

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

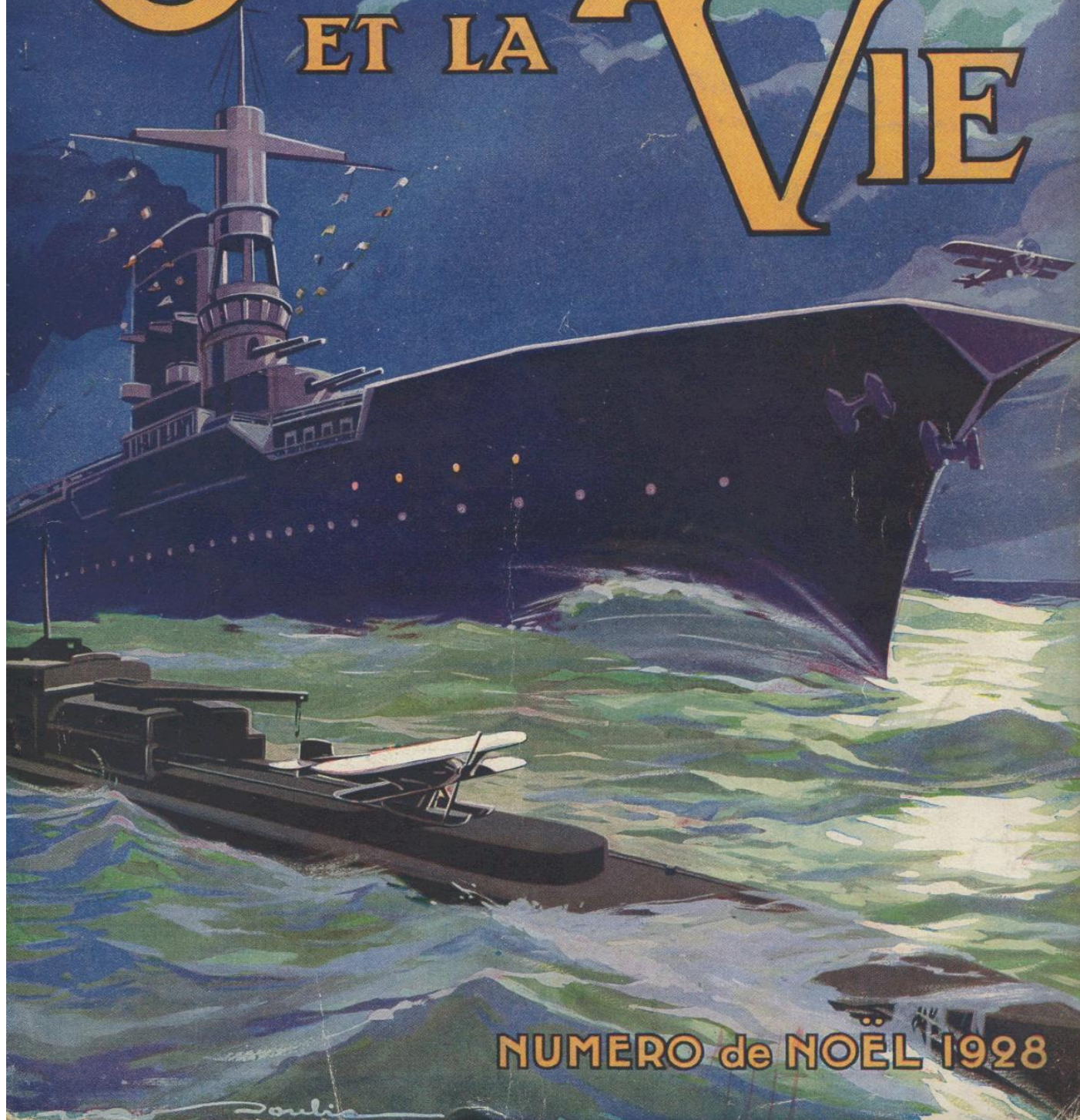
Notice de la Revue	
Auteur(s) ou collectivité(s)	La science et la vie
Auteur(s)	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Adresse	Paris : La science et la vie, 1913-1945
Collation	339 vol. : ill. ; 24 cm
Cote	SCI.VIE
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Note	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 34. n. 138. Décembre 1928
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1928
Collation	1 vol. (LXXVI p.-p.[447-534]) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 138
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.138

France et Colonies : 4 fr.

N° 138. - Décembre 1928

LA SCIENCE ET LA VIE



NUMERO de NOËL 1928



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 Établissements **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

L'ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE DE L'École du Génie Civil

Directeur : J. GALOPIN, , I, Ingénieur Civil

PLACÉE SOUS LE HAUT PATRONAGE DE L'ÉTAT (25^e Année)

152, Avenue de Wagram — PARIS (17^e)

permet à peu de frais
et sans perte de temps
d'acquérir les diplômes

**D'INGÉNIEURS
CHEFS DE TRAVAUX
DESSINATEURS
CONTREMAITRES, etc.**

TOUS LES TECHNICIENS PEUVENT PERFECTIONNER LEURS
CONNAISSANCES DANS LES DIVERSES BRANCHES INDUS-
TRIELLES, COMMERCIALES, AGRICOLES

*L'ÉCOLE, fondée il y a 25 ans par des INDUS-
TRIELS, dirigée par des INGÉNIEURS, a fait
éditer 900 Cours Scientifiques ou Techniques.*

**Demandez-nous le PROGRAMME GRATIS de nos Cours sur place ou par
Correspondance, ou venez voir notre organisation et notre installation.**

Principales sections de l'École :

Électricité. — T. S. F. — Automobile et Aviation, — Mécanique Générale. — Machines Ther-
miques. — Agriculture et Motoculture. — Chimie. — Métallurgie. — Fonderie. — Chaudronnerie.
— Travaux Publics. — Architecture. — Bâtiment. — Chauffage Central. — Béton armé. —
Mécaniciens de la Marine. — Capitaines de la Marine Marchande. — Marine de Guerre. —
Examens Universitaires. — Carrières du Droit. — Armée et Emplois militaires. — Commerce,
Comptabilité et Organisation. — Banques. — Mines. — Pétrole. — Forêt, etc.

Brochure 807 gratis —:- Annuaire des Anciens Élèves : 10 fr.

Tachymètres de Poche

(Compte-Tours)

JAEGER

Utilisables

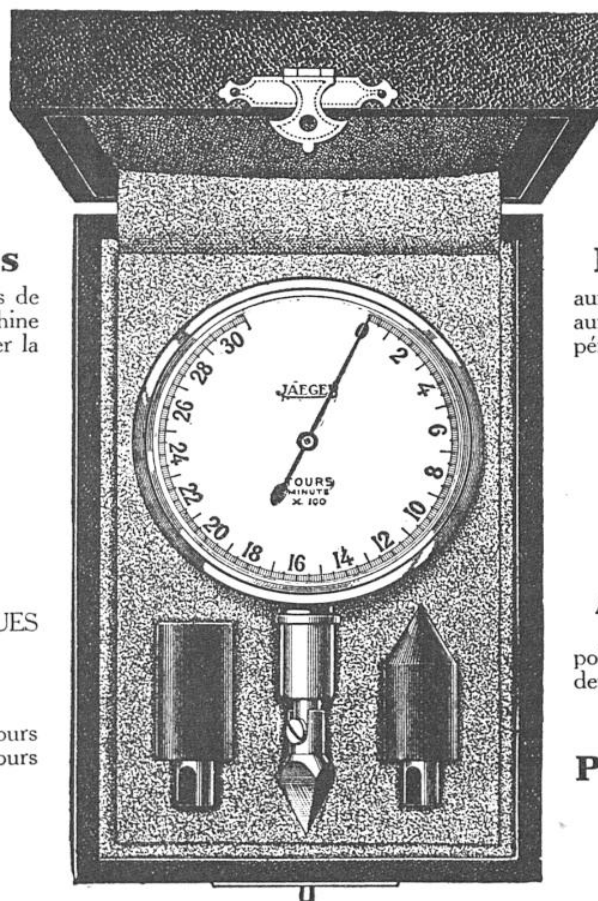
quel que soit le sens de rotation de la machine dont on veut mesurer la vitesse.

CARACTÉRISTIQUES

Diamètre : 65 $\frac{m}{m}$

Graduation :

TYPE I. - 0 à 3.000 tours
TYPE II. - 0 à 6.000 tours



Insensibles

aux champs magnétiques, aux variations de température et de pression atmosphérique.

APPAREIL LIVRÉ avec

pointe triangulaire acier, deux pointes caoutchouc, dans un écrin 95 x 105 x 35

Prix : 310 fr.

INSTRUMENTS DE CONTROLE à mouvement chronométrique

pour Ingénieurs, Contremaîtres, Garagistes, Electriciens.

**ÉTABLIS SUIVANT LA TECHNIQUE ET LA PRÉCISION DE L'HORLOGERIE,
à lecture instantanée,**

ces appareils permettent de suivre

TOUTES LES VARIATIONS DE LA VITESSE

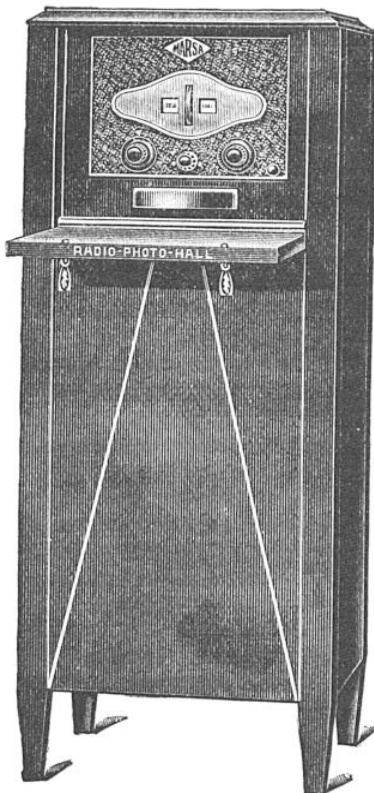
Des réducteurs ou multiplicateurs, fournis sur demande, rendent possible l'utilisation de l'appareil à des vitesses différentes de celles indiquées sur les cadrans. — Des transmissions flexibles, de longueur quelconque, peuvent être fixées sur la prise du tachymètre, qui peut alors être utilisé comme appareil fixe. — Un disque spécial, linomètre, peut s'adapter à l'appareil pour mesurer des vitesses linéaires, vitesses de coupe, etc...

Etabl^{ts} Ed. JAEGER, 2, rue Baudin, LEVALLOIS (Seine)
Téléph. : Galvani 81-65, 81-66, 00-40

LES MEUBLES "MARSA" 1929

*Les nouveaux MUTADYNES montés en meubles
constituent les ensembles les plus parfaits*

(Modèle exclusif du RADIO-PHOTO-HALL)



PRIX DU MEUBLE
STANDART
COMPLET :

2.863 FR.

OU 12 MENSUALITÉS

DE **253 FR.**

PRIX DU MEUBLE
AUTOMATIQUE
COMPLET :

3.739 FR.

OU 12 MENSUALITÉS

DE **331 FR.**

Ces meubles en acajou massif, d'une très heureuse présentation, sont équipés avec les postes MUTADYNES standart ou automatique, 6 lampes du type changeur de fréquence par bigrille. Ils contiennent tous les accessoires destinés à leur fonctionnement.

AUCUN BOBINAGE A CHANGER

Toutes les commandes se trouvent sur la platine du poste, ainsi que le réglage de l'orientation du cadre. Les batteries sont placées dans la partie inférieure du meuble. Cet appareil fonctionne très bien avec alimentation totale sur le secteur alternatif.

INSTALLATION GRATUITE

Chaque poste est livré tout étalonné et est garanti une année contre tout vice de construction.

PRIX du meuble complet en ordre de marche avec oscillatrice, cadre, accumulateur DININ de 20 A. H., piles WONDER RENOVOLT, lampes PHILIPS, et diffuseur PATHÉ..... Fr.

2.863 »

Nous livrons également cet appareil payable en **12 mensualités de 253 francs**



RADIO-PHOTO-HALL

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

CATALOGUE GRATUIT ET FRANCO SUR DEMANDE



Etrennes pour des amis de la Science

COLLECTION in-4°

LAROUSSE

Les plus beaux livres de science
qui aient été publiés

Signés de savants éminents, au courant des dernières découvertes.

L'AIR

et sa conquête, par A. BERCET, ancien président de la Société française de Navigation aérienne. Une science nouvelle, la science de l'air; les merveilles de l'aviation; 700 gravures, 20 héliogravures. Broché .. 90. »
Relié demi-chagrin .. 130. »

Le CIEL

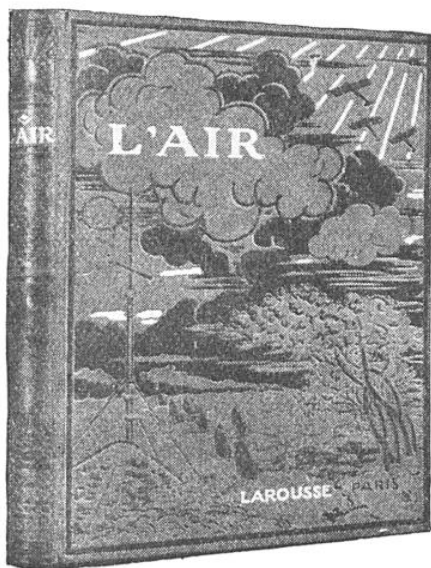
par A. BERCET. L'astronomie mise à la portée de tous; un remarquable panorama du ciel; 710 gravures, 24 planches en une ou plusieurs couleurs, 275 cartes ou dessins, etc. Broché .. 90. »
Relié demi-chagrin .. 130. »

La MER

par CLERC-RAMPAL. Océanographie; histoire du navire et de la navigation; 636 gravures, 20 hors-texte en noir et en couleurs, 316 dessins ou cartes, etc. Broché .. 90. »
Relié demi-chagrin .. 130. »

(Format 32 x 25)

Chez tous les libraires et
Librairie LAROUSSE
13-17, r. du Montparnasse
PARIS-6^e



Magnifiquement illustrés, revêtus d'artistiques reliures.

