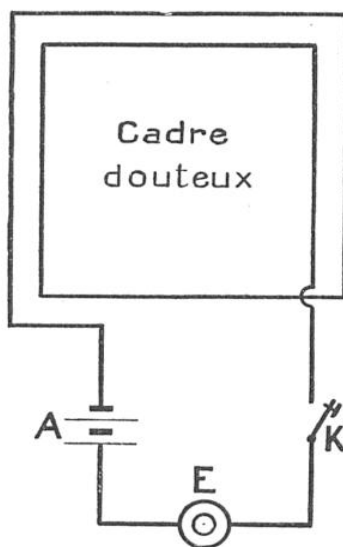


FIG. 2. — ESSAI D'UN CADRE DOUTEUX OU D'UNE SELF

A, accu 4 volts (sens de branchement indifférent) ; E, écouteur ou casque ; K, interrupteur.

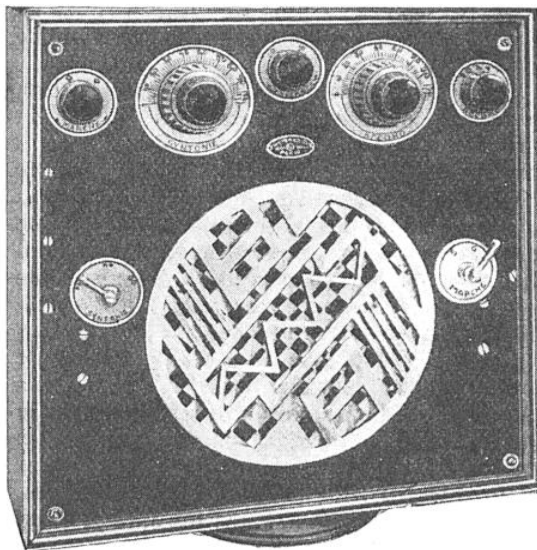
**LA SCIENCE ET LA VIE est le seul magazine
DE VULGARISATION SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE**

LA T. S. F. ET LES CONSTRUCTEURS

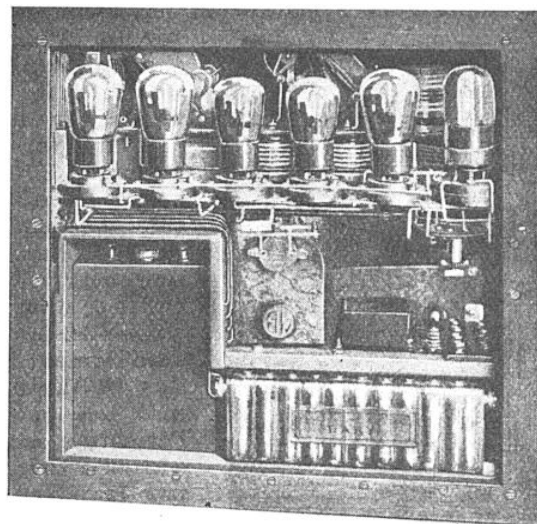
Récepteur transportable dont on peut recharger les accus sans les déplacer

Les photographies ci-dessous représentent la vue avant et la vue intérieure d'un changeur de fréquence permettant l'écoute sur cinq ou six lampes. D'un encombrement réduit ($38 \times 38 \times 15$ cm), cet appareil

ploie dans ce poste des accus à liquide immobilisés. Le problème de leur recharge nécessite généralement l'enlèvement des batteries hors du poste. Pour éviter cette manœuvre, on a disposé les batteries dans un compartiment où leurs connexions sont étudiées pour permettre l'isolement rapide du 4 et du 80 volts par simple déplace-



VUE AVANT DU POSTE



VUE INTÉRIEURE DU RÉCEPTEUR

comprend le récepteur, le collecteur d'ondes, le diffuseur et les accus 4 et 80 volts.

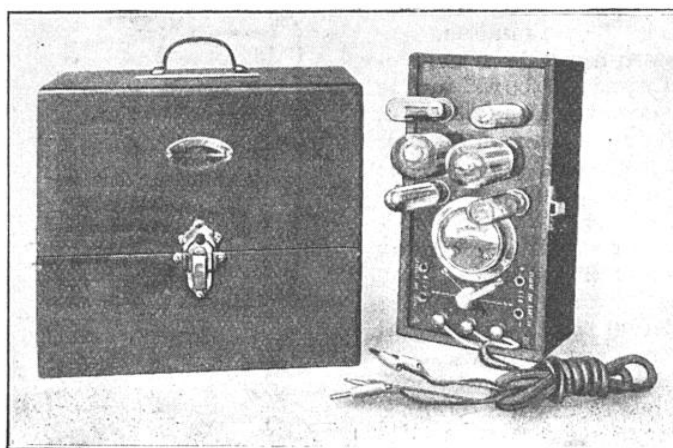
A l'avant, on remarque les divers boutons (celui du haut pour la mise en marche, celui du milieu pour la puissance, celui de droite pour combiner les enroulements du cadre ; les deux du centre pour l'accord et le système). La manette en bas et à gauche effectue le changement de longueur d'onde de l'hétérodyne, celle de droite assure la réception sur cinq ou six lampes.

Les accus ont été jugés préférables aux piles, et l'on em-

ment de trois fiches repérées. Grâce au chargeur universel transportable, figuré au bas de la page, la manœuvre pour la recharge des accumulateurs se fait instantanément.

Peu encombrant ($22 \times 24 \times 11$ cm), ce chargeur fournit un courant redressé qui peut être utilisé pour alimenter n'importe quelle batterie de T. S. F.

Ce chargeur universel permet d'utiliser à volonté le courant continu ou alternatif pour la recharge des accus. Il comporte, en effet, des lampes redresseuses et des lampes ordinaires pour le continu.



LE RECHARGEUR DES ACCUMULATEURS

UNE NOUVELLE PENDULE ÉLECTRIQUE A SONNERIE

LE nouveau système de sonnerie électrique employé dans les pendules « Ato » a été imaginé par M. Rollin, ancien élève de l'Ecole d'horlogerie de Cluses.

Dans cette pendule, la tige du marteau est solidaire d'une armature en fer, ayant la forme d'un champignon, aimantée fortement par un aimant permanent. Sur cette armature agissent deux bobines, parcourues par le courant d'une pile. Les enroulements des bobines sont tels que l'armature est à la fois attirée par le noyau de l'une et repoussée par le noyau de l'autre. Si on inverse le sens du courant, l'armature est attirée par la seconde et repoussée par la première.

LA PENDULE A SONNERIE
« ATO »

Le marteau, obéissant à ces deux mouvements contraires, frappe d'abord sur le timbre et se relève ensuite. Il suffit donc, pour frapper les heures, de commander l'envoi des courants inverses à une cadence déterminée. Cet envoi s'effectue par l'intermédiaire d'un disque isolé, formant distributeur ou inverseur, constitué par deux demi-circonférences métalliques reliées, l'une au positif de la pile, l'autre au négatif. Sur ce distributeur, frottent deux lames qui conduisent les courants aux bobines.

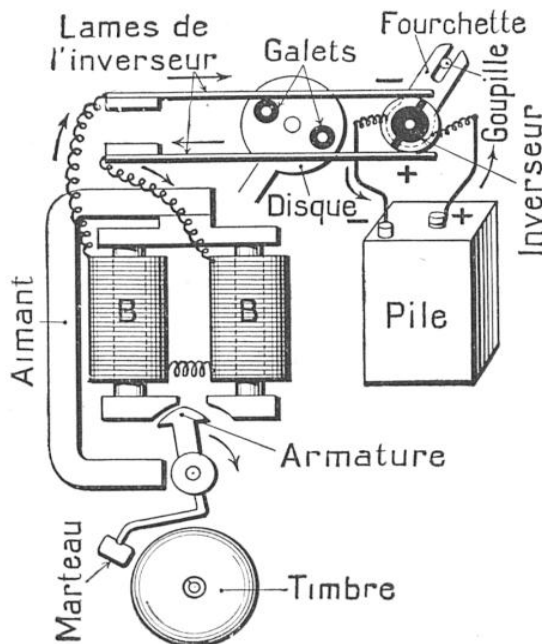
Dans l'intervalle des sonneries, les lames sont éloignées de l'inverseur ; les bobines ne reçoivent donc aucun courant.

Mais l'inverseur est constamment animé d'un mouvement alternatif par le balancier

pourvu, pour la circonstance, d'un doigt, terminé par une goupille engagée dans une fourchette solidaire de l'axe du système. Même pendant le frottement des lames, les mouvements du pendule n'en sont nullement influencés ; celui-ci conserve toute sa liberté d'allure, sans aucune altération de son amplitude.

Quant à l'écartement de ces mêmes lames, maintenu permanent entre les temps de sonnerie, il est réalisé par un disque à deux cames, que fait osciller le *râteau*, organe habituel des mécanismes d'horlogerie dans toutes les pendules. C'est seulement lorsque le râteau s'abaisse, pour préparer le déclenchement du mécanisme, que le disque oscille pour libérer les deux lames, dont les extrémités viennent alors reposer sur l'inverseur.

Grâce à la sonnerie, la pendule électrique sera beaucoup plus facilement admise dans tous les intérieurs, où l'on aime entendre l'heure, surtout pendant la nuit. C'est un avantage très appréciable qui vient s'ajouter à toutes les qualités des pendules électriques, surtout, comme c'est le cas ici, lorsqu'il est obtenu sans mécanisme compliqué.



MÉCANISME DE LA SONNERIE

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Des meubles qui se transforment à volonté

EN examinant la photographie ci-dessous, qui représente une salle à manger moderne, avec table, sièges, lambris, étagères, bibliothèque, meuble de pendule à caisse, appareil de T. S. F., se douterait-on que tous ces meubles ont été fabriqués avec quelques types d'éléments interchangeables qui permettraient, par exemple, d'agrandir à volonté le buffet, d'ajouter un rayon aux étagères ou encore d'exécuter des meubles d'une conception et d'une destination absolument différentes, voire même des rayons et casiers pour le commerce ou l'industrie?

L'art de la menuiserie consiste, on le sait,

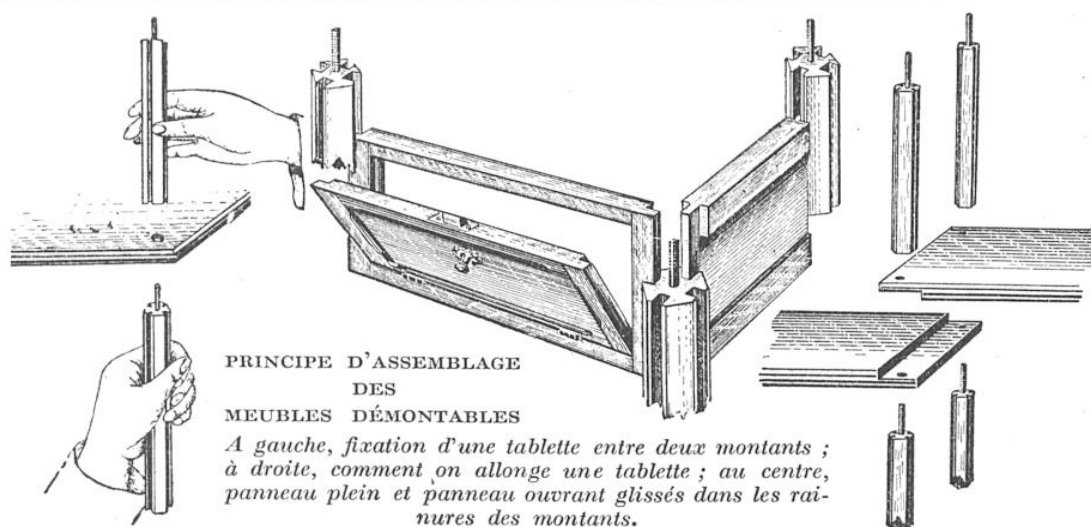
à assembler des panneaux, des montants, au moyen de colle, de clous, de chevilles, pour fabriquer des meubles aux formes immuables. Cet art était-il intangible? La standardisation, qui se développe de plus en plus dans toutes les branches de l'industrie, ne pouvait-elle apporter ses bienfaits dans le domaine du bois?

La réponse à ces deux questions a été faite avec éloquence, dans les dernières expositions de Paris, par l'éclosion d'un nouveau mode de construction des meubles, véritable « meccano du bois » : « le système D ».

Dans ce système, tous les assemblages se font de la même façon, depuis la simple étagère jusqu'au meuble le plus moderne. Considérons un instant le dessin ci-après (page 82), qui représente un exemple d'assemblage. Aux coins du meuble, nous voyons des mon-



TOUS LES MEUBLES DE CETTE SALLE A MANGER ONT ÉTÉ ÉTABLIS AU MOYEN D'ÉLÉMENTS TRÈS SIMPLES ET PEUVENT SE TRANSFORMER COMPLÈTEMENT



tants portant chacun quatre rainures, terminés en haut par une vis. Ces montants, qui se font en toutes longueurs (par variation de 5 en 5 centimètres), portent à leur partie inférieure un écrou taraudé au pas de la vis supérieure. Pour assembler une étagère, il suffit de serrer une tablette entre des montants consécutifs, ainsi que l'indique la figure ci-dessus. Les rainures des montants permettent de faire glisser des panneaux verticaux qui, en outre, donnent de la rigidité à l'ensemble. On voit, sur le dessin de droite, comment on peut aisément allonger une étagère, grâce à des panneaux entaillés à leurs extrémités. Enfin, sur la figure centrale, on comprend parfaitement l'agencement d'un meuble au moyen de panneaux différents : pleins, grillagés ou ouvrants.

Ainsi, désormais, grâce au « Système D », chacun peut réaliser, au moyen d'éléments fort simples, n'importe quel meuble, des tablettes d'angle étant prévues pour les encoignures. Bien mieux, chacun peut modifier à son gré des meubles existant déjà, s'ils sont construits avec les éléments de ce système. Vient-on à déménager ? Tout l'ameublement démonté peut être expédié en colis-postaux et remonté dans le nouveau logis, suivant des modèles totalement différents. C'est, par conséquent, la faculté pour tous de renouveler son mobilier suivant le goût du jour, sans frais inutiles. Chacun devient ainsi, à la fois, l'ingénieur qui conçoit et l'ouvrier qui exécute.

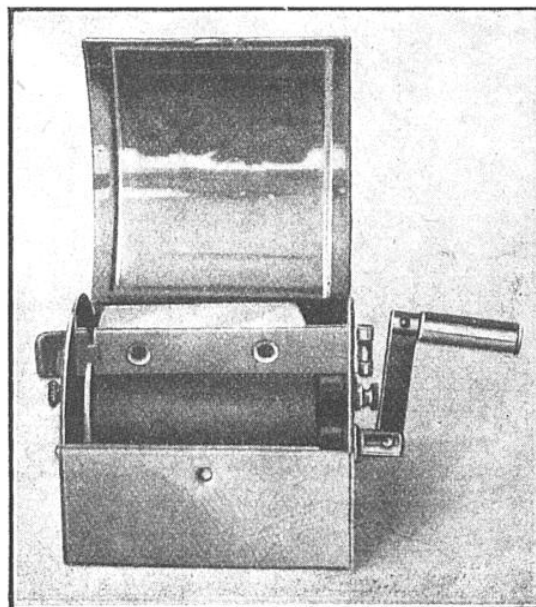
Pour faire durer les lames de rasoir

IL n'y a, évidemment, qu'une seule solution pour faire durer les lames de rasoir, c'est de les repasser et nombreux sont les appareils conçus à cet effet. Nous en avons décrit ici même d'excellents (1). Pour

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 105, page 258, et n° 136, page 351.

tenir nos lecteurs au courant des nouveautés susceptibles de les intéresser, nous devons leur signaler un nouvel appareil, l'« Affilvic », donnant de très bons résultats.