La TERRE

par Aug. ROBIN, correspondant du Muséum. La géologie présentée sous une forme nouvelle, attrayante et pittoresque; 760 grav., 24 hors-texte, 158 dessins, 53 tableaux de fossiles, etc. Br. .. 90. »
Relié demi-chagrin .. 130. »

Les PLANTES

par J. COSTANTIN, de l'Institut, et F. FAIDEAU. Toute la variété des espèces végétales sous tous les climats; 796 gravures, 26 planches en noir et en couleurs, etc. Br. 90. »
Relié demi-chagrin .. 130. »

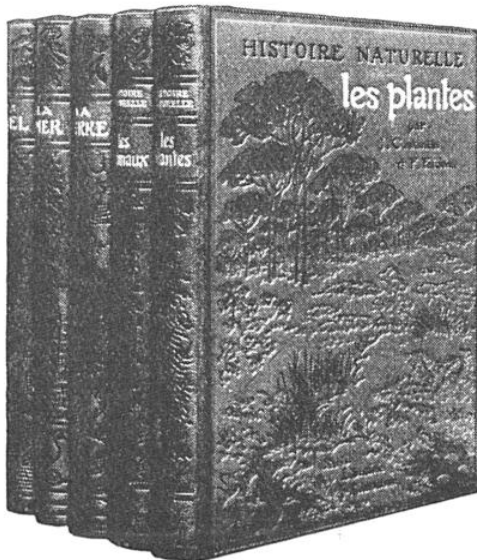
Les ANIMAUX

par L. JOUBIN, de l'Institut, et Aug. ROBIN. Les êtres décrits dans leur milieu; leurs mœurs, etc.; 910 gravures, 1110 dessins, 29 planches en noir et en couleurs. Broché .. 95. »
Relié demi-chagrin .. 135. »

(Format: 32 x 25)

FACILITÉS de PAIEMENT

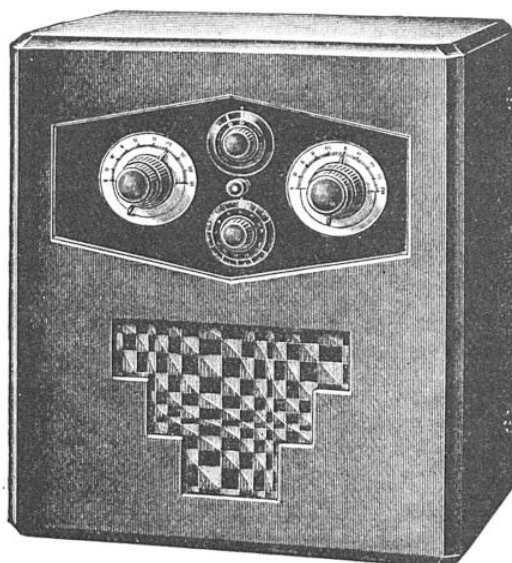
Demander
le catalogue d'étrennes
LAROUSSE



Une nouvelle formule...

le Radio=Portable **VITUS**

le Poste de T. S. F. 1929



4 GRANDS PRIX

6 HORS CONCOURS

Un poste
transportable

Plus gracieux
qu'une valise

le RADIO-PORTABLE

■ sans antenne ni cadre
sans aucun accessoire extérieur

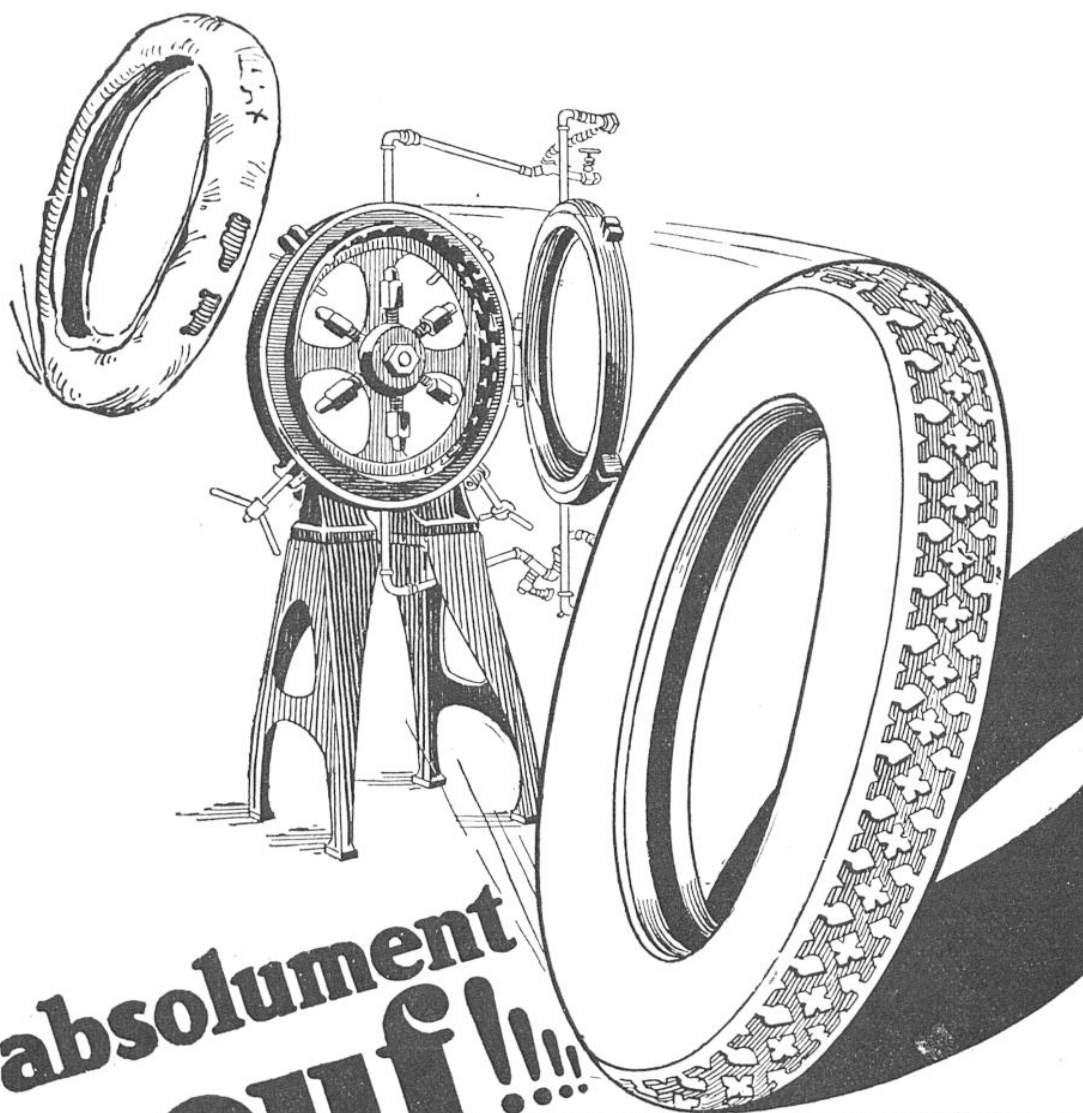
■ GARANTIT ■
la réception parfaite
des émissions européennes
... Réglage instantané ...

TRANSFORMABLE IMMÉDIATEMENT EN VALISE PORTATIVE

90, rue Damrémont
PARIS-18^e

VITUS

Notice "S" gratuite
Catalogue luxe franco : 2 fr.



**absolument
neuf!!!**

Si sa toile est intacte, un pneu usagé, regommé en une seule opération avec nos appareils, recouvre toutes les qualités d'un pneu neuf. Il roulera aussi longtemps et aussi bien que ce dernier. Il est aussi souple, aussi durable, aussi antidérapant.

Etant donné ses avantages incontestés, le regommage deviendra une des branches les plus importantes de l'activité automobile. Or, voici une industrie qui est pratiquement à la portée de tout le monde. Elle n'exige que des connaissances techniques très élémentaires et un capital modeste. Bien des personnes avisées se sont créés rapidement dans cette branche une situation très enviable. Pourquoi n'en feriez-vous pas autant ? Un stage à l'un de nos ateliers modèles, en France ou à l'étranger, vous assurera de la réussite la plus complète. Écrivez-nous aujourd'hui même. Nous vous enverrons, franco, documentation complète et liste de références.

Regom Pneu

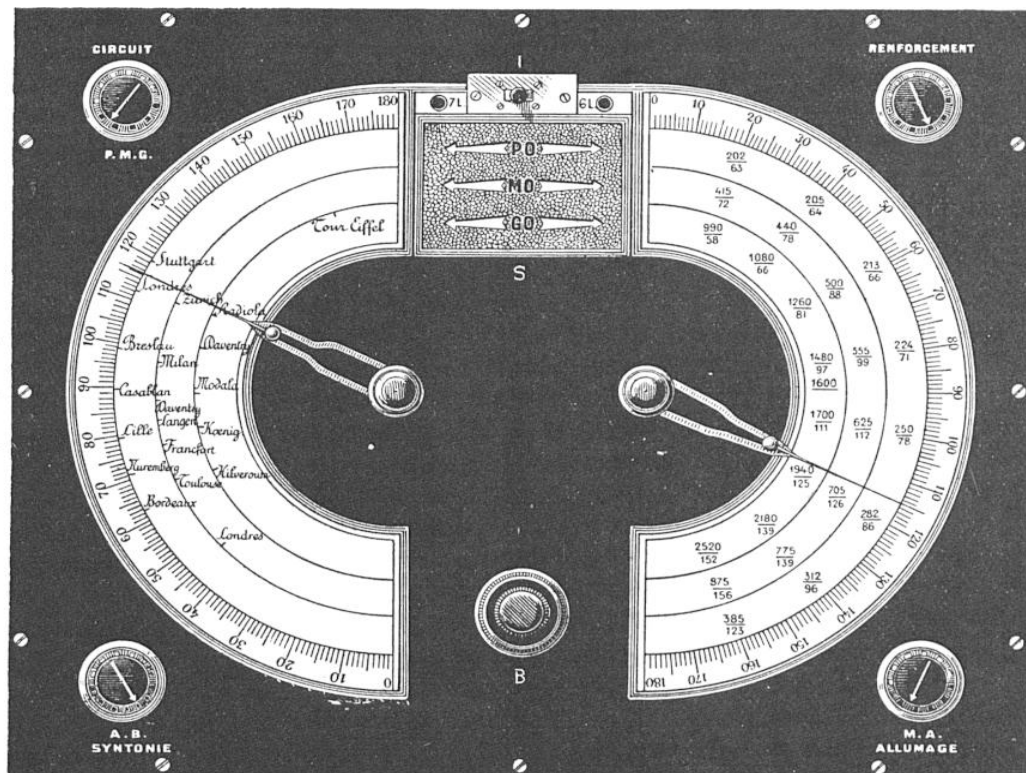
3, Rue Emile-Augier - GRENOBLE (Isère)

LE TRIOMPHATEUR DU V^{me} SALON

Le Superstandard Triomphe à 7 lampes

Lux=Radio

dont le cadran à grande surface est un tableau complet des postes émetteurs et de leurs longueurs d'onde

**Cadran horizontal de 400 × 500 m/m, à réglage automatique**

Le bouton B commande les deux grandes aiguilles qui parcourent les cadrans. Sous les inscriptions en longueurs d'ondes, un nombre-repère indique immédiatement à l'amateur sur quelle division doit être placée l'aiguille de gauche pour avoir l'accord complet. Un système de signalisation lumineux S dirige l'opérateur vers les colonnes où il doit lire sans aucune erreur possible. L'appareil est monté dans un meuble très élégant comprenant un collecteur dont la manœuvre d'orientation est supprimée (Brevet LUX-RADIO). L'ensemble est équipé avec un diffuseur d'une extrême fidélité de reproduction.

*M. le Président de la République a commandé pour son usage personnel
un SUPERSTANDARD TRIOMPHE*

PARIS
135, rue Amelot

NOTICE SPÉCIALE "S"
SUR DEMANDE

LE MANS
19, pl. de l'Éperon

...Et voici un cadeau utile

Monsieur se sert de la R^éB^o pour sa comptabilité, ses factures, son inventaire, ses devis, ses comptes d'honoraires, ses feuilles de paye, ses coupons, ses additions, petites ou grandes, ses multiplications, tous ses calculs. Le **caissier**, portant sur sa R^éB^o les entrées et soustrayant les sorties, a, à chaque instant, le solde en caisse. Le **magasinier** compte les objets en magasin. Le **vendeur** fait instantanément le débit de son client. **Madame** a aussi ses comptes à vérifier; avec la R^éB^o, dont elle apprendra à se servir en quelques instants, ce travail agaçant deviendra un plaisir. Et l', comme il sera content de faire ses problèmes en se jouant et sans erreurs ! Il montrera cet objet scientifique à ses camarades. Avec la R^éB^o, apprendre devient un amusement.

La R^éB^o ne coûte que 40 francs

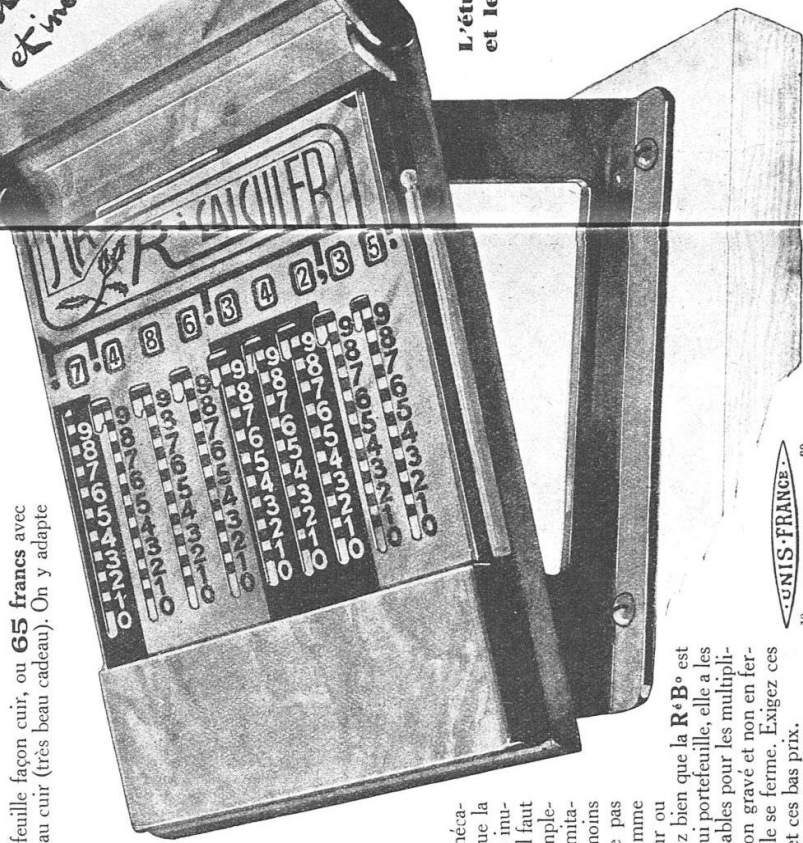
dans son **élégant** portefeuille façon cuir, ou **65 francs** avec ce joli portefeuille en beau cuir (très beau cadeau). On y adapte

généralement un bloc chimique perpétuel spécial R^éB^o, qui sert à noter ce que l'on veut et qui s'efface à volonté.

Pour le **bureau**, un socle est prévu pour appuyer la machine. On le ferme pour la mettre à l'abri de la poussière. On a ainsi une R^éB^o pour la poche et une pour le bureau.



C'est parce que son mécanisme est très simple que la R^éB^o est pratiquement invulnérable et indéfectible. Il faut refuser purement et simplement toute machine imitative, de mécanisme moins soigné, qui pourrait ne pas être un article français comme la R^éB^o, donc inférieur ou plus coûteux. Remarquez bien que la R^éB^o est toujours présentée en étui portefeuille, elle a les neuf colonnes indispensables pour les multiplications, elle est en laiton gravé et non en fer-blanc imprimé. Son socle se ferme. Exigez ces quatre caractéristiques et ces bas prix.



UNIS-FRANCE 39

Créée en 1922,
Médaille d'Or du
Concours Lépine.

La R^éB^o
a des milliers
d'attestations.

car la R^éB^o fait seule
et sans er-
reurs les additions, aussi lon-
gues soient-elles, les sous-
tractions, elle fait aussi les
multipli-
cations et
même les
divisions.



Si

vous fournissez pas ces articles, choisissez le modèle et les accessoires qu'il vous faut et écrivez à

M. S. REYBAUD

INGÉNIEUR E. I. M.

37, rue Sénac, 37 — MARSEILLE
qui vous les enverra franco (en France). Ser-
vez-vous, au besoin, du bon ci-dessous.

Ecrivez tout de suite, de peur de l'oublier, car vous avez un cadeau à faire pour lequel vous êtes embarrassé et vous avez vous-même besoin d'une R^éB^o. Pourquoi continuer à vous passer de ses services ?

L'étui beau cuir, de durée indéfinie, le bloc perpétuel et le socle pour le bureau sont très recommandés.

Monsieur S. REYBAUD, ingénieur, 37, rue Sénac, MARSEILLE

Veuillez m'adresser, SANS AUCUNS FRAIS, contre remboursement, par retour du cour-
rier, avec toutes notices utiles :

Machine R^éB^o, en étui portefeuille façon cuir, à 40 fr.

Machine R^éB^o, en étui portefeuille beau cuir, à 65 fr.

Socle pour transformer à volonté la R^éB^o en machine à calculer de
bureau s'ouvrant et se fermant 15 fr.

Bloc chimique perpétuel spécial (Breveté S.G.D.G.) 8 fr.

Etranger : Paiement d'avance, port en sus (4 fr. par machine et par socle).

Nom Prénom N° Signature :

Rue Département Ville

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.

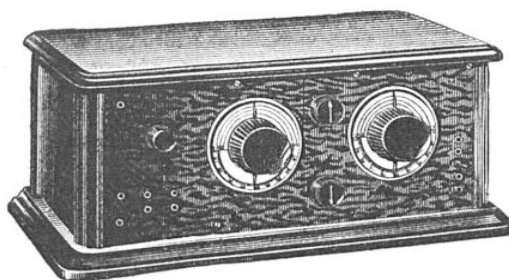
MODÈLE ORDINAIRE NU **700 fr.**

MODÈLE DE LUXE NU **1.600 fr.**

Vous pouvez l'entendre et vous convaincre à **PARIS**,
10, place Vintimille (place Clichy) ;

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

(ADRESSES ET NOTICES SUR DEMANDE)

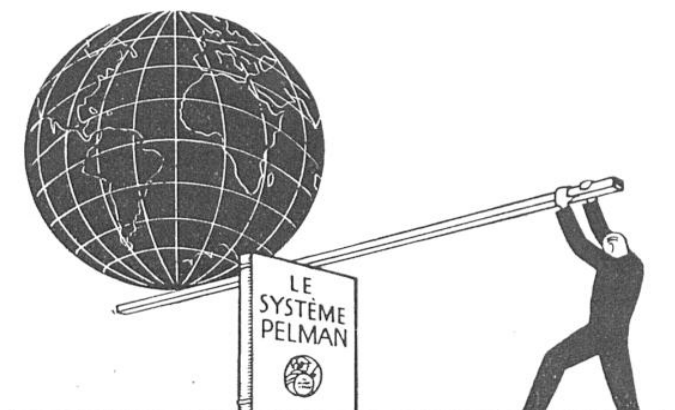


Etablissements MERLAUD & POITRAT Ingénieurs Constructeurs

BUREAUX ET USINE : **PARIS, 5, rue des Gatines**

CATALOGUE GÉNÉRAL contre : **France..... 1 fr. 50 — Etranger..... 2 fr. 50**

PUBL. G. TANNEUR



"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.

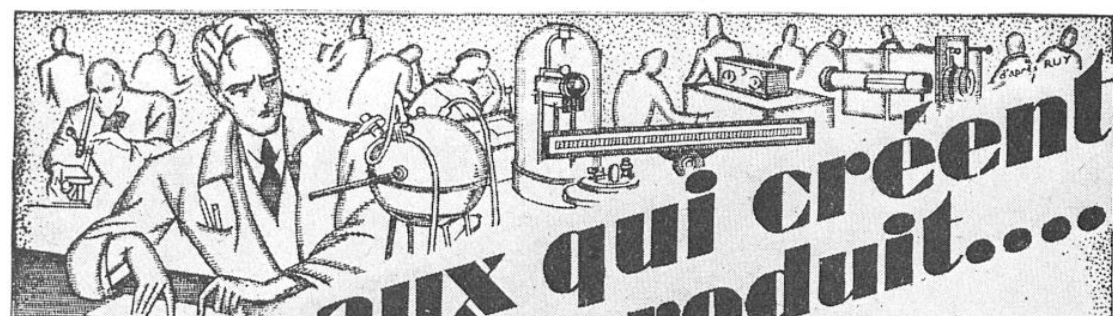
LONDRES
DUBLIN

STOCKHOLM
D U R B A N

NEW-YORK
TORONTO

B O M B A Y
MELBOURNE

S. P. S.



**Cerveaux qui creent
Usine qui produit....**

DUCRETET
lance
la

**BIGRILLE
ROUGE JM**

BREVETEE EN TOUTS PAYS

Le plus grand **TSF** progrès réalisé en depuis le changement de fréquence bigrille créé par Ducretet en 1925

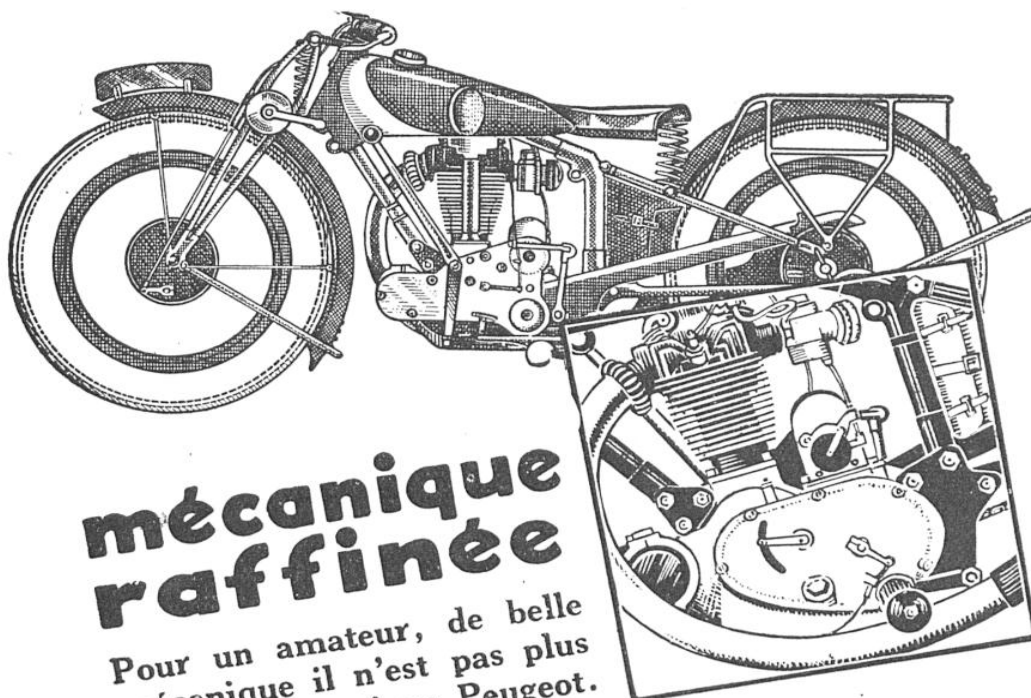
La Bigrille Rouge JM, placée avant ou après le changement de fréquence bigrille, marque une étape nouvelle importante vers le récepteur idéal, qui doit être avant tout sélectif, sensible et pur.

Adressez-vous à nos Représentants accrédités ou demandez-nous la Notice 154, envoyée franco

DUCRETET
89^A B^d HAUSSMANN • PARIS (8^e)

SIÈGE SOCIAL :
75, rue Claude-Bernard
PARIS (5^e)

MAGASIN DE VENTE ET SALON D'EXPOSITION :
89 A, Boulevard Haussmann
PARIS (8^e)



mécanique raffinée

Pour un amateur, de belle
mécanique il n'est pas plus
joli cadeau qu'une Peugeot.
Que de détails ingénieux !
Que de solutions modernes intelligen-
ment conçues, habilement traitées !

Vous connaissez les Peugeot dans leurs
grandes lignes : bloc-moteur, cadre
surbaissé, roues amovibles, gros freins.

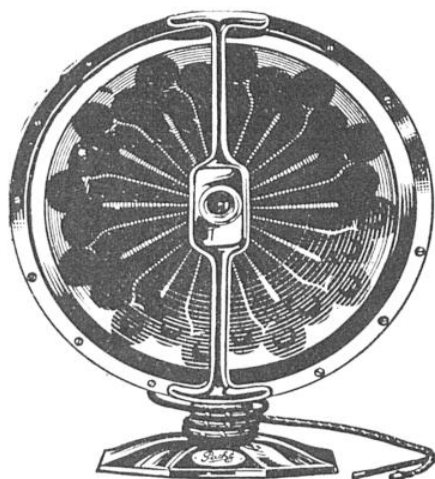
Pour les connaître à fond, demandez à
Peugeot-Cycles, Beaulieu (Doubs) son
catalogue motos. Et demandez aussi son
catalogue bicyclettes. L'un et l'autre
renferment le cadeau dont vous rêvez.

Peugeot

7872



DEUX SUCCÈS...



LE NOUVEAU HAUT-PARLEUR

Membrane de 36 $\frac{c}{m}$

PRIX :

195 fr.