Dans une boîte nickelée à couvercle mobile se trouvent deux rouleaux de feutre spécial dont l'un est actionné par une manivelle repliable. Aucun engrenage entre les deux cylindres, seul le frottement de l'un contre l'autre assure l'entraînement de celui que la manivelle n'actionne pas. Entre ces deux rouleaux se place la lame à repasser dans un support *ad hoc* et c'est tout. Mais, si l'on remarque que ce support présente une fente dans laquelle s'engage un disque porté par



L'« AFFILVIC » OUVERT, MONTRANT L'EMPLACEMENT DE LA LAME

l'axe du cylindre moteur et que ce disque est incliné sur cet axe, on comprend immédiatement que le support de lame prend un mouvement de translation pendant que les rouleaux frottent et affilent la lame. L'affilage se fait donc de biais, condition indispensable pour un bon résultat.

D'une étonnante simplicité, ce repassage permet de faire durer les lames de rasoirs plusieurs mois.

Pour combattre les incendies sur les voitures automobiles

SUR 100 incendies éclatant sur les voitures automobiles, environ 96 commencent sous le capot : à peu près 94 de ces sinistres sont dus au retour de flamme et 2 à des défauts dans les canalisations électriques. Les autres incendies proviennent, soit d'un défaut dans le circuit d'éclairage à l'intérieur de la voiture, ou encore d'imprudences.

Les retours de flamme consistent généralement en une toute petite flamme, qui n'est pas dangereuse au début et qui peut être étouffée avec un mouchoir. Ce n'est qu'au bout de la deuxième minute que les gaz, en s'échauffant, dérèglent le carburateur, qui commence à faire gicler l'essence enflammée. Cette dernière se répand alors instantanément sur toute la surface du moteur et enflamme la graisse et l'huile toujours agglomérées dans le carter du moteur. A ce moment, l'incendie commence à être dangereux, parce que l'explosion du réservoir peut se produire à tout instant.

Pour donner une complète sécurité, il est donc nécessaire de posséder un extincteur dont le fonctionnement soit automatique. Aussi sommes-nous heureux de signaler à nos lecteurs un nouvel appareil, qui nous semble résoudre heureusement cette question.

« L'Assuro » présente la forme d'un petit obus nickelé de dimensions 5 x 16 centimètres et se place directement sur le carburateur. L'appareil est constitué par un corps cylindrique, à l'intérieur duquel se trouve le liquide extincteur ainsi qu'une petite cartouche d'anhydride carbonique liquéfié, qui, automatiquement, se trouve

percute avec précision au moment voulu.

Le dispositif de déclenchement est en équilibre au moyen d'un pointeau et d'une petite lame formant ressort ; celle-ci est maintenue en place par une bague en cellulose entoilée. Pour préserver les trous du cabochon pulvérisateur, un capuchon en matière inflammable et non fusible recouvre cette bague. L'épaisseur du cabochon rouge est calculée de façon que les retours de flammes temporaires (non dangereux) ne produisent pas le déclenchement de l'appareil. C'est seulement au bout de la septième seconde de la durée d'une flamme constante (et vingt secondes avant que cette flamme devienne dangereuse) que le capuchon s'enflamme et transmet le feu à la bague en cellulose, qui, en brûlant, fait fonctionner l'extincteur.

Il est à remarquer que dans cet appareil n'existe aucune pression en dehors du moment de son fonctionnement. C'est alors que se produit, dans l'appareil, une formidable pression qui chasse le liquide mélangé au gaz d'anhydride carbonique, sous forme d'un brouillard épais, par les trous du cabochon pulvérisateur.

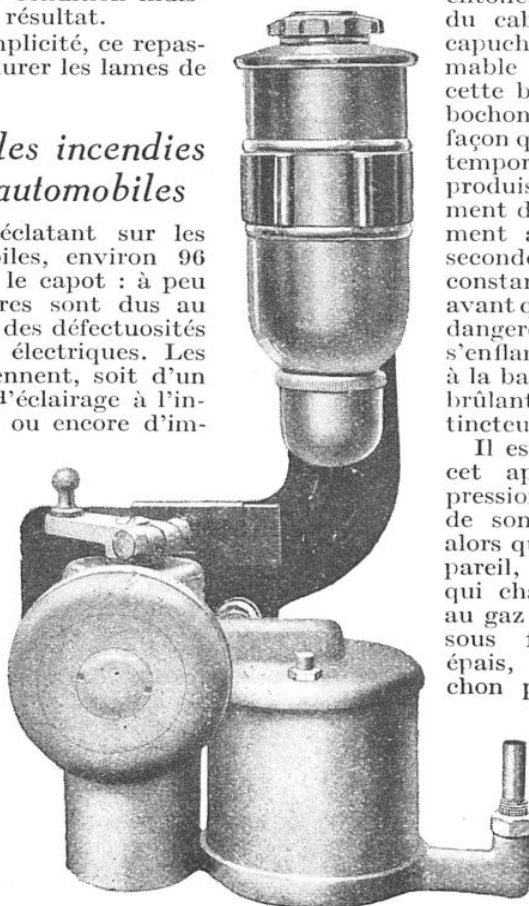
L'efficacité d'extinction est telle qu'avec seulement la moitié de la charge normale, on peut éteindre, en deux dixièmes de seconde, 5 litres d'essence enflammée répandue sur une surface d'un mètre carré et malgré un courant d'air violent.

Éprouvé à 30 atmosphères, « l'Assuro » ne craint ni fuite, ni choc, ni trépidation, etc. et ne réagit pas à la température élevée qui peut régner, pour différentes causes, sous le capot de la voiture. Il fonctionne dans toutes les positions.

Il faut également signaler que, le gaz extincteur ne se mélangeant pas à l'essence, la voiture peut continuer sa marche sans exiger un nettoyage quelconque du carburateur.

Ainsi, le retour de flammes, cauchemar des automobilistes, ne peut avoir de fâcheuses conséquences.

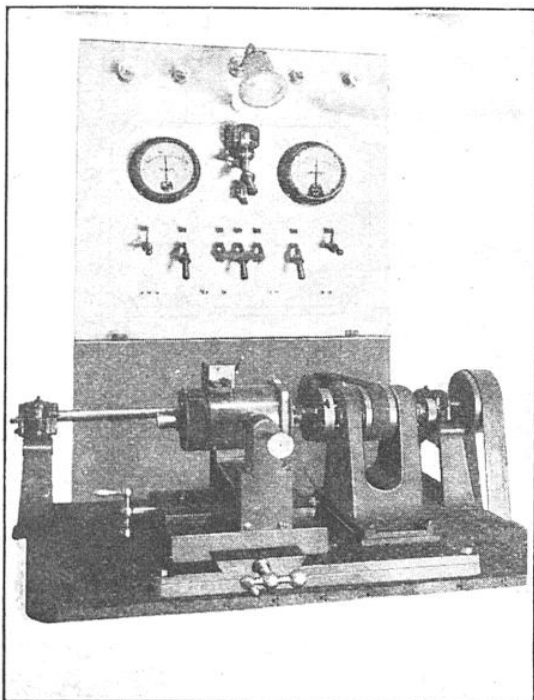
L'appareil est retenu en place par une bride-ressort et peut être facilement sorti et actionné à la main, si, par exemple, on désire porter secours à une autre voiture non munie d'un extincteur.



CARBURATEUR ÉQUIPÉ AVEC UN « ASSURO » (EN HAUT) CONTRE LES DANGERS D'INCENDIE

Banc d'essais pour les dynamos d'automobiles

L'EMPLOI de l'électricité sur les voitures automobiles se généralise de plus en plus, grâce au progrès de la construction des dynamos. Cependant ces dynamos nécessitent parfois des réparations, que les garagistes doivent pouvoir effectuer aisément.

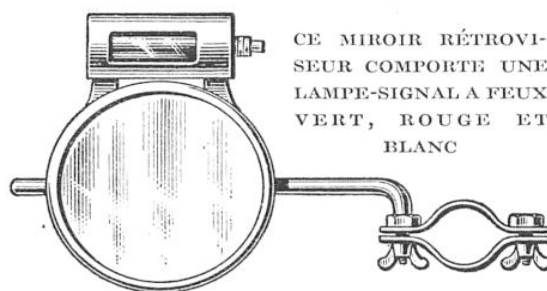


ENSEMBLE DU BANC D'ESSAIS POUR DYNAMOS D'AUTOMOBILES

ment. Ils doivent pour cela posséder un banc d'essais pratique. Ce dernier a été réalisé et est représenté par la photographie ci-dessus.

Sur un bâti de fonte est monté un étai à glissières assurant le blocage des machines dans un V et leur centrage en hauteur, quel que soit leur diamètre.

Ce banc est complété par un tableau portant les appareils de mesure. Les machines peuvent être essayées sous 6 ou 12 volts automatiquement.



Rétroviseur-signal pour cyclistes

LES automobilistes ont adopté depuis longtemps le rétroviseur, petite glace fixée à l'avant de la voiture et dans laquelle on aperçoit nettement ce qui se passe derrière.

Pour faire bénéficier le cycliste de cet accessoire pratique, M. Mauclore a imaginé le rétroviseur ci-dessus, qui s'adapte instantanément au guidon de la bicyclette et peut ainsi contribuer à augmenter la sécurité du cycliste. Ce miroir, convexe pour accroître le champ de vision, peut être orienté en tous sens et bloqué, une fois la bonne position trouvée.

Mais une particularité intéressante de ce dispositif est de présenter, au-dessus de ce miroir, une petite lanterne électrique donnant un feu blanc à l'avant, un feu rouge à l'arrière et un feu vert sur le côté. Cette lampe est alimentée soit par des piles ou accumulateurs, soit par un appareil rotatif (contenant une petite génératrice électrique) entraînée par friction sur le pneumatique.

Cet accessoire pratique répond donc à la fois au besoin de voir derrière soi et de signaler sa présence pendant la nuit.

Adresses utiles pour les « A côté de la Science »

Meubles transformables : « LE MEUBLE DÉMONTABLE », 131, r. La Fayette, Paris (10^e).

Pour aiguiser les lames de rasoir : E^{ts} SERTIC, 12, rue Armand-Moisant, Paris (15^e).

Contre les incendies d'automobiles : SOCIÉTÉ « ASSURO », 4, boul. des Capucines, Paris (2^e).

Banc d'essais pour dynamos d'automobiles : COMPTOIR CENTRAL DE MAGNÉTOS, 113, rue du Faubourg-Poissonnière, Paris (10^e).

Rétroviseur : H. MAUCLAIRE, 29, avenue du Grand-Veneur, Le Vésinet (Seine-et-Oise).

**** A NOS LECTEURS. — Dans le numéro de décembre 1928, *La Science et la Vie* a publié une étude complète sur le projet d'établissement du canal de Nicaragua. Ce sujet est de la plus haute actualité, puisque le nouveau Président des États-Unis, M. HOOVER, va entreprendre un voyage en Amérique du Sud pour se rendre compte, sur place, de l'insuffisance du canal de Panama, qui ne répond plus aux besoins grandissants du trafic maritime. Il profiterait de ce voyage pour étudier les possibilités de l'établissement d'un nouveau canal à travers le territoire de Nicaragua.

**** Nous tenons à remercier ici notre confrère *la Revue Industrielle*, qui a bien voulu nous communiquer les documents qui ont illustré, dans le dernier numéro de *La Science et la Vie*, l'article sur les « Synthèses industrielles », n° 138, page 497.

LES PEINTURES NITROCELLULOSIQUES PERMETTENT L'ÉMAILLAGE DES CARROSSERIES « A LA CHAÎNE » ⁽¹⁾

Par René-Charles FAROUX
INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES

DEPUIS six ans, en Amérique, et chez nous depuis un peu plus de quatre années, l'industrie de la carrosserie s'est trouvée grandement transformée par suite de la disparition presque générale des anciens procédés de peinture (voir *La Science et la Vie*, page 429, n° 131).

Naguère encore, un peintre demandait deux mois pour finir une carrosserie. Des hommes, aux gestes lents et mesurés, travaillaient dans des étuves chauffées à 50° ; au-dessus d'eux, des papiers empêchaient la poussière de tomber sur la voiture en chantier ; chaussés de pantoufles pour ne pas créer de remous poussiéreux, ils ne pouvaient même pas admettre la visite d'un étranger, qui risquerait de gâter rapidement le fruit des minutieuses précautions qu'ils devaient prendre.

Ce mode de travail était évidemment incompatible avec une production intensive. Les vernis celluloseux devaient permettre, seuls, la peinture des carrosseries en grande série.

On applique maintenant dans cette branche de la construction automobile les mêmes procédés que dans les autres parties de la fabrication : on travaille à la « chaîne ».

Nous avons pu examiner en détail cette installation chez un de nos grands constructeurs français, et voir toutes les opérations successives d'application du « Nitrolac » par cette méthode.

Les carrosseries en cours d'exécution, portées par de petits chariots se déplaçant lentement, sont amenées successivement devant chaque équipe d'ouvriers, qui, elle, ne se déplace pas.

Les phases de la peinture d'une carrosserie au « Nitrolac »

La tôle à peindre est d'abord nettoyée par un lavage au décapant « Nitrolac », qui enlève toute trace de rouille. Celui-ci est soigneusement éliminé à l'eau froide, puis à l'essence, et, enfin, la tôle est séchée par un jet d'air comprimé à 4 kilogrammes, qui supprime toute trace d'humidité.

La tôle reçoit ensuite les apprêts « Nitrolac » appliqués au pistolet. Puis un ponçage enlève l'excédent aux parties en relief, alors que les trous se trouvent automatiquement comblés. Une révision, suivie d'un

dressage (ponçage simplifié), augmente encore la sécurité du travail.

A ce moment, la surface est parfaitement plane, et le ponçage et le dressage lui ont donné un poli parfait. La tôle est prête à recevoir la première couche de la couleur, définitive, la laque « Nitrolac ».

Après séchage de cette première couche, apparaissent encore des trous qui n'ont pu être comblés au début, l'épaisseur des apprêts ayant été insuffisante. On pose alors des « mouches », petites quantités de mastic, aux endroits incriminés ; on ponce naturellement ces « mouches » pour conserver à la surface sa planéité.

On passe ensuite la deuxième couche de laque, que l'on polit avec du papier abrasif mouillé à grain extrêmement fin.

Enfin, les deux dernières couches de laque sont passées, et la dernière est polie, d'abord, à l'aide d'une brosse tournante douce commandée par un moteur électrique, puis à la main au moyen d'ouate imbibée d'un liquide très légèrement abrasif, d'où un poli parfait. Les opérations paraissent nombreuses ; en réalité, une carrosserie est très vite terminée (huit heures environ).