Pathe
TSF

LE POSTE DIAMOND-SIX

A CHANGEUR DE FRÉQUENCE

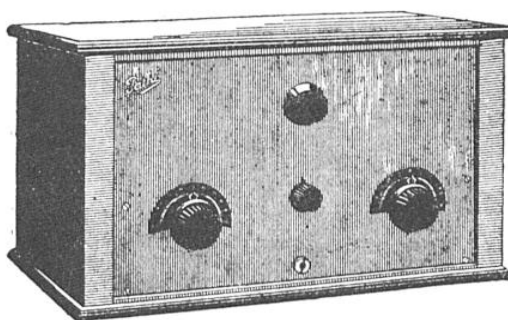
reçoit

TOUTE L'EUROPE

en haut-parleur

PRIX
NU :

700 fr.



DÉMONSTRATION :
30, boulevard des Italiens, 30

PARIS

CATALOGUE FRANCO :
79, avenue de la Grande-Armée

Si vous pouvez écrire Vous pouvez **DESSINER**



Après six mois d'études, un de nos élèves a su évoquer, dans ce croquis direct, la poésie de ce petit coin de ville.

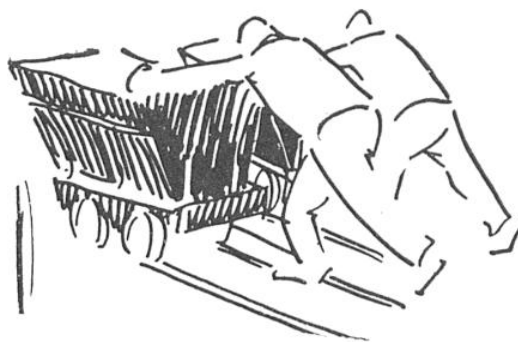
VOUS avez sûrement entendu parler d'un nouvel enseignement du Dessin. Mais, probablement, vous ne savez pas ce qu'il y a de particulier dans sa méthode. Une vraie révolution dans l'enseignement, supprimant toutes les difficultés auxquelles se heurtent toujours ceux qui essaient de dessiner. Vous-même, 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, 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 recevant 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 modes, le dessin pour annonces et affiches, la décoration, 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.

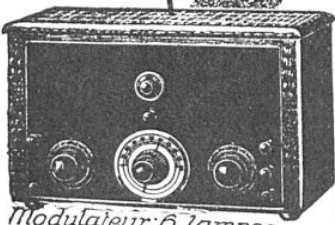
N'hésitez pas à demander cet album qui vous sera envoyé aussitôt.



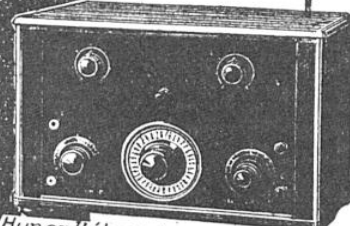
L'effort des ouvriers est ici remarquablement traduit dans ce croquis presque schématique. C'est là l'œuvre d'un de nos élèves à son sixième mois d'études.

ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN (Atelier C. 88)
12, rue Lincoln (Champs-Élysées), **PARIS**

Prix imposés



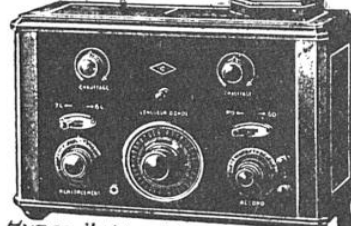
700^{Frs}



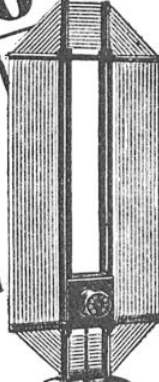
1300^{Frs}



2000^{Frs}



2600^{Frs}



250^{Frs}

LA qualité de notre matériel, la modicité de nos prix et les garanties que nous offrons au public ne nous permettent nullement, pas plus qu'à nos agents, de consentir une réduction quelconque sur les prix imposés ci-dessus.

NOS GARANTIES : 1° Nous sommes spécialisés en T.S.F. depuis 15 ans ; 2° Nous remboursons, immédiatement et sans discussion, tout appareil de notre marque, toute installation faite par nos soins n'ayant pas donné complète satisfaction après 10 jours d'essai.

Lemouzy

121, boulevard Saint-Michel, PARIS-V^e

Franco Notice 65

AGENTS COMPÉTENTS DEMANDÉS PARTOUT

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

L'ENSEIGNEMENT PRIMAIRE
et de **L'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 SUCCÈS** 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° 5203 :** *Classes primaires complètes* (Certificat d'études, Brevets, C.A.P., Professorats, Inspection primaire) ;
- Brochure n° 5207 :** *Classes secondaires complètes, Baccalauréats, Licences* (Lettres, Sciences, Droit) ;
- Brochure n° 5214 :** *Toutes les Grandes Ecoles spéciales* (Agriculture, Industrie, Travaux publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Colonies) ;
- Brochure n° 5224 :** *Toutes les Carrières administratives* (France, Colonies) ;
- Brochure n° 5242 :** *Langues vivantes* (anglais, espagnol, italien, allemand, portugais, arabe, esperanto) ;
- Brochure n° 5252 :** *Orthographe, Rédaction, Rédaction de lettres, Versification, Calcul, Calcul extra-rapide, Dessin, Ecriture* ;
- Brochure n° 5256 :** *Carrières de la Marine marchande* ;
- Brochure n° 5263 :** *Solfège, Piano, Violon, Flûte, Accordéon, Saxophone, Harmonie, Transposition, Orchestration, Professorats* ;
- Brochure n° 5271 :** *Arts du Dessin* (Dessin d'illustration, Composition décorative, Aquarelle, Travaux d'agrément, Dessin de figurines de modes, Peinture, Pastel, Gravure, Décoration publicitaire, Préparation aux métiers d'art et aux professorats) ;
- Brochure n° 5281 :** *Les Métiers de la Coupe et de la Couture* (petite main, seconde main, première main, vendeuse, vendeuse-retoucheuse, représentante, coupeur, coupeuse) ;
- Brochure n° 5288 :** *Journalisme* (Rédaction, Fabrication, Administration) ; *Secrétariats.*

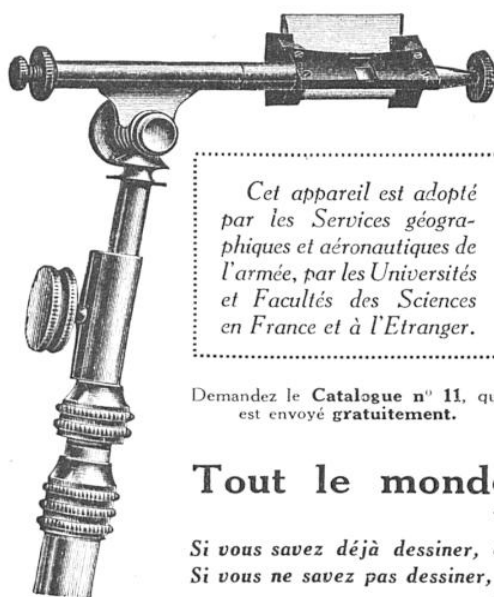
Ecrivez aujourd'hui même à l'Ecole Universelle. Si vous souhaitez, en outre, des conseils spéciaux à votre cas, ils vous seront fournis très complets, à titre absolument gracieux et sans aucun engagement de votre part.

ÉCOLE UNIVERSELLE, 59, boulevard Exelmans, PARIS-16°

"DESSINEZ"

AVEC

LA CHAMBRE CLAIRE UNIVERSELLE



Cet appareil est adopté par les Services géographiques et aéronautiques de l'armée, par les Universités et Facultés des Sciences en France et à l'Etranger.

Demandez le Catalogue n° 11, qui est envoyé gratuitement.

QUI PERMET DE

REDUIRE
AGRANDIR
COPIER
DES
PAYSAGES
PORTRAITS
DOCUMENTS
OBJETS, ETC...

RAPIDEMENT
ET
EXACTEMENT



Tout le monde doit pouvoir dessiner

*Si vous savez déjà dessiner, cet appareil vous gagnera beaucoup de temps !
Si vous ne savez pas dessiner, en l'employant, vous pourrez de suite dessiner !*

Indispensable aux amateurs et aux professionnels : dessinateurs, peintres, miniaturistes, sculpteurs, graveurs, lithographes, architectes, géomètres, naturalistes, dessinateurs de mode, bijoux, ameublement, dentelles, broderie, céramique, automobiles, affiches, illustration de catalogue, et toutes les personnes qui utilisent le dessin.



Dessin de portrait



Dessin de paysage



De-sin de document

P. BERVILLE 25, rue de la Chaussée-d'Antin, 25 - PARIS-9^e
MAISON FONDÉE EN 1833 — Téléphone : Trudaine 22-48

INSTRUMENTS DE DESSIN EN GÉNÉRAL : CHAMBRES CLAIRES, PANTOGRAPHES, COMPAS SÉPARÉS ET EN POCHETTES, TABLES A DESSIN ARTICULÉES, PLANCHES, TÉS, ÉQUERRES, RÈGLES ET CERCLES A CALCUL, PLANIMÈTRES, POINTILLEURS, ELLIPSOGRAPHES, HACHUREURS, MESURES LINÉAIRES, ETC...

1928-29

Le Coq. Son nouveau matériel BASSE FRÉQUENCE

les anciens modèles bien connus.....

font place.....

"NORMAL"

R 1/3	37.»
R 1/5	41.»

"JUNIOR"

R 1/1..	27.»
R 1/3..	29.»
R 1/5..	29.»

"STANDARD"

R 1/1 ..	39.»
R 1/2 ..	44.»
R 1/3 ..	44.»
R 1/5 ..	47.»

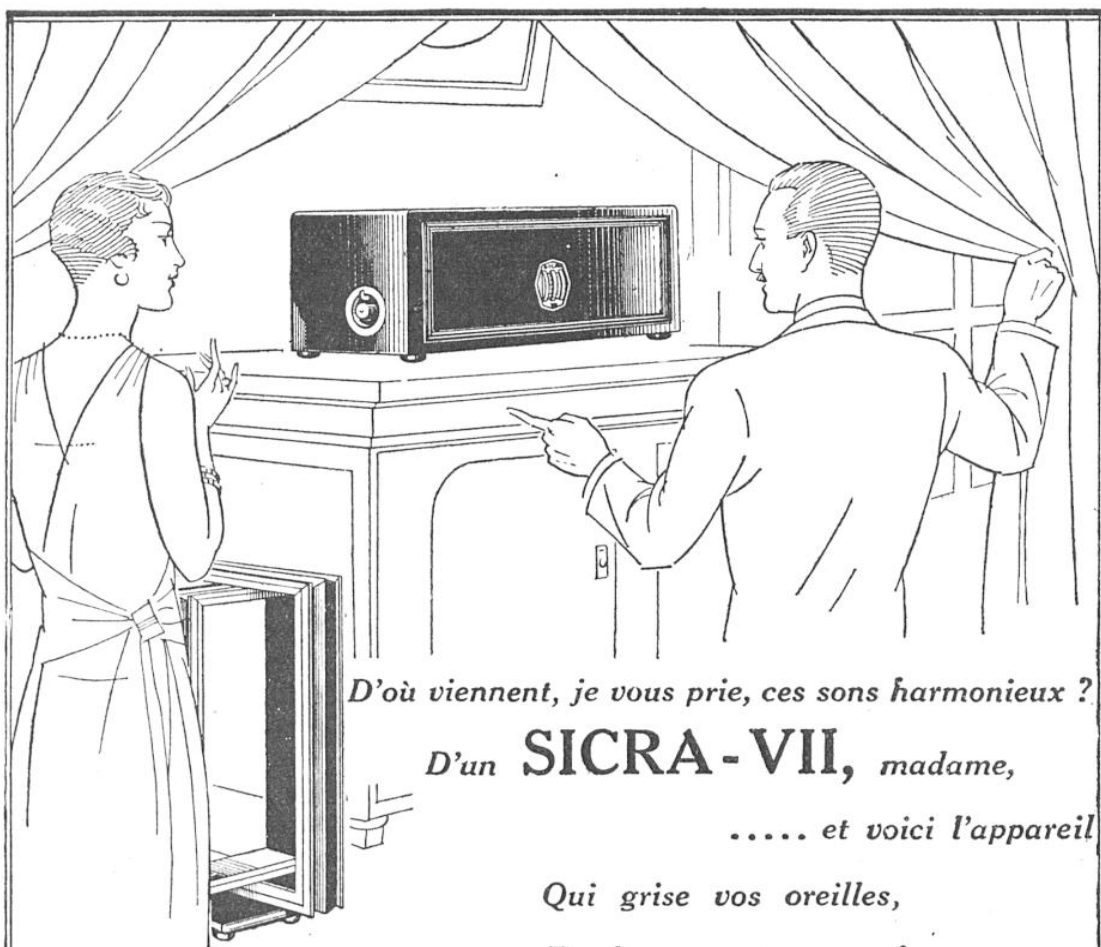
"SUPER"

R 1/1.	64.»
R 1/2,5	70.»
R 1/3,5	70.»