Comme on peut s'en rendre compte sur la quatrième page de couverture de ce numéro, le « Nitrolac » séchant presque instantanément, on peut, en plaçant judicieusement de simples caches de papier, peindre successivement les différentes parties de la voiture en plusieurs tons.

On obtient finalement une peinture tout à fait miroitante, ce qui est dû en particulier à ce que dans la laque « Nitrolac » la couleur est à l'état colloïdal et non à l'état pigmentaire. Ainsi le brillant de la couche sèche est réellement identique au brillant des anciens vernis au pinceau, et voici pourquoi, avec la couleur à l'état colloïdal, la lumière n'est pas arrêtée par la couche dure qui ne possède aucun grain et est absolument transparente. Elle va jusqu'au fond de la couche de laque, se réfléchit et revient. Au retour, elle est colorée par transparence : ainsi le « Nitrolac » agit absolument comme le ferait un miroir en verre de couleur.

Le « Nitrolac », appliqué à la fabrication en grande série, permet donc de réaliser des voitures dont le brillant est absolument impeccable.

RENÉ-CHARLES FAROUX.

1) Voir la 4^e page de couverture de ce numéro

A TRAVERS LES REVUES

CHEMINS DE FER

UNE NOUVELLE AUTOMOTRICE A VAPEUR TYPE
« SENTINEL », par E. Spiess.

Lorsque le nombre de voyageurs est inférieur à 200, l'emploi d'automotrices est beaucoup moins onéreux que celui des trains. Les automotrices à essence (30 à 60 ch) remorquent de 30 à 50 voyageurs ; celles à moteurs Diesel (400 à 500 ch) permettent le transport de 200 à 250 voyageurs avec le concours de deux ou trois remorques. Entre les deux limites, il y a place pour l'automotrice à vapeur qui, accompagnée d'une remorque, peut transporter de 75 à 150 voyageurs. Le réseau anglais London and North Eastern Railway vient de mettre en service une de ces automotrices capables d'une vitesse de 90 kilomètres à l'heure en palier avec un moteur de 130 ch, à bogies, avec éclairage électrique, chauffage à vapeur et six ventilateurs. Aux essais, la vitesse maximum en palier a été 88 km. 5 à l'heure.

« Les Chemins de fer et Tramways » (9^e année, n^o 8).

CHIMIE

LA PRODUCTION ET L'UTILISATION DES BENZOLS,
par M. R. Brunschwig.

Les benzols proviennent de la distillation des goudrons et en plus grande partie de la captation des vapeurs qui restent, après condensation des goudrons et des huiles, au sein du gaz d'éclairage ou du gaz de fours à coke. En 1927, la production des benzols a atteint, en France, 61.200 tonnes.

Le benzol et ses dérivés sont à la base de la fabrication des explosifs, des matières colorantes, des produits pharmaceutiques, des parfums synthétiques, etc. Mais l'industrie chimique n'en absorbe que 15.000 tonnes environ ; le reste doit être utilisé comme carburant. Or le litre de benzol contient 8.500 calories contre 7.000 à 7.500 pour l'essence ; c'est là un premier avantage qui se complète par un autre plus marqué parce que ces calories sont mieux utilisées dans le moteur que celles de l'essence. Le benzol résiste mieux aux phénomènes de détonation et d'auto-allumage que l'essence.

L'emploi du benzol dans les moteurs exige certaines conditions : surcharger le flotteur du carburateur de 1 à 4 grammes ; modifier le réglage de la carburation et, accessoirement, augmenter l'avance à l'allumage.

Le benzol peut être mélangé à l'essence et à l'alcool éthylique.

« Journal des Usines à gaz » (52^e année, n^o 14).

ÉLECTRICITÉ

LES PILES PHOTO-ÉLECTRIQUES ET LEURS APPLICATIONS INDUSTRIELLES, par A. Boutaric.

L'effet photo-électrique, ou plus exactement photo-électronique, puisqu'il s'agit d'une émission d'électrons, se produit sous l'influence de la lumière des rayons ultra-violet, des rayons X, des rayons gamma des substances radio-actives. Il est réalisé dans les piles photo-électriques qui permettent de mesurer les intensités lumineuses par l'intermédiaire des courants produits par la pile. C'est ainsi qu'a pu être réalisée l'étude photométrique des astres en fixant la pile à l'oculaire d'une lunette astronomique et en dirigeant la lumière de l'astre sur le métal alcalin de l'ampoule. Le potassium est sensible à la lumière bleue et violette, tandis que le césium réagit de préférence aux rayons jaunes. Avec une cellule au potassium et une cellule au césium, on peut comparer les intensités des deux régions du spectre d'une étoile et obtenir des indications importantes sur sa température. Cette méthode s'applique particulièrement à l'étude des nébuleuses et à celle des comètes.

« L'Electricien » (n^o 1.446).

GAZ

LE CAPTAGE DES POUSSIÈRES INDUSTRIELLES. PROCÉDÉS MÉCANIQUES ET ÉLECTRIQUES D'ÉPURATION DES GAZ, par M. E. Lévêque.

Les procédés mécaniques de précipitation des poussières font appel à la pesanteur pour les grosses et moyennes poussières, à la force centrifuge dans les appareils appelés cyclones, au contact du gaz poussiéreux avec des pellicules liquides, à l'épuration par lavage qui s'effectue en amenant le gaz chaud à dépoussiérer au contact de l'eau qui se vaporise d'abord et se condense ensuite en un brouillard qui rassemble la poussière, enfin à la filtration à travers un tissu dont le choix (laine, coton, amiante) est souvent délicat.

Le plus efficace des procédés est la précipitation électrique (1). Il existe déjà de nombreuses installations électriques de dépoussiérage, notamment dans les industries de préparation du talc, du phosphate, de l'acide sulfurique et surtout dans la métallurgie pour l'épuration des gaz des hauts fourneaux.

« Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale » (127^e année, n^o 6).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n^o 132, page 457.

A NOS LECTEURS. — *La Science et la Vie* attache une importance toute particulière à tout ce qui concerne la marine dans ses différents domaines, et le nombre des articles que nous avons consacrés à ce sujet est déjà fort respectable. A propos de la belle étude publiée, page 39 du présent numéro, sur la marine marchande américaine, nous signalons que nous avons envisagé tout particulièrement la question des motorships, auxquels fait allusion l'auteur, page 42, dans le numéro de *La Science et la Vie* de Juin 1927, page 519.

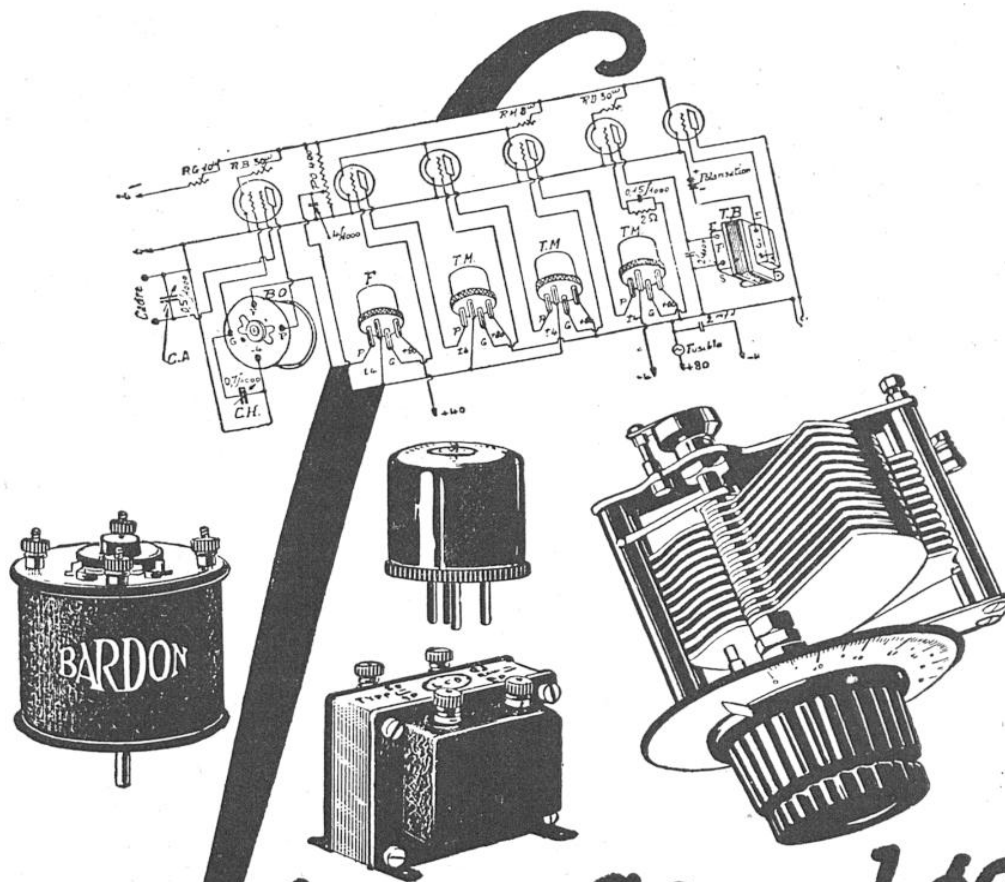
D'autre part, nous examinerons ultérieurement une question également de la plus haute actualité : c'est l'emploi, dans la marine moderne, des chaudières à hautes pressions.

Enfin, nous signalons que nous avons examiné également l'emploi des turbines à engrenages réducteurs dans le numéro 53 de *La Science et la Vie*, page 539.

Le Gérant : Lucien JOSSE.

Paris. — Imp. HÉMERY, 18, rue d'Enghien.

Dans votre intérêt, recommandez-vous toujours de *La Science et la Vie* auprès de ses annonceurs.



Schémas et pièces détachées
BARDON
 donnent satisfaction

Vous pouvez monter vous-même
un récepteur

"SUPERHÉTÉRODYNE"

à 5, 6 ou 7 LAMPES

avec nos bleus de montage et nos
pièces détachées, dont tous les
amateurs apprécient le rendement.

Franco sur demande schéma de
principe et de montage et devis.

Établissements BARDON
 61, Boulevard Jean-Jaurès, CLICHY
 Téléphone : Marcadet 63-10, 63-11

CHEZ LES ÉDITEURS

ARCHÉOLOGIE

LA PRÉHISTOIRE, par *Raymond Furon*. 1 vol. 180 p., 52 fig., 10 pl.

Ce livre constitue un précis destiné aux nombreux curieux de la préhistoire non spécialistes, à qui leur profession ne laisse pas de loisirs suffisants pour lire les grands traités que rien ne peut remplacer.

La première partie est consacrée à l'étude des méthodes d'investigations particulières à la préhistoire. Les deux dernières parties du volume traitent de l'âge de pierre et de l'âge des métaux.

CHIMIE INDUSTRIELLE

OU EN EST LA CHIMIE INDUSTRIELLE, par *A. Chaptet*.

Cet ouvrage constitue un tableau de l'état actuel des industries chimiques qui a pour but : de faire connaître la nécessité primordiale des nombreuses fabrications au point de vue purement économique ; de faire comprendre l'économie des principales industries chimiques de façon intelligible à tous ; d'exposer en un raccourci frappant le mécanisme de l'évolution des arts chimiques en montrant son intérêt aux points de vue scientifique, social, économique, philosophique.

Bien que de lecture fort aisée, un tel ouvrage devait nécessairement comporter l'emploi de certains mots techniques ; l'auteur a pris soin de ne les introduire que petit à petit, donnant à leur propos des initiations qui remettront en mémoire ces notions théoriques perdant toujours de leur netteté quand on n'a pas fréquemment l'occasion de les appliquer.

COMBUSTIBLES INDUSTRIELS

LA GROSSE INDUSTRIE ALLEMANDE ET LE LIGNITE, par *Maurice Baumont*. 1 vol. in-8 de 158 p., avec 4 cartes.

Au stade actuel de la civilisation industrielle, le règne exclusif de la houille a cessé ; même en Allemagne, elle doit se défier de l'essor des autres sources d'énergie.

L'étude très claire de M. Maurice Baumont fait ressortir le rôle croissant des succédanés de la houille en Allemagne : force hydraulique, tourbe ; elle expose notamment les importants problèmes groupés autour de la production et de la consommation du lignite, qui a trouvé dans le Reich l'emploi le plus large comme combustible et dont l'exploitation chimique est accompagnée de grandes espérances.

CONSTRUCTION

TRAITÉ PRATIQUE DE PLOMBERIE, par *Augustin Magné et H. Charlent*. 1 vol. 380 p., 420 fig.

Cet ouvrage contient, classées dans un ordre méthodique, les principales opérations de plomberie décrites avec une concision remarquable, qui donnera au lecteur des vues générales en même temps que des conseils d'ordre technique.

Les jeunes y trouveront un concours précieux ; ils y découvriront, clairement exposées, les solutions de bien des problèmes qu'ils auraient eu beaucoup de peine à résoudre eux-mêmes. Les techniciens de tous âges le consulteront avec profit. Les maîtres mêmes y trouveront, méthodiquement classés, de précieux enseignements.

C'est le véritable formulaire de la profession. Il est le guide précieux de l'architecte, de l'entrepreneur, de l'artisan.

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 45 fr.	Envois recommandés	{ 1 an..... 55 fr.
	{ 6 mois... 23 —		{ 6 mois... 28 —

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après :

Australie, Bolivie, Chine, Costa-Rica, Danemark, Dantzig, République Dominicaine, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Guyane, Honduras, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Nicaragua, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésie, Siam, Suède, Suisse.

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 80 fr.	Envois recommandés	{ 1 an.... 100 fr.
	{ 6 mois... 41 —		{ 6 mois.. 50 —

Pour les autres pays :

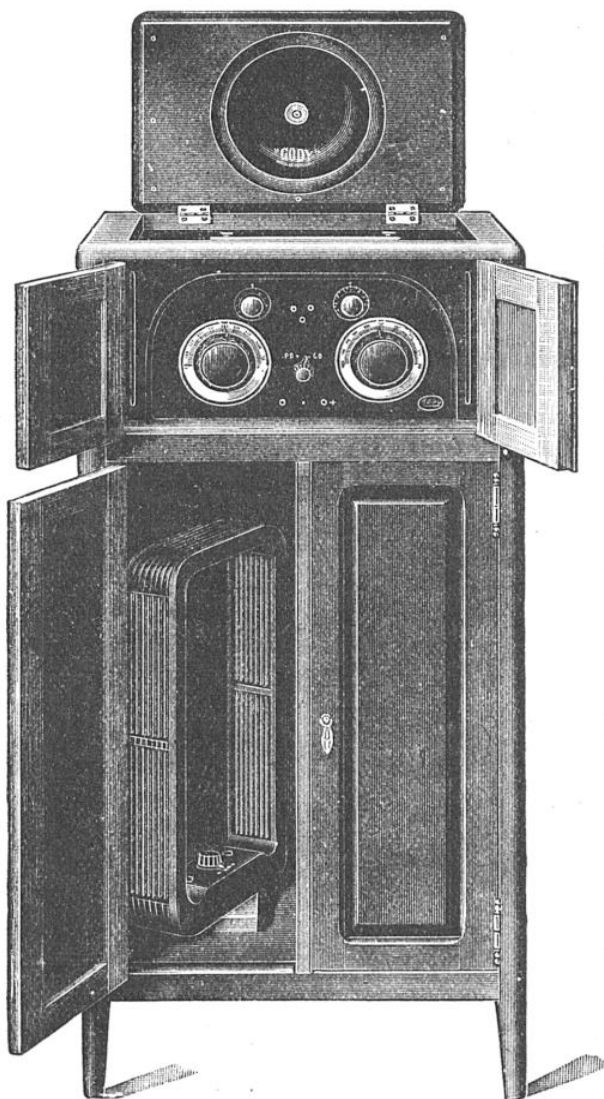
Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 70 fr.	Envois recommandés	{ 1 an..... 90 fr.
	{ 6 mois... 36 —		{ 6 mois... 45 —

Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris.

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris-X^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

GODY

SPÉCIALISÉ EN T.S.F. DEPUIS 1912

FOURNISSEUR BREVETÉ DE LA
COUR ROYALE DE ROUMANIEvous recommande
son

G.6 Ter

== POSTE ==

6 LAMPES

Changeur de Fréquence



Nu.. .. 700 fr.

Complet.. .. 1.485 fr.

Le même, dans le meuble ci-contre
en acajou massif, verni au tampon :

3.000 fr.

(AVEC TOUS ACCESSOIRES)

UNE PETITE MERVEILLE

TOUS RENSEIGNEMENTS
ET NOTICES GRATUITES AUX

Etablissements GODY, à AMBOISE

SUCCURSALES à PARIS, 24, boulevard Beaumarchais (Téléph. : Roquette 24-08);

ORLÉANS, 225, rue de Bourgogne (Téléphone : 35-11); ANGERS, 49, rue du Mail (Téléphone : 5-65);

POITIERS, 68, rue de la Cathédrale (Téléphone : 8-57); TOURS, 6, place Michelet (Téléphone : 21-01);

CLERMONT-FERRAND, 29, rue Georges-Clemenceau (Téléphone : 17-52)

ET CHEZ TOUS NOS AGENTS ET DÉPOSITAIRES

LA PEINTURE PNEUMATIQUE A LA PORTÉE DE TOUS



LES étonnants résultats obtenus par les procédés de peinture à l'air comprimé ou « au pistolet », pour la peinture d'automobiles, meubles et tous objets manufacturés, ainsi que des habitations, ouvrages d'art, usines, etc..., ont nécessité la création de machines à peindre parfaitement adaptées à chacun des cas envisagés.

DE VILBISS

la grande firme spécialiste, a mis au point une gamme complète d'appareils, des plus simples aux plus perfectionnés, correspondant aux besoins des industriels, entrepreneurs et même des amateurs.

Désignez sur le bulletin ci-joint, par une croix, la catégorie d'appareils qui vous intéresse, et envoyez le bulletin à l'adresse indiquée; vous recevrez, par retour, tous renseignements et, sur votre demande, visite d'un agent de **De Vilbiss**, spécialiste de la Peinture pneumatique.

SOCIÉTÉ ANONYME DE VILBISS 14 bis, rue Chaptal - LEVALLOIS-PERRET

Veuillez (sans aucun engagement de ma part) me renseigner sur vos :

- ☐ Machines pour entrepreneurs;
- ☐ Installations pour peinture d'autos;
- ☐ Installations pour peinture de meubles;
- ☐ Installations pour industries diverses;
- ☐ Appareils pour amateurs.

Signature :

8 JOURS

A L'ESSAI

1.600 fr.
 6 lampes
 complet
 avec cadre

Les Postes

ORA

A 6 - 7 & 8 LAMPES

57 Bd de Belleville. Paris 11^e

LE CINOSCOPE

cinématographie et projette,
photographie et agrandit



Emploie le film universel de 35 mm.
Objectif GOERZ KINO HYPAR à grande ouverture (f : 3), permettant la prise de vues même dans les plus mauvaises conditions d'éclairage; mise au point hélicoïdale. Possibilité de cadrer et mettre au point sur la pellicule même; compteur de métrage; viseur iconomètre; magasins pour 30 m.; 2 vitesses de prise de vues, dont une pour la photographie image par image. Livré avec pied de prise de vues, pied de projection, 4 magasins, 2 bobines pour 200 m., lanterne électrique amovible spéciale pour projection et agrandissement, et tous accessoires.

PRIX du matériel complet : 2.500 fr.

(REMISE AUX PROFESSIONNELS)

Quelques occasions, excellent état, moitié prix
(Liste sur demande)

PELLICULE permettant le tirage en négatif ou en positif direct : **1 fr. 95** le mètre.

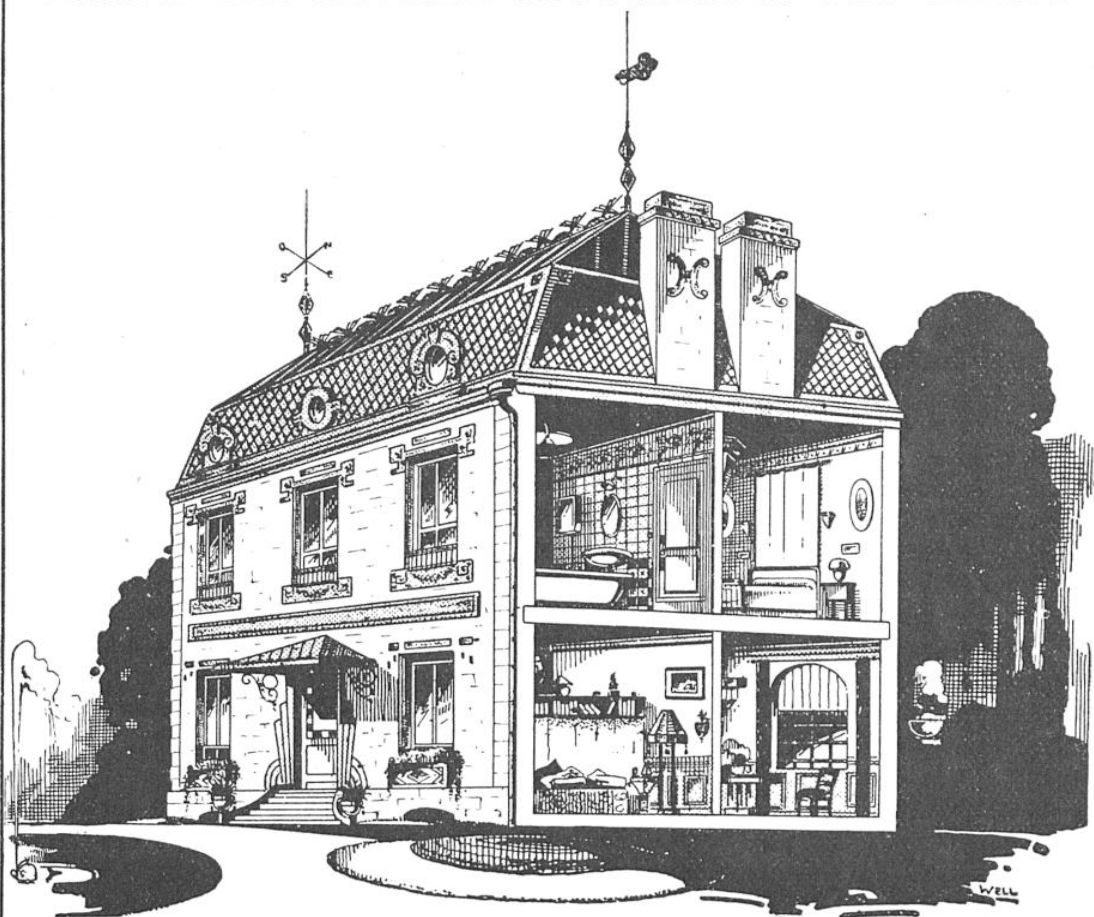
MATÉRIEL de développement : 150 fr.

Prochainement : Moteur amovible transformant le Cinoscope en Camera automatique.

Etablissements CHANTECLAIR

9, r. A.-France, CHAVILLE (S.-et-O.)

Toutes les applications du ZINC à la maison
 SONT RÉALISÉES PAR LA
COMPAGNIE ROYALE ASTURIENNE DES MINES



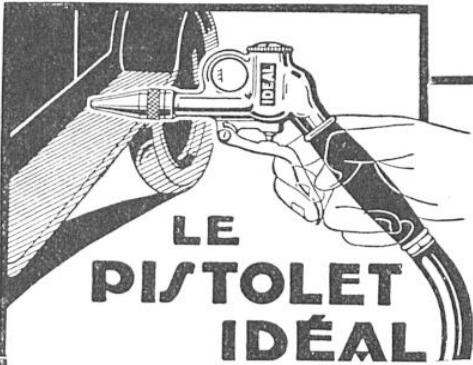
ÉLÉMENTS DE COUVERTURE ET ACCESSOIRES
TOUS MOTIFS DÉCORATIFS INTÉRIEURS ET EXTÉRIEURS

Le **ZINC**, par son **PRIX**, sa **LÉGÈRETÉ** et sa **DURÉE** (due à sa résistance à l'action corrosive de l'atmosphère), remplace avantageusement le **CUIVRE**, le **BRONZE**, le **PLOMB** et le **FER**, dont il peut prendre la teinte et la patine et épouser tous les usages.

Demandez à votre architecte ou à votre entrepreneur de nous consulter pour tout ce qui concerne la couverture, la décoration et l'aménagement de votre maison.

NOTICES GRATUITES FRANCO SUR DEMANDE A LA

COMPAGNIE ROYALE ASTURIENNE DES MINES
 1, rue du Cirque, PARIS-8^e



**LE
PISTOLET
IDÉAL**

**POUR LAVER VOTRE VOITURE
UTILISEZ LE
Pistolet Idéal E.G.
Modèle 1928**

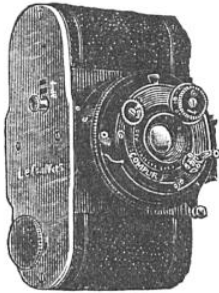
Ses trois jets, droit, pulvérisé et sans pression ; son fonctionnement et son arrêt instantanés vous permettront, sans aucun dommage pour les peintures fragiles, le lavage pratique et rapide de votre voiture, avec une économie de 75 0/0 d'eau. Le Pistolet Idéal supprime l'emploi de tous accessoires, tels que lance, brosse, seau, etc...

E. GUILBERT
CONSTRUCTEUR
160, avenue de la Reine, BOULOGNE-SUR-SEINE

Notice E sur demande

Etab^{ts} MOLLIER
67, rue des Archives, Paris
Magasin de vente : 26, avenue de la Grande-Armée

Le "CENT-VUES"



Appareil photographique utilisant le film cinématographique normal perforé, par bandes de 2 mètres, soit 100 vues pouvant être projetées ou agrandies.

Nouveau modèle gainé à chargement simplifié et muni d'un obturateur Compur.

MODÈLE 1928

Prix de revient du cliché : 10 centimes

"L'ÉBLOUSSANT"
Éclairage intensif pour PATHÉ-BABY

APPAREILS CINÉMATOGRAPHIQUES
pour Familles, Enseignement, Patronages

la plus ancienne
lame française

la
LAME



**PHÉNIX
NOGENT**

ÉGALE
*les meilleures
lames du monde*

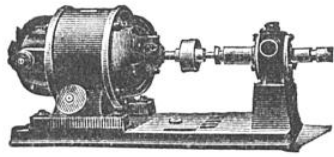
5 lames	ESSAYEZ-LA	10 lames
7 ^f .50	et	15 ^f
	JUGEZ	

EN VENTE PARTOUT

VENTE EN GROS : 54^{bis} Rue de Lancry PARIS

L'EAU CHEZ SOI

par la pompe rotative
"ELVA"
aspirante et foulante



**GROUPES ÉLECTRO
et MOTO-POMPES
POMPES A MAIN**

POMPES ET MACHINES "ELVA"
10, Rue du Débarcadère
PARIS (17^e)

*Si vous savez mesurer
avec un mètre vous pouvez
avec la même facilité vous servir
de cette règle à calcul.*

LA RÈGLE À CALCULS DE POCHÉ
"MARC"

Grandeur réelle. Epaisseur: 3 mm

La règle en celluloïd, livrée avec étui peau 30 fr.
Elle est étudiée pour votre poche et aussi indispensable que votre stylo

DÉTAIL: Maisons d'appareils de précision, Papetiers, Opticiens, Libraires

GROS: **CARBONNEL & LEGENDRE**
FABRICANTS
12, rue Condorcet, PARIS (9e)
Tél.: Trudaine 83-13



Il manque quelque chose à votre Poste de T.S.F. !...

Rendez-le vraiment pratique par l'adjonction du

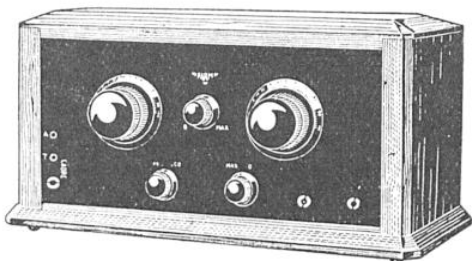
Disjoncteur automatique "Watching"

qui vous permettra de **mettre en marche à distance** et d'**arrêter à distance**, par une simple pression sur un bouton de sonnerie, et qui, de plus, **coupera automatiquement**, à l'heure que vous désirerez l'alimentation totale de votre poste.

Appareil robuste, fonctionnement sûr, montage et tra-simple, rien à modifier à votre poste.
3 MODÈLES - PRIX : 280, 308 ET 336 FRANCS. — Notice détaillée franco

SPÉCIALITÉS PRATIQUES, 21, avenue Augustine, à LA GARENNE COLOMBES (Seine)
Voir description, p. 257, numéro de Septembre Chèques Postaux Paris 695-98

JUNIOR PARM



Changeur de fréquence à 5 lampes

(Licence S. M. B.)

reçoit en haut-parleur sur cadre ou antenne courte les postes européens. — Aucun bobinage interchangeable. — Condensateurs à démultiplication. Gamme d'ondes : 200 à 2.800 mètres.

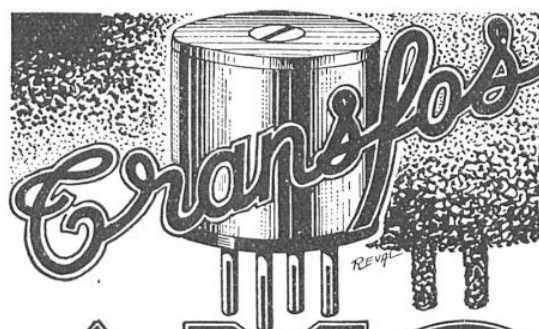
Éts PARM, 27, r. de Paradis, Paris-X^e

Tél. : Provence 17-23

NOTICE FRANCO

AGENTS DÉPOSITAIRES :

CHARTRES : MM. Massot et fils.
BORDEAUX : M. Menneret, 38, c. du Chapeau-Rouge.
MARSEILLE : M. Carbon, 51, rue Saint-Basile.
ORAN : M. Aim Meyer, 38, boulevard Marceau.
CASABLANCA : M. Joly, 142, rue des Ouled-Harriz.
VEVEY (Suisse) : M. Chaudessolle, 1, rue du Château.