Notice technique sur demande

Établissements A. CARLIER 13, R. Charles Lecoq Paris (15) VALE 28-11
Ing. Agent Général AF VOLLANT, 31 Clv. Trudaine, Paris (9) TRUD 35-91

Graphus



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 228 178 D

MACHINE À TIRER LES BLEUS À TIRAGE CONTINU



L'ELECTROGRAPHE

"REX"

construit par

Dans
le monde entier
l'Electrographe "REX"
s'est imposé par ses
qualités exceptionnelles:
il donne dans le minimum
de temps et avec le minimum
de dépense des reproductions
d'une netteté
incomparable

LA VERRERIE SCIENTIFIQUE
12. AV. DU MAINE. PARIS. XV^e CATALOGUE FRANCO
SUR DEMANDE

**POUR PASSER CHEZ VOUS -
OU CHEZ VOS AMIS - LES
LONGUES SOIRÉES D'HIVER,**

GODY

SPÉCIALISÉ EN T.S.F.
depuis 1912

Fournisseur breveté de la
Cour royale de Roumanie

vous présente

UNE VALISE A 6 LAMPES

**réunissant
toutes les qualités :**

LÉGÈRE

(15 kgr. 500);

ROBUSTE,

quoique réduite (longueur : 433;
largeur, 362; hauteur : 199).

**Présentation et Rendement
impeccables**



LE PREMIER ESSAI EST UN SUCCÈS !!!

LA PREMIÈRE VALISE
sortie de ses ateliers gagne le radio-rallye
de Saint-Maxime-sur-Mer.

TOUS RENSEIGNEMENTS ET NOTICES GRATUITES AUX

Etablissements GODY, à AMBOISE

SUCCURSALES à PARIS, 24, boulevard Beaumarchais (Tél.: 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 (Tél. : 8-57); CLERMONT-FERRAND, 29, rue Georges-Clemenceau;

TOURS, 6, place Michelet;

ET CHEZ TOUS NOS AGENTS ET DÉPOSITAIRES

Pas de Statistique possible
sans les Machines

HOLLERITH

Rapides

Souples

Précises et Économiques



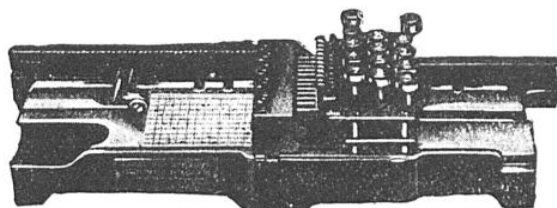
COMPTABILITÉ ET STATISTIQUE

Analyse et Répartition des ACHATS et des VENTES
Ventilation des SALAIRES et PRIX DE REVIENT
Récapitulation des DÉPENSES



Statistiques complètes pour :

Compagnies d'Assurances, Maisons de Commerce,
Usines, Administrations, Chemins de Fer,
Services Publics, etc...



UN DES ÉLÉMENTS "HOLLERITH"

Démonstrations et Brochures sans frais ni aucun engagement

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DE MACHINES COMMERCIALES

29, boulevard Malesherbes, 29 - PARIS-VIII^e

Téléphone : Elysées 78-29

R. C. Seine 147.080

COMPRESSEURS LUCHARD

HAUTE PRESSION
BASSE PRESSION
COMPRESSEURS SPÉCIAUX

Établ^{ts} LUCHARD

*Société à responsabilité limitée
au capital de 1 million de francs*

INGÉNIEURS - CONSTRUCTEURS

20, rue Pergolèse - PARIS

Téléphone Kléber 08-51, 08-52, 08-53

R. C. Seine 148.032

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



vitez le gaspillage et les corvées!

Gaspillage, ce tas de piles, dont l'achat représente une somme importante.

Corvée coûteuse, l'obligation de recharger périodiquement votre accumulateur.

SUPPRIMEZ
ce **gaspillage de temps et d'argent**

AVEC UN
APPAREIL D'ALIMENTATION

BARDON

SUR COURANT ALTERNATIF

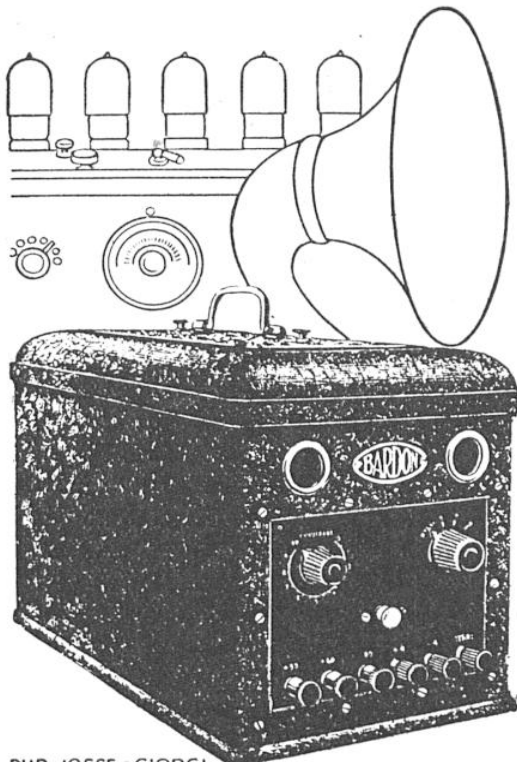
Il remplace piles et accus

CARACTÉRISTIQUES. — Appareil étudié pour l'alimentation des récepteurs extrêmement sensibles : Superhétérodynes, Radiomodulateurs, etc., etc.

AVANTAGES. — Réception aussi pure qu'avec les accus. - 4 centimes par heure d'écoute pour un Superhétérodyne 7 à 8 lampes. Se branche instantanément à la place des batteries.

L'appareil est vendu, soit monté, soit en pièces détachées, avec schéma de montage.

NOTICES FRANCO SUR DEMANDE AUX
Etab^{ts} BARDON 61, boul. Jean-Jaurès, CLICHY
Tél. : Marcadet 06-75 et 15-71



PUB. JOSSE & GIORGI

LA COMBINAISON IDÉALE

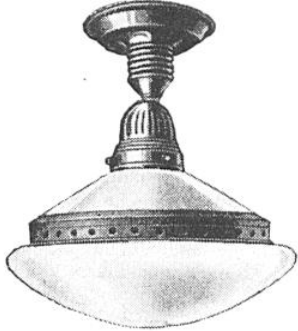
fonctionnant entièrement
sur courant alternatif



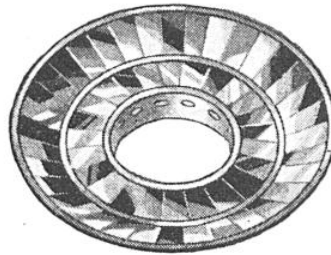
LE POSTE DE
T.S.F. COMPLET
L'APPAREIL DE
TENSION ANODIQUE
LE HAUT-PARLEUR

PHILIPS

ne gaspillez pas la lumière

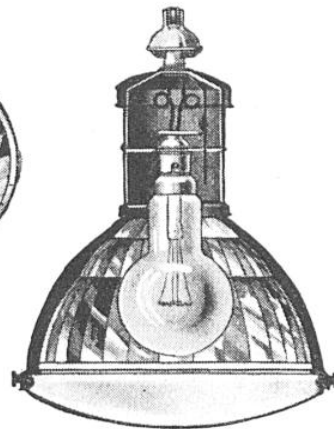


Appareil n° 1 et 3,
fixé directement au plafond.



Miroir à double rangée de
facettes de l'appareil n° 4.

GRANDS PRIX
REIMS 1928
STRASBOURG 1928
LES PLUS HAUTES RÉCOMPENSES



Vue en coupe du type industriel n° 31,
avec miroir à triple courbure.

LE DIFFUSEUR AMPLIFICATEUR

PBL

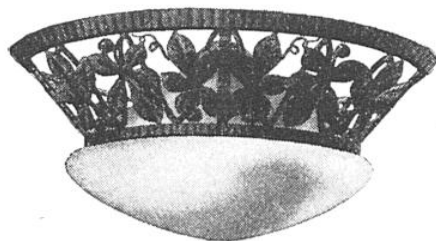
A MIROIR A FACETTES PLANES CONJUGUÉES

BREVETÉ FRANCE ET ÉTRANGER

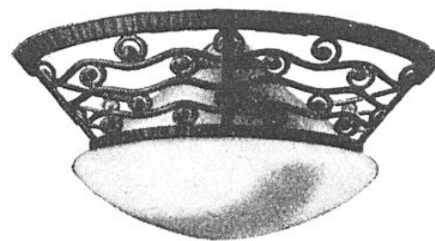
**Le seul appareil permettant d'amortir en quelques mois
son prix d'achat par les économies de courant réalisées**

Son haut rendement lumineux est absolument constant. Contrôlé officiellement au photomètre, il est supérieur de 40 % à celui des meilleurs appareils actuellement connus.

Il est le SEUL
permettant un éclairage intensif ou extensif
à volonté
avec flux indirect modéré.



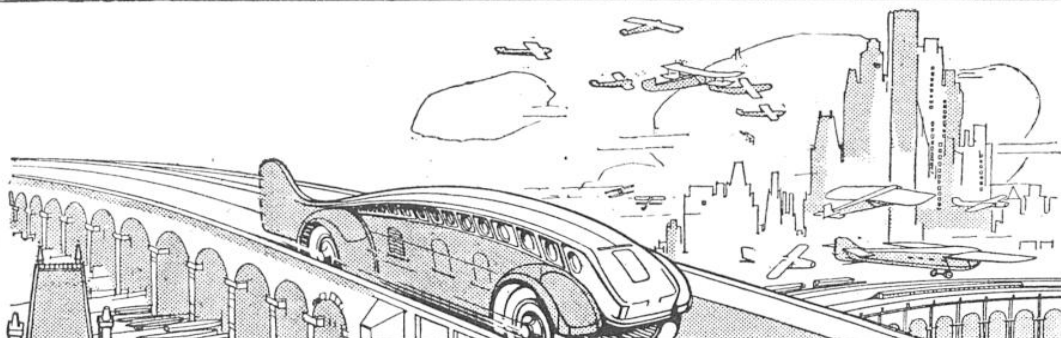
Hublot fer forgé n° 1.031, exécuté en types
n° 1 et 3.



Plafonnier fer forgé n° 1.021, exécuté en types
n° 1 et 3.

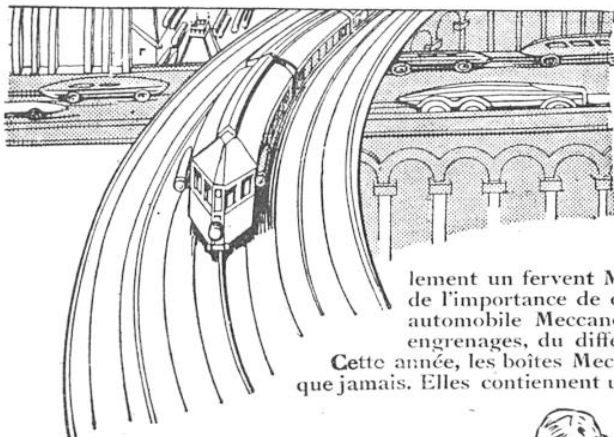
Étab^{ts} LEVALLOIS, 35-37, rue Beaubourg, Paris-3^e

Téléph. : Turbigo 81-34 et 81-35



MECCANO

Le jouet qui a rendu populaire l'art de l'ingénieur



**Le Jeune Meccano
d'aujourd'hui construira des
géants de route de demain.**

QUEL est le jeune homme qui ne s'est pas senti enthousiasmé en lisant la description des records établis par de célèbres autos de course? S'il est éga-

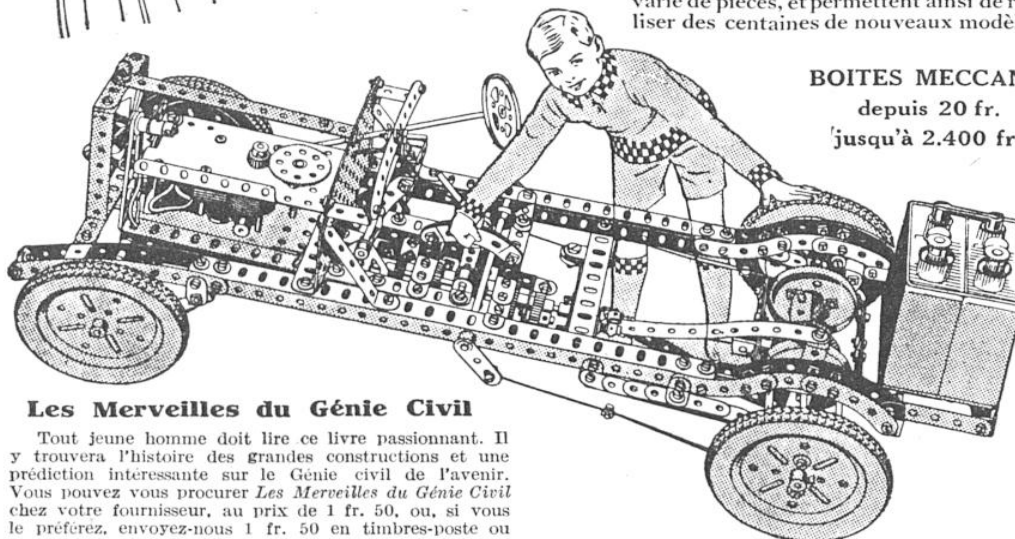
lement un fervent Meccano, il se rendra encore mieux compte de l'importance de ces succès, car en construisant le châssis automobile Meccano, il a déjà appris le fonctionnement des engrenages, du différentiel, de l'embrayage et des freins.

Cette année, les boîtes Meccano sont plus grandes et plus attrayantes que jamais. Elles contiennent un nombre plus important et un choix plus varié de pièces, et permettent ainsi de réaliser des centaines de nouveaux modèles.

BOITES MECCANO

depuis 20 fr.

jusqu'à 2.400 fr.



Les Merveilles du Génie Civil

Tout jeune homme doit lire ce livre passionnant. Il y trouvera l'histoire des grandes constructions et une prédiction intéressante sur le Génie civil de l'avenir. Vous pouvez vous procurer *Les Merveilles du Génie Civil* chez votre fournisseur, au prix de 1 fr. 50, ou, si vous le préférez, envoyez-nous 1 fr. 50 en timbres-poste ou en mandat, avec les noms et adresses de trois de vos camarades, et vous recevrez, sans retard, un exemplaire de ce livre. N'oubliez pas de mettre sur l'adresse : Service N° 23.

MECCANO (FRANCE) LTD,
78-80, Rue Rébéval, PARIS-19^e

H



LA R75

LA RADiOTECHNIQUE

LANCE UNE LAMPE

DARIO

A ÉMISSION ELECTRONIQUE DOUBLÉE

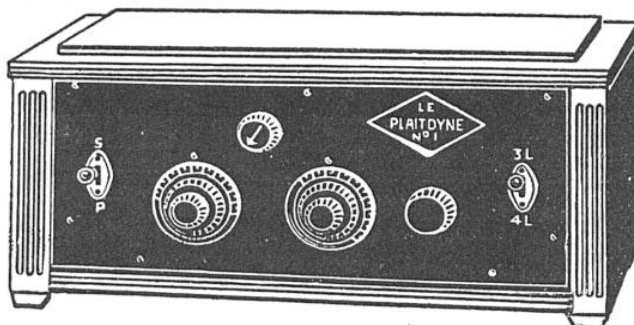
QUI N'A PAS DE RIVALE

ELLE AMÉLIORE LA PUISSANCE ET LA QUALITÉ DES AUDITIONS

Le succès du **PLAITDYNE**
EST SANS PRÉCÉDENT
DES MILLIERS DE POSTES
FONCTIONNENT DANS
TOUTE LA FRANCE

PRIX SPÉCIAUX
A L'OCCASION
DU SALON ..

POUR
995 fr.
complet.



SUPER
PLAITDYNE
5 Lampes
1795 fr.

Livré dans un coffret de luxe en noyer verni, 4 Lampes Radio-micro, 1 Accumulateur, 1 Pile, 1 Haut-Parleur PATHÉ

Le CATALOGUE RADIO 1928 est adressé gratis sur demande.

Véritable répertoire des APPAREILS DE TOUTES MARQUES, PIÈCES DÉTACHÉES

Établ^{ts} **RADIO-PLAIT** et RADIO-LAFAYETTE réunis
PARIS-OPÉRA — 39, Rue Lafayette, 39 — PARIS-OPÉRA

PILE FÉRY

PILE SÈCHE GGP

à dépolarisation par l'air

SONNERIES, TÉLÉPHONES, PENDULES, SIGNAUX, T. S. F., etc...

Un zinc et une charge durent :

TENSION-PLAQUE 4 lampes (Bie 00/S) **750** heures

TENSION-PLAQUE 6 lampes (Bie 0/S) **1.500** heures

CHAUFFAGE DIRECT sans accus (Pile SUPER 3) **1.000** heures

Durée d'écoute :

TENSION-PLAQUE 3 lampes-Bie 32.71 **1.600** heures

TENSION-PLAQUE 6 lampes-Bie 32.71 **800** heures

CH. DES FILAMENTS 4 lampes - Bie 4.63 **800** heures

ETABLISSEMENTS GAIFFE-GALLOT & PILON

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 12.000.000 DE FRANCS

23, rue Casimir-Périer, 23 - PARIS (7^e arrond^t)

Téléph. : Littré 26-57 et 26-58

R. C. SEINE 70.761

Succursales à : BRUXELLES, 98, rue de la Senne - LILLE, 8, rue Caumartin - LYON, 25, quai de Tilsitt

LE TRANSFORMER H.5 AUTOMATIQUE

APPAREIL D'ALIMENTATION TOTALE DE TOUS POSTES PAR LE COURANT ALTERNATIF

BASE SUR UN PRINCIPE NOUVEAU
ALIMENTERA VOTRE POSTE PAR UNE MANŒUVRE

UNIQUE

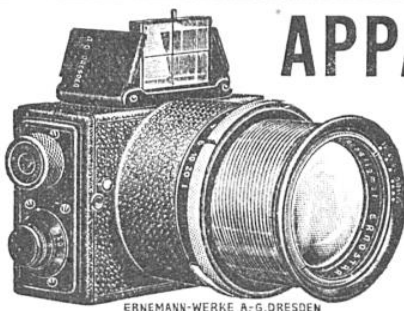
SANS AVOIR À TOUCHER À VOS RHÉOSTATS
1/8 DE TOUR ET VOUS COUPEZ OU REPRENEZ VOS
AUDITIONS SANS VOUS ÊTRE OCCUPÉ DE VOTRE
POSTE DE RÉCEPTION

**SEUL, LE TRANSFORMER H.5
AUTOMATIQUE**
POSSÈDE CE SYSTÈME DE MANŒUVRE
UNIQUE
QUI REND TOUTE ERREUR ET TOUT RISQUE
IMPOSSIBLES

ÉTABLIS ARIANE, 4, R. FABRE D'ÉGLANTINE. PARIS (12^e) TÉLÉPHONE : DIDEROT 43-71

PHOTO-OPÉRA

21, rue des Pyramides (Avenue de l'Opéra), PARIS (1^{er})



ERNEMANN-WERKE A.G. DRESDEN

APPAREILS DE MARQUE

(Vente et Echange)

- Icarette - Piccolette - Ica Idéal -
Rollecroscope - Klapp Ernemann
Ernoflex pliant (obj. 1,8) - Etui Caméra
etc..., etc...

DEMANDEZ notre ROYAL FOLDING... 195 fr.

ROYAL POCKET 6 x 9... 275 fr.

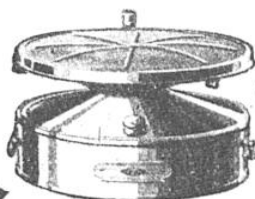
Catalogue Photo : 1 fr. 50 Appareils prise de vues et projection - PATHÉ-BABY

GRAND RAYON DE PHONOS

PHONOS PORTATIFS - Tous les disques
PICK-UP en valise, donnant l'impression de la réalité

POSTES "RADIO-OPÉRA" et en PIÈCES DÉTACHÉES

Notice : 0 fr. 50 - Demander catalogue complet Radio et Montages : 3 fr. 50



Pour
le chauffage

de vos appartements vous cherchez l'économie.

la propreté, l'hygiène, la
mobilité et la sécurité
absolue. Tous ces avan-
tages sont réunis dans
les appareils portatifs

Thermix

BREVETS L. LUMIERE & J. HERCK

qui, par catalyse de l'essence, produisent, **sans danger**, de la
chaleur sans flamme, pour une dépense de moins de 0 fr. 18 cent. à l'heure.

Par émission d'air chaud, les **chaufferettes de pieds**
réalisent de véritables bouches de chaleur, en consommant à l'heure
moins de 10 grammes d'essence.

Exigez de votre fournisseur d'appareils de chauffage les marques
déposées "APYR et THERM'X"

Société Lyonnaise des Réchauds Catalytiques
CALUIRE, près Lyon (Rhône)

Agence Générale, vente et démonstration, pour Paris
et le Nord de la France :

L. PELLETIER, 38, rue du Château-d'Eau
PARIS (X^e)

Téléph. : Botzaris 21-20



GONFLEUR R.V. TYPE GA-2

comporte un filtre à air, un manomètre, un interrupteur,
5 mètres de fil, 3 mètres de tuyau, deux enrouleurs, un raccord instantané.

il donne une pression de 6 Kgs
consomme 300 W
et ne coûte que 695 fr.

*De l'air pur
pour vos pneus*

AIR
COMPRESSOR
R.V.
COMPRESSEUR
D'AIR

OFFICE TECHNIQUE DE PNEUS

MAGASINS DE VENTE :

PARIS-XII°
RENÉ VOLET

ING. E. C. P. ET E. S. E.
20, avenue Daumesnil, 20
Téléph. : Diderot 52-67
Télégrammes :
Outilervé-Paris

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 Granddier, Tananarive. — INDOCHINE, Poinard et Veyret, Comptoirs d'Extrême-Orient, Saigon, Phnom-Penh, Haiphong, Hanoi. — AUSTRALIE, A. et E. Mac Carthy Ltd, Adélaïde. — JAPON, Kobe : Alsot-Brissaud et Cie, 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. — GRÈCE, P. M. C. O'Callaghan, 4, Aristides St., Athenes. — HONGRIE, « Adria » V. Vaci-Ut, 24, Budapest V. — NORVEGE, O. Houm, Skippergaten, 4, Oslo. — POLOGNE, Polskie Towarzystwo Dla Handlu Z Francja, Ks Skorupki, 8, Varsovie. — YOUgoslavIE, L. Piedzicki, Strahinitcha Bana, 42, Belgrade. — PORTUGAL, Joao Felix da Silva Capucho, 121, Rua de S. Paulo, 129, Lisbonne. — SUISSE, Arthur-V. Piaget, 8, boulevard de Grancy, Lausanne.



PIPE L.M.B

POSITIVEMENT CONDENSANT
IMBOUCHABLE 38% DE NICOTINE

La Pipe des Gens de Goût

CURIEUX
ALBUM :
29 S.C.

"Ce qu'un fumeur doit savoir"
envoyé gratis par
LA PIPE L.M.B
182, RUE DE RIVOLI - PARIS
125, RUE DE RENNES - PARIS
9, RUE DES LICES - ANGERS.

et tous Grands Magasins et Bonnes Maisons.

**L'éclairage électrique et la force motrice
SOURCES DE CONFORT !**

PAR LES

Groupe électrogènes MONOBLOC

(2 CV. — 800 à 1.000 watts)

Type B normal

Pour installations avec batterie d'accumulateurs.

PRIX : **5.800** francs en ordre de marche
(sans batterie).

Type B automatique

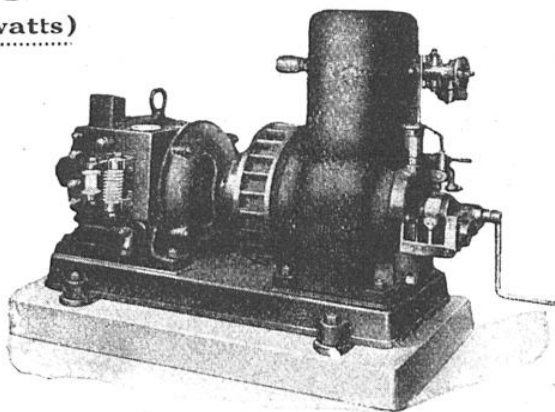
PRIX : **7.200** francs en ordre de marche
(sans batterie).

Type B éclairage direct

Permet l'éclairage à tension constante,
sans batterie d'accumulateurs.

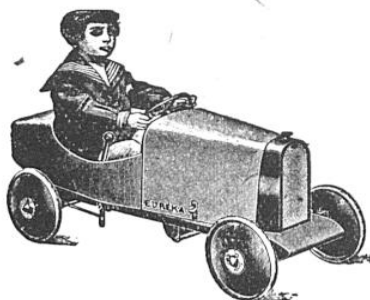
PRIX : **6.700** francs en ordre de marche.