AMO

FILTRE / ACCORDÉ 38"

MOY. FRÉQU^{ES} ACCORDÉE 38"

O/CILLATRICE SIMPLE 34"

O/CILLATRICE DOUBLE 42"

en bobinages aérés

E^T RENARD & MOIROUX

11 Rue de Franon

Le Perreux

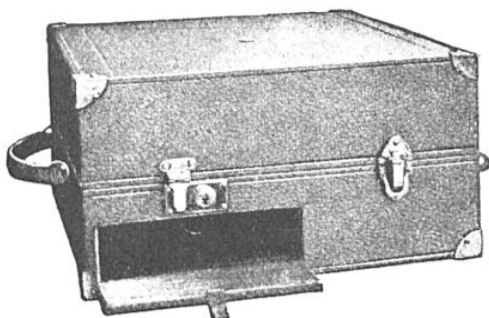
Tél. - Tremblay 06-89

TOULOUSE

POUR LE SUPER

"SON D'OR"

L'APPAREIL PARFAIT



PHONOGRAPHE PORTATIF MALLETTE N° 50

jouant fermé et contenant 10 disques

2 MÉDAILLES DE VERMEIL PARIS 1927 ET 1928

10, Rue Jules-Vallès — PARIS-XI^e

Téléphone : ROQUETTE 81-79

CATALOGUE SUR DEMANDE

KOVERFLOR

STANDARD VARNISH WORKS

PEINTURE SPÉCIALE POUR LE CIMENT

Béton, Bois dur, Carrelage, Plâtre, etc.

CONTRE LA POUSSIÈRE

RÉSISTANCE À TOUTE ÉPREUVE

INCONNUE À CE JOUR



RENÉ VILLEMER

CONCESSIONNAIRE POUR LA FRANCE

98, Av^{ue} de la République, AUBERVILLIERS

Notice et Carte de Coloris

Franco sur demande.



Exigez les pièces détachées J.D.

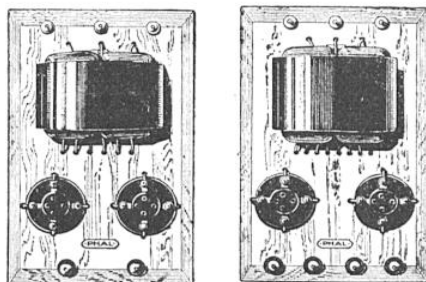
RHÉOSTATS == POTENTIOMÈTRES == COMMUTATEURS
Inverseurs == Supports de lampes == Variocoupleurs, etc., etc...

Belle présentation
Isolement parfait
Très bons contacts
- Ni coupures -
- Ni crachements

== PRIX == intéressants

Toutes Maisons de T. S. F. et.... **RADIO-J.D.**
— SAINT-CLOUD (Seine-et-Oise) —
Agent pour la Belgique: BLETARD
43, rue Varin, LIÈGE — 15, rue Deneck, BRUXELLES

Les Postes PHAL



LE CATALOGUE D'ACCESSOIRES
..... **T.S.F.**
EST PARU

Le demander contre 1 fr. 50

Chargeurs PHAL

pour secteurs alternatifs, avec une lampe redresseuse
et une régulatrice.

4 volts **220 fr.**
4—80. **265 fr.**

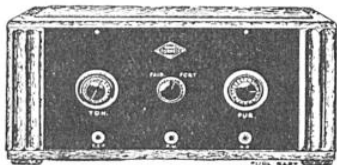
Coffrets d'alimentation PHAL complets, avec
accus 4—80,
chargeur 4—80, commutateur pour écoute, charge 4, charge 80, fiche poste, fiche secteur.

La vraie solution pour marche sur secteur

PRIX, complet.. **815 fr.**

Les Postes de T.S.F. "PHAL" 9, rue Darboy, PARIS-XI^e
Téléph. : Roquette 59-79 et 59-89

L'Ampli Merveilleux



Vérité du son (écho artificiel) ;
Pas de bruit de fond ;
Rendement intégral (aiguës et graves) ;
Sélectivité augmentée ;
Les étrangers aussi forts que les locaux ;
Fading fortement diminué ;
Grande sensibilité ;
Merveilleux ampli pick-up.

CATALOGUE S GRATUIT

P. BUISSON & C^{IE}
APPAREILS "FORNETT"
30, boulevard Voltaire, Paris (11^e)
Téléphone : Roquette 04-78

recevez les ondes courtes avec votre super

votre super vous permet

d'obtenir en haut-parleur les postes européens émettant sur longueurs d'ondes normales de Broadcasting

Vous pouvez étendre au monde entier le rayon de réception de votre appareil en captant les ondes courtes.

vous y réussirez

sans transformation de votre appareil et sur petite antenne (même intérieure)

et vous obtiendrez

en haut-parleur : Eindhoven, Java, Nauen, Pittsburg, Melbourne, etc., etc.

en employant devant votre super les postes

NOTICE

sur

demande

COMPTANT

—

CRÉDIT

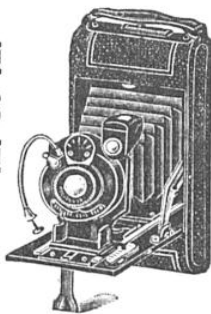


HERMAGIS

NOUVEAUX MODÈLES
1929

OBJECTIFS

APPAREILS



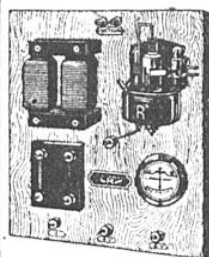
PHOTOGRAPHIQUES

Envoi franco, sur demande aux
Et^{es} HERMAGIS, 29, r. du Louvre, Paris
du catalogue S. V. 1929

CHARGER soi-même ses ACCUMULATEURS
sur le Courant Alternatif devient facile
avec le

CHARGEUR L. ROSENGART

B. S. G. D. G.



MODÈLE N°3. T.S.F.
sur simple prise de
courant de lumière
charge toute batterie
de 4 à 6 volts sous 5 ampères

SIMPLICITÉ
SÉCURITÉ
ÉCONOMIE

Notice gratuite sur demande
21, Champs-Élysées, PARIS
TELEPHONE: ELYSEES 66 60

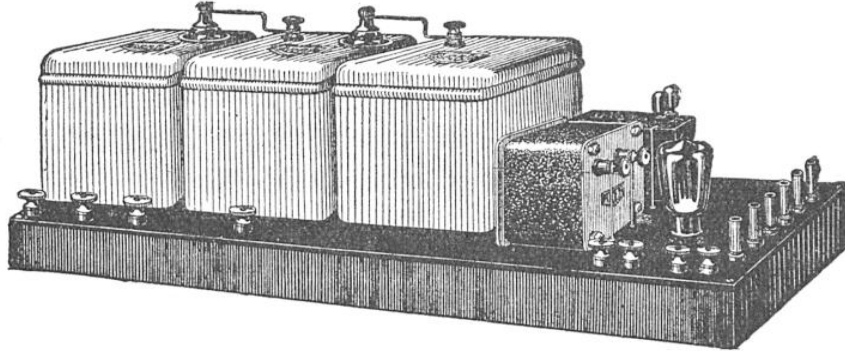
5 ANS D'EXPERIENCE...
15 000 APPAREILS
EN SERVICE

Publicité H. DUPIN, Paris

LA MARQUE **ACER** DE QUALITÉ

présentait au dernier Salon la nouveauté la plus remarquée des techniciens :

LE BLOC **SUPER S. 5 B. ACER**



à éléments amplificateurs blindés, pour l'emploi rationnel des nouvelles lampes à écran de grille
Des résultats **insoupçonnés jusqu'ici**, mis à la portée de tous, constructeurs ou amateurs, sans aléas et à des prix abordables.

NOTICE DÉTAILLÉE DE CONSTRUCTION AVEC PLANS, FRANCO CONTRE 2 francs.

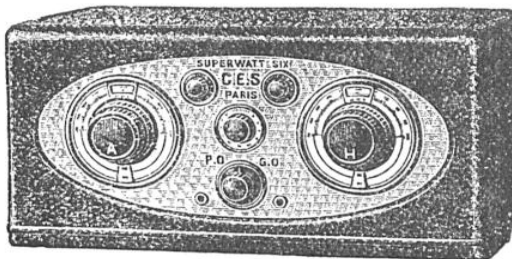
Ateliers de Constructions Électriques de Rueil 4^{ter}, av. du Chemin-de-Fer
RUEIL (S.-&-O.)

SENSATIONNEL !!!

L'EUROPE EN HAUT-PARLEUR avec le

"SUPERWATT SIX"

APPAREIL RÉCEPTEUR A 6 LAMPES A CHANGEUR DE FRÉQUENCE



— NU — 695
garanti un an .. frs

— COMPLET — 1.500
en ordre de marche.. frs

Le "SUPERWATT SIX" est un Super à 6 lampes intérieures, montage à changeur de fréquence avec lampe bi-grille, 2 lampes moyenne fréquence à transformateurs, une lampe détectrice et 2 lampes basse fréquence. La grande sensibilité du "SUPERWATT SIX" permet de prendre avec une sélectivité rigoureuse tous les principaux Postes

Européens en fort Haut-Parleur. Pas de sel's à changer. Il est monté dans un élégant coffret "Tout Acier" avec le devant en aluminium bouchonné, véritable cage de Faraday, évitant l'influence des parasites. Tous les appareils et organes le constituant sont de qualité irréprochable et son réglage est facile. Vendu **nu 695 francs**, moins cher que les pièces détachées le composant, et **complet** au prix de **1.500 francs**, avec 6 lampes de choix, un haut-parleur ou diffuseur (**Radiolavox**, **Superphone**, **Musicalpha**, **Ampliophone**, et autres modèles mis au choix), une batterie d'accumulateurs 4 volts, une batterie de piles 80 volts de forte capacité, un cadre spécial petites ondes — grandes ondes, cordons, etc.

Catalogue complet 1928, véritable guide de l'amateur, 80 pages, avec schémas de montage et renseignements utiles, contre 2 fr. 50 remboursables à la première commande. Pas d'envoi contre remboursement.

Tarif Tantale pur laminé et redresseurs électrolytiques gratuit sur demande.

ATELIERS DE CONSTRUCTIONS RADIO - ÉLECTRIQUES DU BEL-AIR
COMPTOIR ÉLECTRO-SCIENTIFIQUE

G. CHAGNAUD, 271, avenue Daumesnil — PARIS (12^e) (près la Porte de Picpus)
R. C. Seine 249.054 Maison fondée en 1898 Chèques postaux : 668-91 Paris



LE CRAYON
CARAN
D'ACHE
A BONNE MINE !

**Hommes d'affaires,
Chefs de maison,**

LISEZ

"ORGANISER"

REVUE D'ORGANISATION

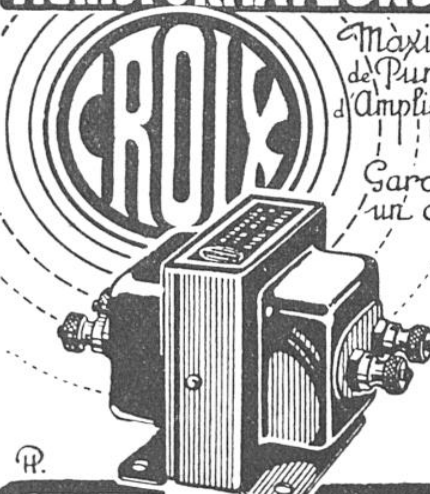


15, rue des Trois-Bornes
PARIS-XI^e



ABONNEMENT : 15 fr. par 12 numéros
Spécimen franco : 1 fr. 50

TRANSFORMATEURS B.F.



Maximum
de Pureté et
d'Amplification
Garanti
un an

®

Constructions Électriques "CROIX"
3, Rue de Liège, 3 - PARIS
Téléph. : RICHELIEU 90-68 - Télégr. : RODISOLOR-PARIS
AGENCES
AMSTERDAM - BRUXELLES - BUDAPEST - COPEN-
HAGUE - LISBONNE - LONDRES - OSLO - PRAGUE
STOCKHOLM - VARSOVIE - VIENNE - ZÜRICH

EXTINCTEURS

Dévisser... Appuyer... Pomper...
C'est vieux!!! C'est long!!!

ASSURO

Extincteur pour Automobiles
à déclenchement et fonctionnement
automatiques

vous signale l'incendie, l'éteint tout seul,
sans
même vous obliger à arrêter votre voiture !

Pare-Feu

"ASSURO"

Le Premier Extincteur le Seul

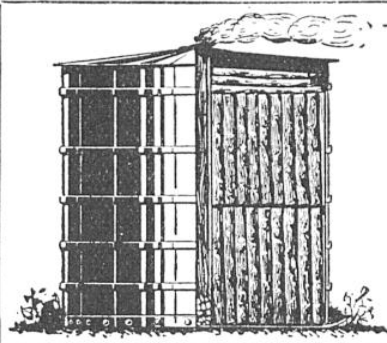
se déclanchant sous l'action du feu.

Prix : 220 fr.

Recharge : 25 fr.

EN VENTE

dans les bons Garages et Maisons d'Accessoires
d'Automobiles.



ÉTS C. DELHOMMEAU, A CLÉRÉ (I.-&L.)

○○○○

APPAREILS POUR LA FABRICATION ÉCONOMIQUE DU
CHARBON DE BOISModèles 1 à 500 stères de capacité, à éléments démontables
instantanément, pour la carbonisation de tous genres de
bois : bois de forêts, débris de scierie, bois coloniaux, etc...

○○○○

FOURS FIXES EN MAÇONNERIE, 25 à 250 mètres cubes
FOURS POUR BOURRÉES, FIXES OU PORTATIFS

Catalogue S sur demande.

TOUT A CRÉDIT

Avec la garantie des fabricants

**PAYABLE EN
12 MENSUALITÉS****appareils T.S.F**appareils
photographiques
phonographes
motocyclettes
accessoires, auto
machines, écrire
armes de chasse
vêtements de cuir
Des Grandes Marquesmeubles de bureau
et de style
orfèvrerie
garnitures de cheminée
carillons Westminster
aspirateurs de poussières
appareils d'éclairage
et de chauffage

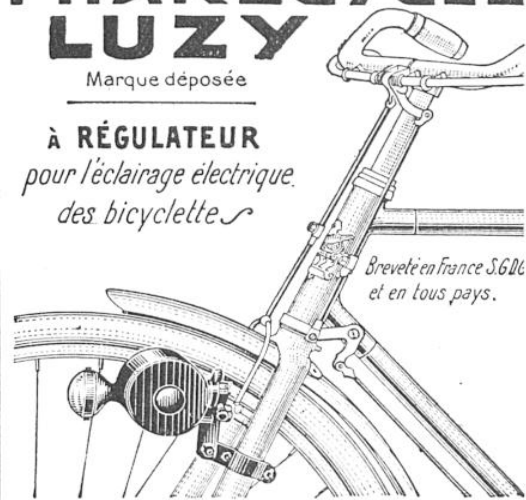
Des Meilleurs fabricants

CATALOGUE N° 27
FRANCO SUR DEMANDE**L'INTERMÉDIAIRE****17, Rue Monsigny, Paris**

MAISON FONDÉE EN 1894

**PHARECYCLE
LUZY**

Marque déposée

À RÉGULATEUR
pour l'éclairage électrique
des bicycletteBreveté en France S.G.D.G.
et en tous pays.