NOTICE et DEVIS sur DEMANDE
en se référant de « La Science et la Vie »



Société S. E. R. 12, rue Lincoln, PARIS (8^e)
Tél. : Élysée 65-62

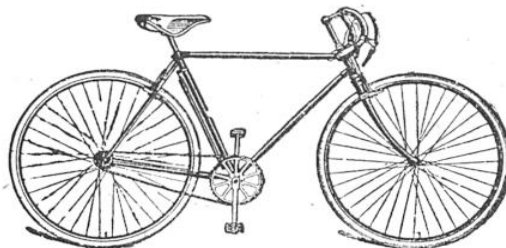
POUR LES ÉTRENNES



Automobile "EUREKA", modèle Bébé, 1 vitesse.
Pour enfants de 2 à 5 ans. 195. »

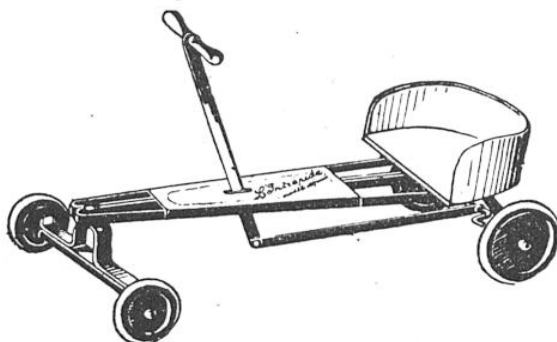
Autre modèle "SPORT" n° 1, avec éclairage électrique, 2 vitesses. Pour enfants de 5 à 8 ans. 395. »

Type "SPORT" n° 2, avec éclairage électrique, 2 vitesses, garde-boue, cornet avertisseur. Pour enfants de 8 à 12 ans. 525. »



Bicyclette "LUCIFER", populaire course n° 24. Cadre brasé, émail vert, bandeau et filet or. Roue libre à double rangée de billes et pignon fixe. Guidon course. Boyaux extra 1^{er} choix. 2 freins, sacoche garnie, pompe. 550. »

La même, type 1/2 course, pneus av. garde-boue avant dépassant. 520. »



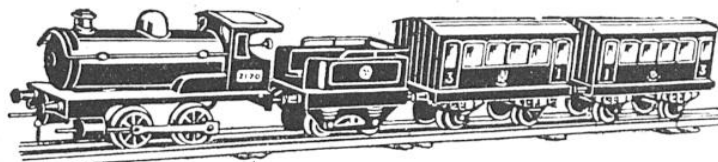
Chariot mécanique "L'INTRÉPIDE", entièrement construit en tôle, tige et tube d'acier, d'une solidité sans égale, se recommande également par son incomparable douceur de roulement. Modèle "Baby", siège épatonné, réglable avec quatre roues caoutchoutées. Pour enfants de 4 à 7 ans, longueur 0 m. 73. 63. »

Grand choix d'autres modèles en magasin, jusqu'à 210. »



Troticycle "LUCIFER", type sport, pour enfants de 5 à 15 ans. Direction et moyeux à billes. Roues à rayons montées sur pneus Hutchinson 350x35. Freins avant, garde-boue et pompe de cadre. 429. »

Troticycle "LUCIFER", type Baby, pour enfants de 3 à 10 ans, roues flasques, cercles caoutchouc creux. 250. »



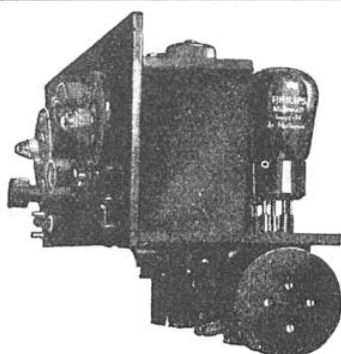
Trains "HORNBY" véritables et garantis. Rame à voyageurs n° 1. Cette rame se compose d'une locomotive, d'un tender, de deux voitures et d'un jeu de rails. La locomotive est munie d'un renversement de marche, de freins et d'un régulateur. La rame est peinte en trois couleurs reproduisant celles des principaux réseaux français. Ecartement O. Le jeu complet. 150. »

Autres modèles, jusqu'à 550. »

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

Tout ce qui concerne l'Automobile, la Vélocepedie, 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, boulev. Carnot ;
Lille, 18, rue de Valmy ; Dijon, 11, boulevard Sévigné et 20, rue Mariotte.



**Bloc récepteur amovible
"MINIMAX"**

Modulateur bigrille 5 lampes
*Merveilleuses auditions en Radio
et Phono*

NOUVEAU **MICRODION** MODULATEUR

"MINIMAX"

LE
MINIMUM de volume

LE
MAXIMUM de rendement

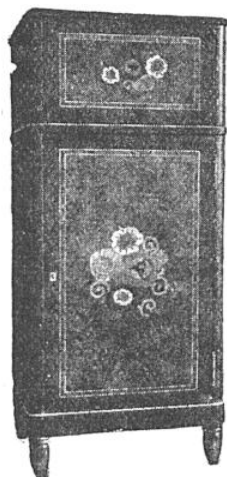


UN SEUL poste

Pour la Maison

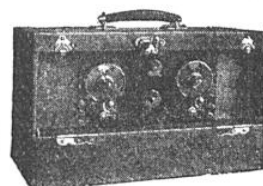
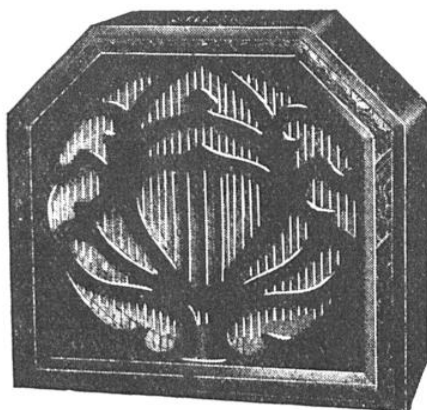
Pour le Voyage

MICROVALISE
39 × 23 × 19..., 9 kilos!



UN MODÈLE DE MEUBLE

Céléstion C 12



Les **"MICRODION"**
et tous bons récepteurs équipés avec
les **Diffuseurs**

"CÉLESTION"

donnent des résultats
INCOMPARABLES
avec un budget moyen



**AUTRES NOUVEAUTÉS
DU V^e SALON DE T. S. F.**

Microdion-Modulateur MM 4-MM 5
Cadre **"COLONNE"** (meuble d'art)

Cadre pliant **"MULTIFORM"** à longueur d'onde
variable par déformation

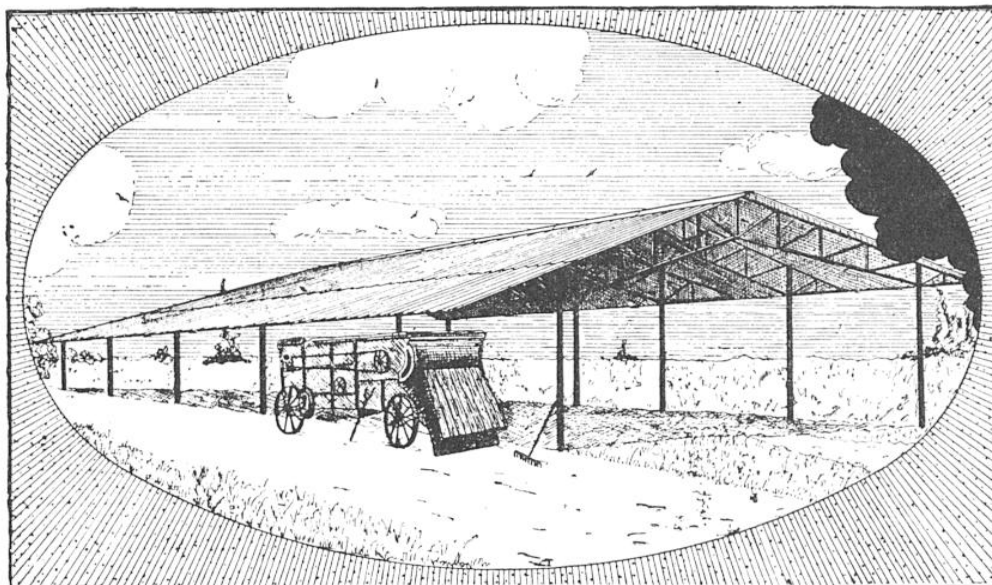
Pick-up **"MICRODION"**
et Ampli **"STENTORIA"**

Micro-valise à grande alimentation
Mallette avec accus 4-120 v. et chargeur

Catalogue 5 illustré et Notices des Nouveautés 2. »
Notice des Nouveautés 28 0.50

Etabl^{ts} Horace HURM 14, rue J.-J.-Rousseau, PARIS-1^{er}
Fondés en 1910 Tél. : Gutenberg 02-05 (à l'entresol)

La Série 39 à Bracquemont, près Dieppe (S.-I.)



AUX ÉTABLISSEMENTS JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs, ROUEN.

Messieurs,

Mon hangar, dont vous m'avez fourni la charpente, répond absolument à ce que j'en attendais et, si cela peut intéresser vos clients agriculteurs, il contient (sous l'auvent compris) 16.000 bottes de blé (bottes de lieuse) et on peut entrer dessous avec un chariot chargé au maximum. J'ai l'intention, l'année prochaine, de le faire clore de trois côtés. Qu'est-ce que vous me conseillez comme clôture? Je serais curieux de connaître votre avis à ce sujet.

Ce hangar m'a coûté exactement, avec aides pour le montage, 8.800 francs, avec gouttières du côté de l'auvent. Il est couvert en éternit, la plus grosse ondulation.

Veuillez agréer, etc...

FRANÇOIS RIMBERT, agriculteur,
BRACQUEMONT, près Dieppe (Seine-Inférieure).

Il est à remarquer à quel point, depuis dix ans, la culture est devenue pratique. Aujourd'hui, une grande ferme est une usine bien organisée, où le calcul prime les idées vagues et où du matériel moderne remplace les installations de fortune.

Ce sont, après tout, des agriculteurs avisés, comme M. RIMBERT, qui savent apprécier les avantages du hangar en acier, et aujourd'hui, il ne reste pas beaucoup d'agriculteurs qui ne se modernisent pas.

Nous aimons surtout les calculs dans le genre de ceux de M. RIMBERT. J'engrange 16.000 bottes pour une dépense de 8.000 francs. Combien par botte et par an? Le calcul est intéressant. Donnons au hangar de notre client une durée minimum de quarante ans et mettons les frais d'entretien à 120 francs par an. Cela nous donne un prix global de 320 francs par an pour le logement de 16.000 bottes, soit 2 centimes par botte et par an. Toutefois, si l'on considère que les fourrages ne sont engrangés que pendant la moitié de l'année, il ne faut compter que sur une dépense d'un centime par botte et par an.

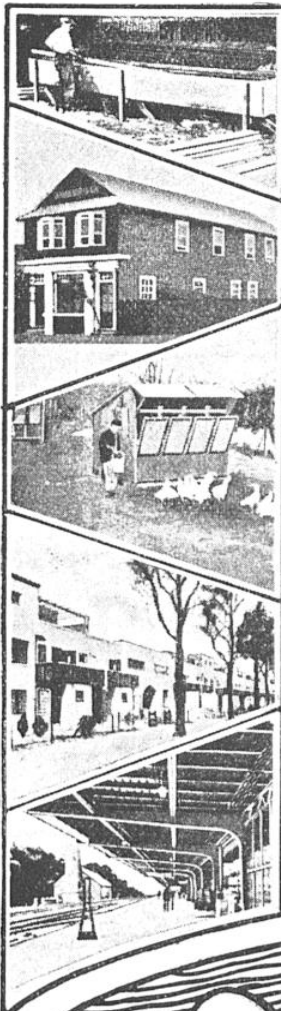
Bien entendu, dans l'industrie, nous avons un grand avantage sur la culture, car, au lieu de « tourner notre stock » une fois par an, nous le faisons quatre fois au moins et quelquefois, comme chez nous, par exemple, six ou sept fois. Le coût aux industriels des bâtiments qu'ils utilisent ne représente qu'une fraction infime de leurs frais généraux, à condition, bien entendu, que les bâtiments leur appartiennent.

La SÉRIE 39 des hangars en acier, que nous fabriquons depuis de nombreuses années, permet à tout industriel et à tout agriculteur de devenir son propre propriétaire. Nous fabriquons également une série de PAVILLONS en ACIER très intéressante pour les colonies. Sur demande, nous enverrons un exemplaire des brochures explicatives à tout lecteur qui se donnera la peine de nous écrire.

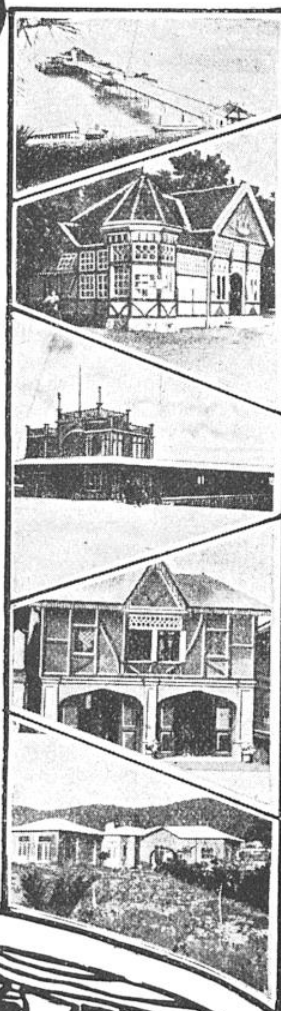
Établ^{ts} JOHN REID, Ingénieurs-Constructeurs, 6 BIS, quai du Havre, ROUEN

FABRICATION EN SÉRIE DE BATIMENTS MÉTALLIQUES POUR L'INDUSTRIE ET LA CULTURE

DES RÉFÉRENCES!



DES RÉFÉRENCES!



En plus des
14 TEINTES

de qualité « extérieur »
et qualité « intérieur »

Se fait
maintenant en

INCOLORE

Spécial pour les meubles
et la désinfection.

**UN
BIDON D'ESSAI**

Par colis postal 5 kgs
(environ 4 litres $\frac{1}{2}$)

franco toute gare grand réseau au reçu de

41 FRANCS

POUR TOUTS RENSEIGNEMENTS :

AGENCE SOLIGNUM
9, RUE DES ARÈNES, PARIS-5°



Le seul préservatif de bois efficace en toutes circonstances, même contre les termites

Le progrès scientifique est-il indéfini? Comment progresse la science. Comment on peut mesurer le progrès.

L. Houlléviq. 449
Professeur à la Faculté des
Sciences de Marseille.

La plus puissante drague du monde mue par moteurs Diesel.

J. M. 456

L'avion est aujourd'hui l'auxiliaire indispensable d'une escadre moderne : les bâtiments porte-avions sont des aérodromes flottants; les sous-marins porte-avions.

C.-R. Dartevell. 457

La compréhension du moteur électrique a engendré l'électromécanique moderne. Moteurs à courant continu et alternatif

Marcel Boll 465
Agrége de l'Université, Doc-
teur ès sciences.