Pour la vente s'adresser :

**SOCIÉTÉ D'ÉCLAIRAGE
ET D'APPLICATIONS ÉLECTRIQUES**

Société anonyme au capital de 5.000.000 de francs

16, 18 et 20, Rue Soleillet - PARIS (XXV)

Tél. Rog. 53-51 - Métro: Martin-Nadaud Télég. LAMPARRAS-PARIS
R. C. Seine 55.077**UNE NOUVEAUTÉ INTÉRESSANTE**
dans la recharge des accus**Les Etablissements "ASTRA"** viennent
de créer
un appareil automatique qui recharge **simultanément** les batteries
de 4 et 80 volts, sans avoir à débrancher les accus ou le poste.**C'est le chargeur idéal pour l'amateur de T.S.F.**

Nous construisons également des chargeurs automatiques pour automobiles.

Prix : 250 fr.
NOTICE S SUR DEMANDE**Etablts ASTRA, 51, rue de Lille, PARIS (Tél.: Littré 85-54)**

IDEAL
STYLOMINE
ne s'abîme pas

A VOUS QUI CALCULEZ
"STYLOMINE"-RÈGLE À CALCUL (Breveté S.G.D.G.)

EST INDISPENSABLE

35 fr.
"ARGENTUL"
INOXYDABLE

ARGENTÉ 25 f.

VENDU CHEZ VOTRE PAPETIER
Gros : ZUBER, 2, rue de Nice, PARIS

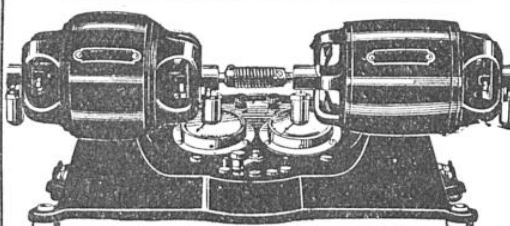
STYLO
STYLOMINE
écrit bien

Décidément

LE
Convertisseur GUERNET

44, rue du Château-d'Eau, PARIS-10^e

EST LE SEUL APPAREIL PARFAIT
POUR CHARGER LES ACCUS



TYPE SECTEUR, 4 volts, 5 ampères - 80 volts, 80 milliampères

Complet avec conjoncteurs, disjoncteurs, ampèremètres, rhéostat de réglage **780.»**
Pour 4 et 6 volts seulement **580.»**

R. C. Paris 14.697 Ch. Postaux 329.60

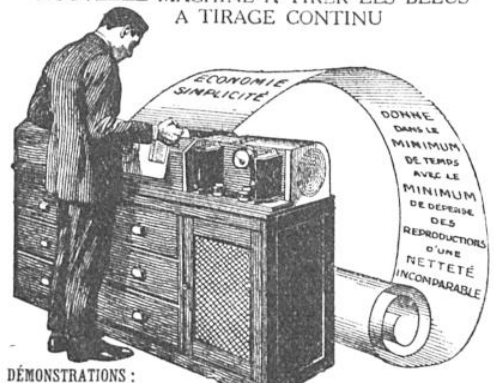
La Verrerie Scientifique
Atelier du Maine - Paris

Adr. télégr. : SCIENTIVER-PARIS
Code télégr. : AZ

Téléphone : LITRE 94-62
— 01-63

L'ÉLECTROGRAPHE
"REX"

NOUVELLE MACHINE À TIRER LES BLEUS
À TIRAGE CONTINU



ECONOMIE
SIMPLICITÉ

DOIT DONNER LE
MINIMUM
DE TEMPS
AVEC LE
MINIMUM
DE DÉPENSE
DES
REPRODUCTIONS
D'UNE
NETTETÉ
INCOMPARABLE

DÉMONSTRATIONS :
12, Avenue du Maine, Paris

Catalogue S franco

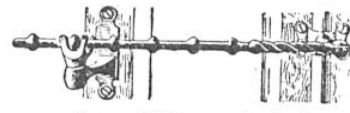
MARQUE **JP** DÉPOSÉE

La plus ancienne et la plus réputée des marques
de fabrique dans l'industrie des articles en
acier poli nickelé.

Quand vous achetez :

- 1 Tire-bouchon
- 1 Casse-noix
- 1 Arrêt à boule de porte
- 1 Entre-bâillement de fenêtre

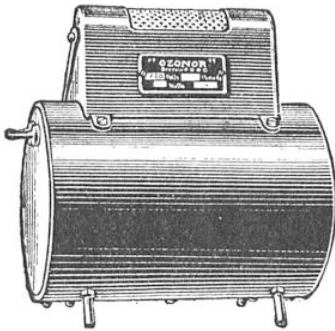
Exigez la marque JP
GARANTIE ABSOLUE



Entre-bâillement de fenêtre

EN VENTE PARTOUT
GRANDS MAGASINS, QUINCAILLIERS ET BAZARS

Gros : **J-P**, 100, boul. Richard-Lenoir, PARIS



PURIFIEZ L'AIR QUE VOUS RESPIREZ

Pour 1 centime de l'heure

Vous pouvez assainir l'air dans votre habitation, en le purifiant avec

L'OZONOR

Dissipe les mauvaises odeurs — Détruit les germes de maladies
Fonctionne sur alternatif 110 ou 220 volts — NOTICE FRANCO

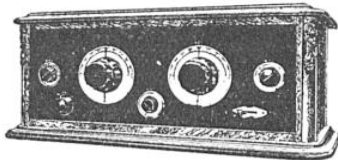
Etablissements OZONOR (GAILLIET, BOURDAIS & C^{ie}), 12, rue St-Gilles, Paris-3^e
Téléphone : Turbigo 85-38

Un nom qui est une garantie !
Des milliers de références dans le monde entier !

Les Établissements LÉNIER

61, rue Damrémont, PARIS

Ancien officier radiotélégraphiste de la Marine
Ancien chef des Services de T. S. F. clandestine
en pays ennemi pendant la guerre



Spécialité d'Appareils de T.S.F.
pour la réception à grande distance

RENDEMENT FORMELLEMENT GARANTI
en Egypte, Turquie, Europe orientale, toute l'Europe,
Maroc, Syrie.

CRÉATEUR du célèbre Montage C.119

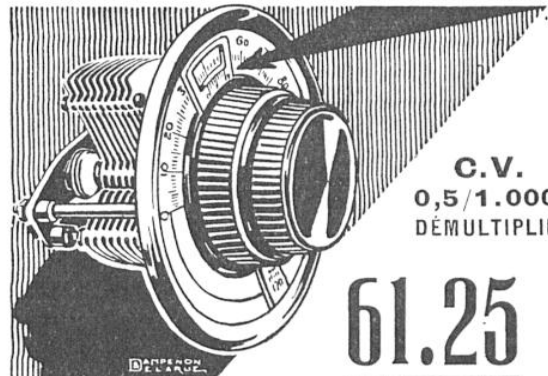
POSTES EN PIÈCES DÉTACHÉES COMPLETS
Résonance. Superhétérodynes.

Fournisseur de l'Armée et de la Marine françaises; de la
Marine anglaise; des P. T. T. marocains; de Gouverne-
ments étrangers. — Références dans le monde entier.

CATALOGUES CONTRE 1 FR. 50 EN TIMBRES

N'achetez votre poste de T. S. F. qu'à des Spécialistes de la T.S.F.

LES C.V. TAVERNIER
1929
SONT A VERNIER



C.V.
0,5/1.000
DÉMULTIPLIÉ

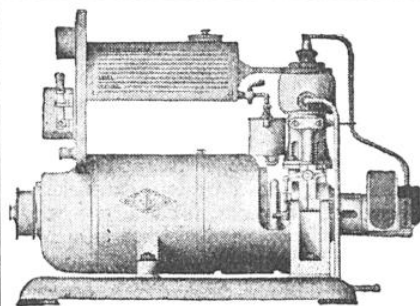
61.25

avec son cadran vernier
(1.000 points précis de lecture)

EN VENTE PARTOUT

VENTE EN GROS : 71^{er}, rue François-Arago
MONTREUIL (Seine)

Tarif 6 GRATUIT SUR DEMANDE



La FORCE et la LUMIÈRE chez vous

au meilleur prix : 1 fr. 20 le kW., par

"MINIMUS"

Le groupe électrogène populaire

grande série. Vendu complet avec accus 70 ampères, franco gare,
3.950 francs. Garanti 1 an. VENTE A CRÉDIT

En série également, groupes 2.000 watts.

CATALOGUE N° 26 ET CONDITIONS FRANCO SUR DEMANDE

Établissements M. LOISIER 27, rue Ledion
Paris (14^e)

Tél. : VAUGIRARD 23-10

R. C. Seine, 381.872

ETRENNES SCIENTIFIQUES LE PETIT CHIMISTE

(DÉPOSÉ)

Le cabinet de chimie scolaire
permettant de réaliser sans danger les travaux
pratiques de chimie élémentaire.

1^o Pour réactions à froid. 55. »
2^o — — — chaud. 95. »

Notice gratuite sur demande.

Éts SEIVE (S.A.R.L.)

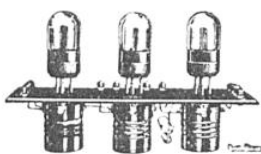
CONSTRUCTEURS

26, rue St-Gilles, PARIS

(VOIR DESCRIPTION DANS LE N° DE DÉCEMBRE)

SPÉCIALITÉ DE BOBINAGES pour LABORATOIRES

Transformateurs HF — Oscillatrices — Tous transfo
moyenne fréquence — Selfs semi-apériodiques —
Selfs de choc, etc.



AMPLIFICATEURS M F
complets, depuis 330 fr.

TRANSFORMATEURS
et filtre séparés, dep. 35 fr.

Catalogue général 37 con-
tenant nombreux schémas
et plans de réalisation :
France, 0 fr. 50
Etranger, 1 fr. 50.

ATELIERS LAGANT170-172, Rue de Silly
BILLANCOURT (Seine)

Tél.: Molitor 12-01 - Chèques postaux Paris 95.308

SEGMENTS CONJUGUÉS



Amélioration considérable de tous moteurs sans réaliser
les cylindres ovalisés. - Suppression des remontées d'huile.

E. RUELLON, rue de la Pointe-d'Ivry, PARIS-13^e
Téléphone : Gobelins 52-48 R. C. 229.344

UTILISEZ VOS LOISIRS !

EN ÉTUDIANT SUR PLACE OU PAR CORRESPONDANCE

UNE
LANGUE ÉTRANGÈRE

GARDINER'S ACADEMY

MINIMUM DE TEMPS
MINIMUM D'ARGENT
MAXIMUM DE SUCCÈS

DEMANDEZ AUJOURD'HUI ÉCOLE SPÉCIALISÉE
LA BROCHURE GRATUITE FONDÉE EN 1912

NOMBREUSES RÉFÉRENCES

19, B^D MONTMARTRE, PARIS-2^e

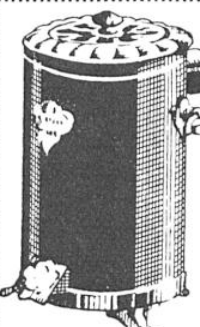


JEUNES GENS CLASSES 1929-30

réformés, personnes faibles, ren-
dez-vous forts et robustes par la
nouvelle méthode de culture phy-
sique de chambre, sans appareils,
10 minutes par jour, pour créer
une nation forte et saine et dé-
fendre la patrie.
Méthode spéciale pour grandir.
Brochure gratis contre timbre.

E. WEHRHEIM
Agay (Var)





"LE MERVEILLEUX"

POÊLE A SCIURE

Nouvelle conception avec foyer
indépendant. Brûle aussi bois,
copeaux, déchets, etc.

Vendu : 70 à 120 francs
Modèle décoratif ferrures nickelées :
250 francs

DEMANDEZ NOTICE :
H. BERGERON, Constructeur
51, rue Bernard-Palissy
TOURS (Indre-et-Loire)

Pendulette-Réveil incassable

CAOUTCHOUC

3
mouvements

PRIX EN BAISSE

Sans réveil, .. 44 fr. au lieu de 48.50

Avec réveil, .. 60 fr. — 64.50

Radium av. rév. 72 fr. — 76.50

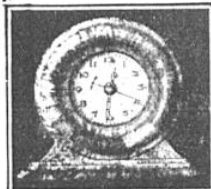
Envoi contre remb., port en sus : 1.95

IMITATION PARFAITE DU MARBRE

Teintes : Rose et blanc, bleu et
blanc, noir et blanc.

Voir la description dans le n° de Mars

A. BRIÈRE, horloger
3, rue de Sèvres - Paris-6^e



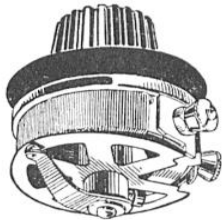
SOURD

qui voulez en-
tendre, et vous
que les bour-
donnements,
sifflements

menacent de surdité, écrivez au Directeur
des Etablissements de Prothèse Auriculaire,
16, boulevard de Magenta, à Paris, qui vous
enverra gratuitement sa brochure illustrée,
expliquant clairement et prouvant scientifique-
ment, avec nombreuses attestations, l'action
salutaire et efficace de l'ACOUSTISONOR.

Dans votre intérêt, recommandez-vous toujours de La Science et la Vie auprès de ses annonceurs.

Les nouveaux Rhéostats et Potentiomètres REXOR SANS FROTTEUR



Suppriment Coupures et Crachements. Assurent un Contact parfait

**LA PLUS BELLE PRÉSENTATION
LE MEILLEUR FONCTIONNEMENT**

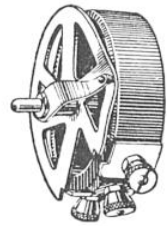
Toute une gamme de cadrans : aluminium, celluloïd blanc et noir,
enjoliveur nickelé, etc...

CATALOGUE GÉNÉRAL N° 31 franco

GIRESS, 40, Boulevard Jean-Jaurès, Clichy (Seine)

Téléphone : MARCADET 37-81

Breveté S.G.D.G. tous pays



Vue mécanique

RADIOFOTOS H.F.
Caractéristiques
Qualité H.F. - 400 mμ
Sensibilité 20 à 50
Courant de saturation 100 mA
Gain en gain - 10 à 25
Déplacement de 10 à 25

LAMPES

FOTOS

Une lampe étudiée pour chaque besoin

RADIOFOTOS M.F.
Spéciale pour l'application moyenne fréquence
dans les postes récepteurs
Caractéristiques
Qualité M.F. - 400 mμ
Sensibilité 20 à 50
Courant de saturation 100 mA
Gain en gain - 10 à 25
Déplacement de 10 à 25

RADIOFOTOS ELECTRIC D
Spéciale pour l'application moyenne fréquence
dans les postes récepteurs
Caractéristiques
Qualité M.F. - 400 mμ
Sensibilité 20 à 50
Courant de saturation 100 mA
Gain en gain - 10 à 25
Déplacement de 10 à 25

FABRICATION GRAMMONT

Prolongez les joies de vos vacances

en regardant et en projetant les vues du

VÉRASCOPE RICHARD

AVEC LE

TAXIPHOTE

Le meilleur des stéréoscopes classeurs

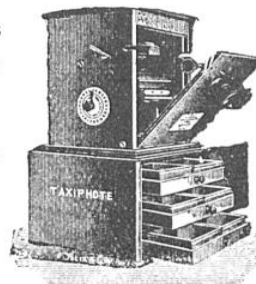
Modèles

45×107

6×13

7×13

8,5×17



Modèles

45×107

6×13

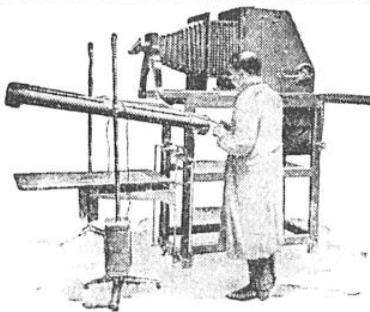
7×13

8,5×17

CATALOGUE B SUR DEMANDE

Étab^{ts} **J. RICHARD, 25, rue Mélingue, Paris**

Magasin de vente : 7, rue La Fayette (Opéra)



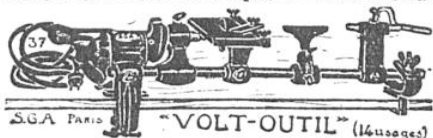
Le REPROJECTOR

donne directement et rapidement, sur le papier, donc sans clichés, des copies photographiques impeccables, en nombre illimité, de tous documents : dessins, plans, esquisses, pièces manuscrites, contrats, chèques, comptes courants, gravures, dentelles, tissus.

Il réduit ou agrandit automatiquement à l'échelle jusqu'à cinq fois : photographie le document aussi bien que l'objet en relief; utilise le papier en bobine aussi bien que la plaque sèche (le papier en bobine se déroule automatiquement devant l'objectif); projette les corps opaques aussi bien que les clichés sur verre. Simplicité de fonctionnement. Pas d'apprentissage spécial.

Démonstrations, Références, Notices : **DE LONGUEVAL & C^{ie}, const^{rs}, 17, rue Joubert, Paris**

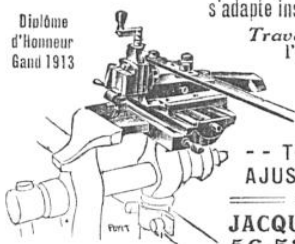
S. G. A. S. Ingén.-Const^{re} 44, rue du Louvre, Paris-1^{er}
Nos machines ont été décrites par « La Science et la Vie »



Qui que vous soyez (artisan ou amateur), **VOLT-OUTIL** s'impose chez vous, si vous disposez de courant lumière. Il forme 20 petites machines-outils en UNE SEULE. Il perce, scie, tourne, meule, polit, etc..., bois et métaux pour 20 centimes par heure.
SUCCÈS MONDIAL
Exposé Salon Machine Agricole, Stand 32, Hall D (boulevard Lefebvre)

LA RAPIDE-LIME

Diplôme
d'Honneur
Gand 1913



s'adapte instantanément aux ÉTAUX

Travaille avec précision
l'Acier, le Fer, la Fonte,
le Bronze
et autres matières

Plus de Limes!
Plus de Burins!

-- TOUT LE MONDE --
AJUSTEUR-MÉCANICIEN

NOTICE FRANCO

JACQUOT & TAVERDON
56-58, rue Regnault
Paris (13^e)

POUR AVOIR  DE BELLES

Roses

DES Fruits ET DES Fleurs

DEMANDEZ AUX
GRANDES ROSERAIES DU VAL DE LA LOIRE ORLÉANS
le Catalogue illustré par la photo en couleurs franco
PROFITEZ DU SUPERBE COLIS-RECLAME DE
10 variétés de Roses buissons à grosses fleurs par l'envoi d'un timbre de 1 franc de plus jusqu'à Novembre, plantes d'expédition pour 45 francs port et emballage toutes guirlandes françaises continentales.
CHÈQUES POSTAUX ORLÉANS 22

Les Études chez Soi

Spécialisées en toutes matières, vous permettent d'obtenir rapidement les Diplômes de

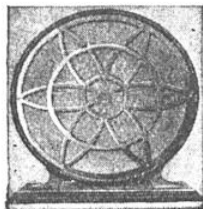
1. Comptable, Secrétaire, Ingénieur commercial.
2. Ingénieur, Electricien, Mécanicien, Chimiste, Géomètre, Architecte, Filateur.
3. Dessinateur artistique, Professeur de musique.
4. Agronome, Régisseur, Directeur de laiterie.
5. Licencié et Docteur en Philosophie, Lettres, Droit, Sciences physiques, sociales, etc., etc.

Demandez Catalogue général

INSTITUT PHILOTECHNIQUE (26^e année)
94, rue Saint-Lazare, Paris-9^e

UN HAUT-PARLEUR DE QUALITÉ

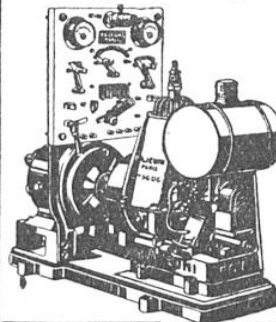
FIDÈLE
APÉVOX
SENSIBLE



PUISSANT
APÉVOX
NET

A. PLANCHON, constructeur
30 bis, Place Bellecour, LYON
Notice contre 0,50

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 d'expériences continus. La longue pratique de ces créateurs se révèle dans sa construction simple et indéfectible.

Catalogue n°182 et renseignements sur demande.

119, rue Saint-Maur, 119
Paris-XI^e. Tél. Roq. 23-82

CYRNOS

LAMPES POUR T.S.F. AU BARYUM

NOS LAMPES

A 1.404 — H. F., M. F.
A 1.005 — D.
B 1.010 — 1^{re} B. F.
B 712 — H. P.

NOS VALVES

POUR TABLEAU DE TENSION-PLAQUE

La Super-Valve (15 millis).
B 10 - Biplaque, point milieu (10 millis).
B 20 - — — (20 millis).

NOS TRIGRILLES

Amplificatrice H. F.
— B. F.
Changeuse de fréquence.

Établissements M. C. B., 27, rue d'Orléans, NEUILLY-SUR-SEINE



"PHONOVOX"

le meilleur reproducteur pour Phonographe

Toutes pièces détachées pour amplificateurs de puissance
Transformateurs type G — Potentiomètres à grande résistance
Bobines de choc — Résistances bobinées, etc...

TARIF SUR DEMANDE

TOUTES PIÈCES VISIBLES CHEZ

L. MESSINESI

11, rue de Tilsitt - PARIS - Place de l'Etoile
Téléphone : Carnot 53-04 et 53-05 R. C. Seine 224-643



UN SANS-FILISTE SANS FERRIX

connaît rapidement les ennuis
de la T.S.F.

Les Blocs FERRIX

RENDENT

la T.S.F. agréable

en vous libérant de tous les soucis des piles
80 volts à remplacer et des accus à recharger.

La meilleure présentation
La plus ancienne marque - Les meilleurs prix

MANUFACTURE à NICE, 46, avenue St-Lambert
AGENCE GÉNÉRALE ET DÉPOT à Paris (6e)
64, rue Saint-André-des-Arts
qui enverra notices, tarifs, catalogues et Ferrix-Revue
contre enveloppe timbrée à votre adresse.

"PYGMY"

LA NOUVELLE LAMPE A MAGNÉTO
INEPUISABLE

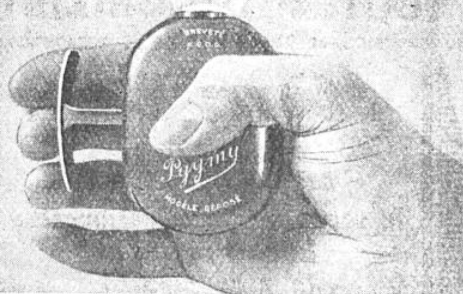
Se loge dans une poche de gilet
dans le plus petit sac de dame

Poids : 175 gr. Présentation de grand luxe. Fabrication de haute qualité

Prix imposé : 70 francs

DEMANDEZ CATALOGUE B

A ANNECY (H.S.), chez MM. MANFREDI Frères et C^e, avenue de la Plaine
A PARIS, chez GENERAL OVERSEA EXPORT C^e, 14, rue de Broglie, Paris-3^e
Téléphone : Archives 46-95. - Télég. : Genovieg-Paris.



Concessionnaire pour l'Italie :
Roberto ULMANN, 1, Piazza Grimaldi, Genova 6

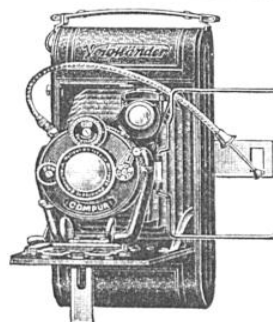
IL existe depuis fort longtemps des appareils bon marché,
de même des appareils de qualité ; mais des appareils aussi
remarquables, à des prix aussi avantageux que les

Nouveaux Modèles VOIGTLÄNDER

c'est incontestablement une innovation.

Demandez à votre revendeur habituel de vous faire la démonstration des nou-
veaux modèles VOIGTLÄNDER, ou faites-vous adresser le catalogue illustré.

SCHOBER et HAFNER, 3, r. Laure-Firot, Asnières (Seine)





TIMBRES DES MISSIONS

Au kilo, par paquets de 500, 250, 125 grammes. Beaucoup d'Afrique du Nord. Notice gratis. Bien des kilos. Annonces ordinaires. "Timbres Missions". Boîte 268, Casablanca.

LES ÉTRENNES LES PLUS APPRÉCIÉES
pour personnes lisant beaucoup au lit

Une **LISEUSE H. V.**, qui remplace les bras pour porter les livres. Description numéro de Novembre, p. 441.

Fabr. **HARDMEYER**, 4 bis, rue d'Alsace, LEVALLOIS-PERRET

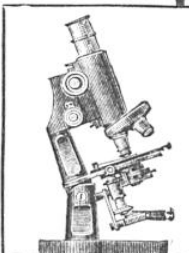
T.
S.
F.

Ets **V. M. M.**, 11, r. Blainville, Paris (V^e)

POSTES A GALÈNE
depuis 60 fr.

POSTES A LAMPES
toutes longueurs d'ondes
Pièces détachées

APPAREILS SCIENTIFIQUES
NEUF ET OCCASION
Matériel de Laboratoire, Produits chimiques
Microtome GENAT
Notices gratuites T et S - Cat. gén. 1 fr. 25



Microscope V. M. M.

TOUT AUTOMOBILISTE
DOIT LIRE

Omnia

Rédacteur en chef :
BAUDRY DE SAUNIER

la revue la mieux documentée
la plus répandue
la plus réputée

DE

L'INDUSTRIE AUTOMOBILE

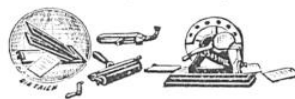
PRIX DU NUMÉRO MENSUEL .. . 10 fr.
ABONNEMENTS : Six mois, 70 fr. ; Un an, 120 fr.

BUREAUX DE LA REVUE :

Omnia, 13, rue d'Enghien, 13 - Paris (10^e)

DUPLICATEURS

Plats Rotatifs
CIRCULAIRES, DESSINS, MUSIQUE, ETC.



1^{er} PRIX du CONCOURS
GRAND PALAIS

IMITATION PARFAITE sans auréole huileuse
de la **LETTE PERSONNELLE**

Notices A. B. à

G. DELPY, Const^r, 17, rue d'Arcole, Paris-4^e

Pour parler Anglais

ESPAGNOL, ALLEMAND, etc., il faut entendre souvent les mêmes mots et phrases, afin d'acquiescer l'éducation de l'oreille. Seul, le phonographe permet ces répétitions multiples.

Demandez aux

ÉCOLES INTERNATIONALES,
10, av. Victor-Emmanuel-III, Paris (8^e),
tél. Elysées 24-57, la brochure **A**, adressée
gratis avec le prix des cours. Vous y verrez
les avantages de la **Méthode I. C. S.**
(Internat. Correspondence Schools) et
comme il est facile d'apprendre chez soi à
parler, lire et écrire couramment une langue
étrangère. Démonstration gratuite.

Demandez aussi les brochures explicatives
A C Commerce et **A E Electricité**.

Nous enseignons partout où le facteur
passe ; nous comptons près de quatre
millions d'élèves dans le monde entier.

Bureaux à : **LYON**, 70 bis, rue Bossuet ;
MARSEILLE, 21, rue Paradis,
NANCY, 10, rue Claudot.

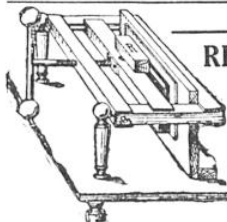


CHIENS DE TOUTES RACES

de garde et policiers jeunes et adultes supérieurement dressés. Chiens de luxe et d'appartement, Chiens de chasse courants, Rattiers, Enormes chiens de trait et voitures, etc.

Vente avec faculté échange en cas non-convenance. Expéditions dans le monde entier. Bonne arrivée garantie à destination.

SELECT-KENNEL, Berchem-Bruxelles (Belgique) Tél.: 604-71



RELIER tout SOI-MÊME

est une distraction
à la portée de tous

Demandez l'album illustré de
l'Outillage et des Fournitures,
franco contre 1 fr. à

V. FOUGÈRE & LAURENT, à ANGOULÊME

INVENTIONS ET RÉALISATIONS FINANCIÈRES

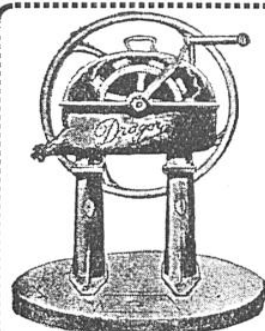
SOCIÉTÉ D'ÉTUDE ET DE VALORISATION EN PARTICIPATION

22, rue d'Athènes, 22 - PARIS (9^e) — Téléphone : Louvre 50-06

Brevets d'invention en France et à l'Étranger. — Toutes opérations relatives à la Propriété industrielle. — Négociation des brevets. — Valorisation des inventions. — Recherche de capitaux. — Constitution de Sociétés industrielles.

MANUEL-GUIDE GRATIS INVENTIONS BREVETS. MARQUES. Procès en Contrefaçon

H. Boettcher Fils
Ingénieur - Conseil PARIS
21, Rue Cambon



DRAGOR

Élévateur d'eau à godets pour puits profonds et très profonds

A la main et au moteur. - Avec ou sans refoulement. - L'eau au premier tour de manivelle. - Actionné par un enfant à 100 mètres de profondeur. - Incongélabilité absolue. - Tous roulements à billes. - Pose facile et rapide sans descente dans le puits. Donné deux mois à l'essai comme supérieur à tout ce qui existe. - **Garanti 5 ans**

Élévateurs **DRAGOR**
LE MANS (Sarthe)

Voir article, n° 83, page 446.



Quand vous avez chez vous la lumière électrique vous pouvez aussi avoir du Feu sans dépense supplémentaire de courant par l'Allumoir Electrique Moderne

Appareil breveté. En vente chez tous les Electriciens. Demander NOTICE franco, au Constructeur du "WIT" 69, Rue Bellesmeuse, LYON.



Demandez à votre fournisseur qu'il vous fasse entendre

Un **HAUT-PARLEUR** ou un **DIFFUSEUR FORDSON**

Leur pureté est absolue et inégalable. Insistez chez votre fournisseur pour entendre un **FORDSON**

Demandez le Catalogue
Établissements **FORDSON**
45 et 47, rue du Paroy
GENTILLY (Seine)

LE MEILLEUR
ALIMENT MÉLASSÉ

4 GRANDS PRIX
4 HORS CONCOURS
MEMBRE DU JURY
DEPUIS 1910

PAIL'MEL

EXIGER SUR LES SACS
PAIL'MEL
M.L.
TOURY
MARQUE DÉPOSÉE

POUR CHEVAUX
ET TOUT BÉTAIL

USINE FONDÉE EN 1901 À TOURY (EURE & LOIR)
Reg. Comm. Chartres B. 41

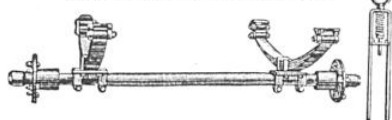
INVENTEURS
Pour vos
BREVETS
Adr. vous à: **WINTHER-HANSEN**, Ingénieur-Conseil
35, Rue de la Lune, PARIS (2^e) Brochure gratuite!



TIMBRES-POSTE AUTHENTIQUES
DES MISSIONS ÉTRANGÈRES

Garantis non triés, vendus au kilo
Demandez la notice explicative au
Directeur de l'Office des Timbres-
Poste des Missions, 14, rue des Ré-
doutes, TOULOUSE (France).
R. C. TOULOUSE 4.568 A

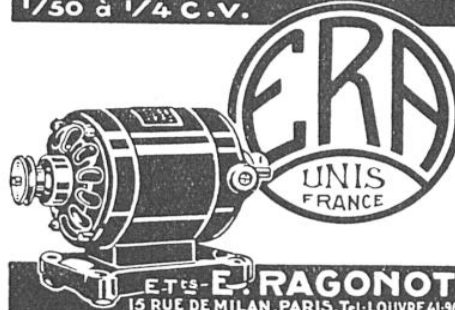
INDUSTRIELS, COMMERÇANTS,
AGRICULTEURS, TOURISTES,
Montez vous-mêmes la remorque dont vous avez besoin
avec une garniture **DURAND**.



N° 1	charge utile	250 kgs.	pour Roues Michelin	4 trous
N° 2	—	500 —	—	4 —
N° 3	—	1.000 —	—	6 —
N° 4	—	1.500 —	—	8 —

ÉMILE DURAND
80, Avenue de la Défense, COURBEVOIE (Seine)
Téléphone : Défense 06-03

MOTEURS UNIVERSELS
1/50 à 1/4 C.V.



E. T. S. E. RAGONOT
15 RUE DE MILAN, PARIS. Tel: LOUVRE 41-96

LE PLUS MODERNE DES JOURNAUX

*Documentation la plus complète et la plus variée***EXCELSIOR**

GRAND 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 ET COLO- NIES.....	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.
ETRANGER.....	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

DIMANCHE-ILLUSTRÉ

SPÉCIMEN FRANCO SUR DEMANDE
20, Rue d'Enghien, PARIS



MAGAZINE ILLUSTRÉ EN COULEURS
POUR LES GRANDS ET LES PETITS
AMUSANT - DOCUMENTAIRE - INSTRUCTIF
16 pages - PRIX : 50 cent.

**ABONNEMENTS**

	3 mois	6 mois	1 an
France, Colonies et Régions occupées.	6 frs	12 frs	24 frs
Belgique.	9 frs	18 frs	35 frs
Etranger.	15 frs	28 frs	55 frs

GAZOGÈNES « GEPEA »

au Charbon de Bois et Agglomérés
POUR AUTOMOBILES INDUSTRIELS

Poids, Entretien, Encombrement minima
Economie de 60 à 80 0/0 sur l'essence
Epuraton complète des poussières
Durée indéfinie - Sécurité absolue
Mise en route instantanée

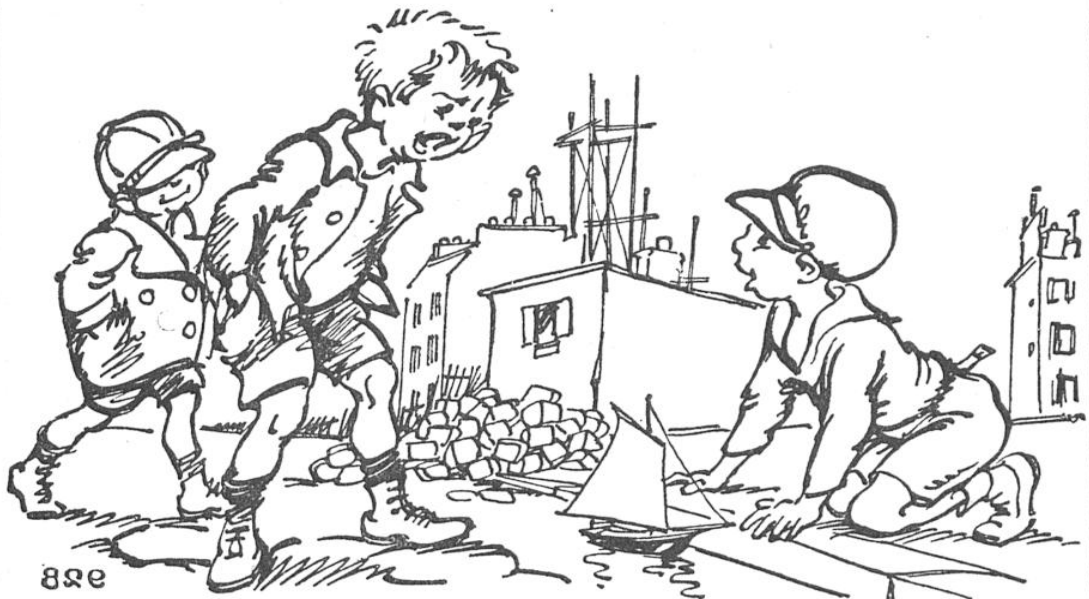
Établissements « GEPEA »
182, boul. Victor-Hugo, CLICHY (Seine)

CHEMIN DE FER DE PARIS A ORLÉANS
ET COMPAGNIE INTERNATIONALE DES WAGONS-LITS

Avec la vitesse, le confort...

Des wagons-salons Pullman de 1^{re} et 2^e clas-
ses circulent depuis le 3 octobre entre Paris
et Bordeaux dans les grands rapides de
soirée n^{os} 15 et 16.

Ces trains, dont l'horaire commode et la vi-
tesse très élevée ont fait le grand succès, ne
le cèdent à aucun rival en matière de confort.



— Barbouille !... pas si Barbouille que toi !... j'me lave les pieds moi !... et pis les dents au Dentol !

Le DENTOL (eau, pâte, poudre, savon) est un dentifrice à la fois souverainement antiseptique et doué du parfum le plus agréable. — Créé d'après les travaux de Pasteur, il raffermi les gencives. En peu de jours, il donne aux dents une blancheur éclatante. Il purifie l'haleine et est particulièrement recommandé aux fumeurs. Il laisse dans la bouche une sensation de fraîcheur délicieuse et persistante.

Le **DENTOL** se trouve dans toutes les bonnes maisons vendant de la parfumerie et dans toutes les pharmacies.

Dépôt général : Maison FRÈRE, 19, Rue Jacob, Paris

CADEAU Il suffit de retourner à la MAISON FRÈRE, 19, rue Jacob, Paris (6^e), la présente annonce de *La Science et la Vie*, sous enveloppe affranchie à 0 fr. 50, en indiquant lisiblement son nom et son adresse, pour recevoir gratis et franco un échantillon de **Dentol**.

R. C. SEINE 124.350

INSTITUT ÉLECTROTECHNIQUE

PAR CORRESPONDANCE

DE

l'Ecole du Génie Civil

(25^e Année)**152, avenue de Wagram, Paris**(25^e Année)

Les prix comprennent la fourniture des cours, des devoirs et leur correction

ÉLECTRICITÉ

DIPLOME D'APPRENTI-MONTEUR

Etude de l'électricité complète, sous une forme très simple, ne nécessitant aucune connaissance mathématique. — Prix 120 fr.

DIPLOME DE MONTEUR ÉLECTRICIEN

Cours comprenant 100 leçons d'électricité parfaitement graduées, très simples, n'exigeant que les connaissances du certificat d'études. — Prix 200 fr.

a) CONTREMAÎTRE-ÉLECTRICIEN

Notions d'arithmétique, algèbre, géométrie et physique. — Électricité industrielle. — Dessin électrique. — Prix. 250 fr.

b) DESSINATEUR ÉLECTRICIEN

Même préparation que ci-dessus, avec en plus : compléments de dessin. — Technologie du dessin électrique. — Résistance des matériaux. — Arithmétique. — Géométrie et algèbre pratiques. — Notions de mécanique. — Règle à calcul. Prix du complément de préparation 250 fr.
De l'ensemble a et b 450 fr.

c) CONDUCTEUR ÉLECTRICIEN

Arithmétique. — Algèbre. — Géométrie. — Physique. — Trigonométrie. — Mécanique. — Résistance des matériaux. — Règle à calcul. — Technologie de l'atelier. — Construction mécanique. — Machines industrielles. — Électricité industrielle. — Dessin. — Prix 700 fr.

d) SOUS-INGÉNIEUR ÉLECTRICIEN

Même préparation que conducteur, avec en plus : Chimie. — Physique. — Dangers des courants. — Unites. — Conduite des appareils. — Bobinage. — Notions d'hydraulique. — Mesures. — Éclairage. — Complément de mathématique. — Béton armé. Prix de ce complément 500 fr.
Prix de l'ensemble c et d 1.000 fr.

e) INGÉNIEUR ÉLECTRICIEN

Algèbre supérieure. — Compléments de physique. — Mécanique. — Applications mécaniques de l'électricité. — Calcul des machines. — Essais. — Électricité théorique. — Production et distribution. — Construction de l'appareillage. — Electrochimie. — Éclairage. — Hydraulique. — Dessins. — Mesures. — Projets. Prix 1.250 fr.

f) DIPLOME SUPÉRIEUR

Même préparation que ci-dessus, avec en plus : mathématiques supérieures. — Mécanique rationnelle. — Electrotechnique. — Installation d'usines hydroélectriques. Prix de cette partie 500 fr.
Prix de e et f 1.600 fr.

CHEMINS DE FER - MARINE - ÉCOLES

Préparation à tous les programmes officiels.

T. S. F.

DIPLOME D'APPRENTI, D'AMATEUR ET D'ADMISSION AU 8^e GÉNIE OU DANS LA MARINE
Notions d'électricité, de téléphonie, télégraphie et T. S. F. — Prix 120 fr.

DIPLOME DE MONTEUR EN T. S. F.

Notions d'électricité. — T. S. F. — Notions de moteurs industriels. — Réglementation de la T. S. F. — Prix 200 fr.

OPÉRATEUR DE 2^e CLASSE B DE LA MARINE MARCHANDE, DES P. T. T. ET L'INDUSTRIE
Dictée. — Taxation d'un télégramme. — Arithmétique. — Réglementation (instruction S. F.) et sécurité de la vie humaine. — Électricité. — T. S. F. — Prix 350 fr.

OPÉRATEUR DE 2^e CLASSE A DE LA MARINE MARCHANDE, DES P. T. T. ET L'INDUSTRIE
Electricité. — T. S. F. — Réglementation. — Géographie spéciale à la T. S. F. — Rédaction sur la réglementation. — Anglais. — Prix 500 fr.

c) OPÉRATEUR DE 1^{re} CLASSE DE LA MARINE MARCHANDE, DES P. T. T. ET L'INDUSTRIE
Algèbre. — Électricité industrielle. — T. S. F. théorique. — T. S. F. appliquée. — Réglementation de la T. S. F. — Taxation d'un télégramme. — Géographie spéciale à la navigation et à la T. S. F. — Rédaction technique. — Anglais. — Moteurs thermiques. — Prix 700 fr.

d) SOUS-INGÉNIEUR T. S. F.

Même préparation que ci-dessus, avec en plus : Chimie. — Physique. — Compléments de mathématiques. — Construction d'appareils. — Compléments de T. S. F. — Mesures électriques. — Dessin. — Prix de ce complément 500 fr.
Prix de l'ensemble c et d 1.000 fr.

e) INGÉNIEUR RADIOTÉLEGRAPHISTE

Algèbre supérieure. — Compléments de physique. — Mécanique. — Électricité théorique. — T. S. F. (cours supérieur). — Cours de machines et moteurs. — Projets. — Prix 1.000 fr.

f) DIPLOME SUPÉRIEUR

Même préparation que ci-dessus, avec en plus : Mathématiques supérieures. — Mécanique rationnelle. — Electrotechnique. — Mesures. — Prix de cette partie 400 fr.
Prix d'ensemble de e et f 1.250 fr.

AVIATION - COLONIES - MARINE DE GUERRE
Préparation à tous les programmes officiels.

COURS SUR PLACE

L'ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL, 152, avenue de Wagram, Paris, répondra par lettre à toute demande complémentaire accompagnée d'un timbre pour la réponse

(1) Les prix indiqués sont pour le paiement par mois. — En payant au comptant, il est fait une réduction de 20 0/0.

L'École Universelle

par correspondance de Paris

PLACÉE SOUS LE HAUT PATRONAGE DE L'ÉTAT

la plus importante école du monde, vous offre les moyens d'acquérir chez vous, sans quitter votre résidence, sans abandonner votre situation, en utilisant vos heures de loisirs, avec le minimum de dépense, dans le minimum de temps, les connaissances nécessaires pour devenir :

**INGÉNIEUR,
SOUS-INGÉNIEUR,
CONDUCTEUR,
DESSINATEUR,
CONTREMAÎTRE,
Etc....**

dans les diverses spécialités :

**Électricité
Radiotélégraphie
Mécanique
Automobile
Aviation
Métallurgie
Mines
Travaux publics**

**Architecture
Béton armé
Chauffage central
Topographie
Industrie du froid
Chimie
Exploitation agricole
Agriculture coloniale**

Demandez l'envoi gratuit de la Brochure n° 6732.

Une autre section spéciale de l'École Universelle prépare, d'après les mêmes méthodes, aux diverses situations du commerce :

**Administrateur commercial
Secrétaire commercial
Correspondancier
Sténo-dactylographe
Représentant de commerce
Adjoint à la publicité
Ingénieur commercial
Expert-comptable**

**Comptable
Teneur de livres
Commis de banque
Coulissier
Secrétaire d'Agent de change
Agent d'assurances
Directeur-gérant d'hôtel
Secrétaire-comptable d'hôtel**

Demandez l'envoi gratuit de la Brochure n° 6738.

L'enseignement par correspondance de l'École Universelle peut être suivi avec profit certain, quels que soient l'âge, la profession, la résidence, le degré d'instruction de l'élève.

École Universelle
59, Boulevard Exelmans, PARIS-XVI^e

France et Colonies : 4 fr.

N° 139. - Janvier 1929

LA SCIENCE ET LA VIE



NITROLAC
émail à froid brillant
appliqué à la "chaîne".....

41, RUE MARIUS AUFAN - LEVALLOIS-PERRET (Seine)
Tél: Carnot 54-84 - Péreire 05 04. (Voir la page "NITROLAC" à l'intérieur)