Général Gascoin. 475

La route de l'avenir sera-t-elle métallique?

Henri Le Masson. 481

Le canal de Panama sera-t-il doublé par le canal de Nicaragua?

Les mystères du volcanisme et des tremblements de terre dévoilés par la science moderne

Emile Belot 487
Vice-Président de la Société
Astronomique de France.

Un garage gratte-ciel de vingt-quatre étages, à New York.

J. M. 496

La synthèse scientifique dépasse la nature. Les grandes industries synthétiques bouleversent déjà l'économie mondiale.

R. Chenevier 497

La téléphotographie au service de la presse. Les nouveaux appareils installés au « Petit Parisien » assurent la transmission Paris-Londres

Lucien Fournier 507

Le raid transatlantique du dirigeable « Comte-Zeppelin ». Caractéristiques du nouveau croiseur de l'air.

Jean Marton. 509

La construction automobile en 1929, d'après les enseignements du Salon de Paris

Capère. 513

L'électricité au service du phonographe.

Jacques Maurel 523

Une machine à grand rendement pour creuser les rigoles nécessaires aux plantations de canne à sucre.

J. M. 526

Les A côté de la science (Inventions, découvertes et curiosités)

V. Ruber 527

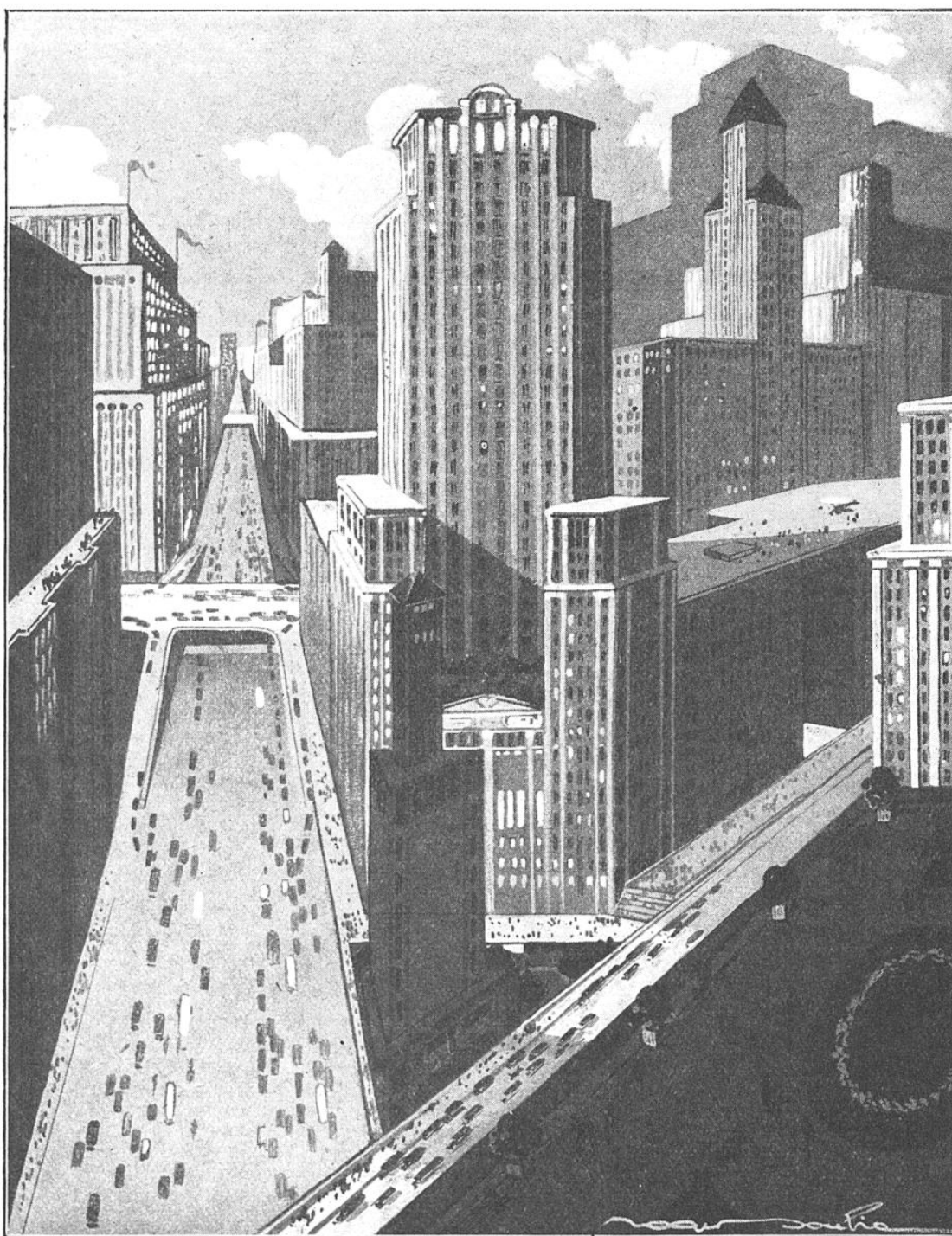
La T. S. F. et les Constructeurs

J. M. 531

Le gazogène « Gépéa » sur les camions

R. D. 53

La liaison entre les différentes branches des sciences appliquées s'effectue chaque jour davantage, dans les manifestations industrielles comme dans les méthodes de combat. Ainsi, la technique aéronautique joue-t-elle un rôle de plus en plus important sur terre comme sur mer. A la fois moyen d'observation à longue distance et engin de destruction, l'avion moderne au service de la marine — qu'il soit hydravion ou avion — a modifié la tactique navale. C'est pourquoi sont apparus successivement des bâtiments d'un nouvel aspect, destinés au matériel volant et armés spécialement pour faciliter la manœuvre des plus « lourds que l'air », tout en assurant leur protection. Sur la couverture de ce numéro, on voit les évolutions du bâtiment porte-avions américain Saratoga, d'une capacité de soixante-douze avions, comparable à notre Béarn, et celles du premier sous-marin porte-avions, qui appartient à la marine britannique et qui vient d'être récemment mis en service. (Voir l'article sur les bâtiments porte-avions à la page 457 de ce numéro.) La composition de l'artiste, conforme à l'évolution de la technique, laisse loin derrière elle la conception qu'on se faisait jadis du combat naval il y a seulement vingt-cinq ans.



ON ENVISAGE, LE PLUS SOUVENT, LA CITÉ FUTURE COMME LA RÉUNION DE GRATTE-CIEL DE PLUS EN PLUS ÉLEVÉS, ENTRE LESQUELS DES ARTÈRES À CIRCULATION RAPIDE SE CROISENT À DES NIVEAUX DIFFÉRENTS. C'EST LÀ CERTAINEMENT UNE ÉVOLUTION DUE AUX APPLICATIONS DU PROGRÈS SCIENTIFIQUE, MAIS EST-CE BIEN UNE AMÉLIORATION AU POINT DE VUE DU PLAISIR DE VIVRE ?

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, Décembre 1928 - R. C. Seine 116.544

Tome XXXIV

Décembre 1928

Numéro 138

LE PROGRÈS SCIENTIFIQUE EST-IL INDÉFINI ?

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

Devant la rapidité vertigineuse des applications de la science, qui modifient chaque jour la vie dans tous ses domaines, on en vient parfois à méditer et à chercher ce que sera cette vie dans une période de temps plus ou moins éloignée, cent ans, par exemple. Les anticipations ne manquent pas à ce sujet, mais, leur caractère n'étant pas toujours scientifique, elles demeurent, par conséquent, en dehors du cadre de notre magazine. Nous avons demandé à l'un des physiciens les plus éminents des temps contemporains, notre collaborateur habituel M. Houllévigüe, de nous exposer sa manière de voir en ce qui concerne les limites du progrès scientifique tel qu'il le conçoit. Nous heurterons-nous, un jour, à un plafond infranchissable, ou continuerons-nous à évoluer, par stades successifs, vers ce progrès qui étonne et enchante ? Telle est la question que nous avons posée au savant.

LA SCIENCE ET LA VIE s'est dévouée à l'exaltation de la science et de ses applications, génératrices du progrès moderne ; et la matière ne risque pas de lui faire défaut, car nous avons beau arracher des secrets à la nature, notre ignorance est vaste comme la mer, notre science tient dans le creux de la main. Mais il reste à savoir si la nature de l'homme se prête à une extension indéfinie de nos connaissances. Déjà, des civilisations se sont épanouies, en Mésopotamie, en Egypte, en Grèce, à Rome... elles ont disparu et n'ont laissé que des pierres. La nôtre est-elle condamnée à un sort pareil ? Pour répondre à cette question, regardez le graphique de la figure 1 : vous y verrez que ces antiques civilisations ne couvraient qu'une faible étendue ; elles étaient comme des oasis dans un désert de barbarie ; une rafale a soufflé, et le désert les a englouties. La civilisation moderne est universelle, elle couvre toute la terre habitée : il y a des houillères au Spitzberg, des usines hydroélectriques au cœur de l'Afrique et des pylônes de T. S. F., des cercles polaires à l'équateur. De plus, elle est fondée sur la science, qui lui a donné une puissance for-

midable par la conquête et l'utilisation des forces naturelles.

Ainsi, les cataclysmes qui ont détruit les civilisations anciennes ne menacent pas la nôtre ; mais on peut se demander si la difficulté croissante de la recherche ne nous conduit pas vers un *palier*, à partir duquel notre civilisation demeurera stationnaire. Ce plafond, on le retrouve, soit qu'on veuille s'élever dans l'air pour étudier la haute atmosphère, soit qu'on cherche, par des sondages, à connaître l'intérieur de notre globe, soit qu'on veuille produire de hautes températures, ou des froids extrêmes, ou des vitesses excessives. La nature semble nous dire à chaque fois : tu n'iras pas plus loin ! Pourtant, l'homme passe outre, et la science continue ; l'obstacle contre lequel elle semblait se briser, elle le tourne ; voilà ce qu'il faut expliquer, si on veut comprendre les conditions du progrès scientifique.

Comment progresse la science

Avez-vous examiné au microscope le développement d'une colonie de micro-organismes, par exemple, de la levure de bière en liquide sucré ? La figure 2 vous en

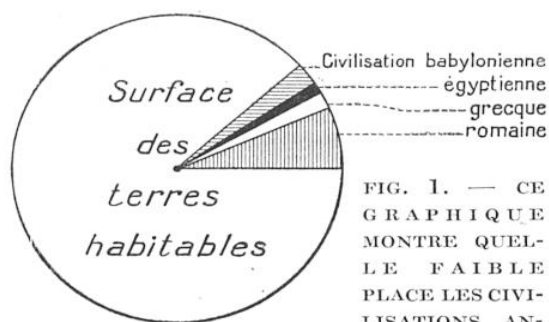


FIG. 1. — CE GRAPHIQUE MONTRE QUELLE PLACE LES CIVILISATIONS ANCIENNES OCCUPAIENT, TANDIS QUE NOTRE MODERNE CIVILISATION COUVRE LA TOTALITÉ DES TERRES HABITÉES

donnera une idée. Chacune des innombrables cellules qui forment la levure grossit, comme un sac qui se gonfle, jusqu'au moment où sa croissance s'arrête ; mais elle donne ensuite naissance à un ou plusieurs bourgeons, qui s'accroissent à leur tour, pour engendrer, plus tard, de nouvelles cellules, et ainsi de suite jusqu'à ce que le liquide nourricier soit épuisé ou empoisonné par les sécrétions des cellules vivantes.

Nous trouvons là une image du progrès scientifique ; il procède, lui aussi, non par extension continue, mais *par bourgeonnement*. L'effort des chercheurs, concentré sur un sujet, le développe et le fait mûrir jusqu'à un point où il semble qu'il n'y ait plus rien à trouver. Le sujet paraît épuisé, mais, tôt ou tard, un fait nouveau ou une nouvelle hypothèse lui rendent l'actualité ; une nouvelle poussée scientifique fait naître une nouvelle cellule, grande ou petite, qui vient s'annexer à nos connaissances, et qui peut elle-même être féconde, soit pour la science pure, soit par ses applications ; c'est parce que notre attention ne se porte que sur quelques découvertes capitales, que nous oublions cette multitude de travaux de détail, cet effort collectif et presque anonyme qui crée le progrès scientifique.

Précisons ceci sur un exemple, pris entre mille : le perfectionnement de l'éclairage s'est fait en plusieurs étapes ; successivement, la lampe à huile, la lampe à pétrole, le bec de gaz atteignirent leur forme achevée et la perfection de leur type. Puis vint le tour de l'éclairage électrique par incandescence, dont le premier type, résultant de longues études, fut constitué par l'ampoule vide à filament de charbon. Un nouveau stade put être atteint le jour où, la chimie ayant réalisé des métaux plus réfractaires que le carbone, on mit au point la lampe tantale, puis la lampe au tungstène. Une heure vint,

cependant, où, par l'introduction dans l'ampoule de gaz inertes, on put franchir un nouveau stade qui aboutit à la création de la lampe « demi-watt ». Enfin, et sur un plan différent, les inventeurs, s'ingéniant à perfectionner le tube de Geissler, réalisaient, après de longs tâtonnements, la lampe à mercure et les tubes à gaz raréfiés sous leur forme définitive... jusqu'au prochain perfectionnement.

Ainsi la science progresse par poussées successives, et il en est de même des applications qu'elle entraîne après elle. Essayons maintenant de sortir des généralités en empruntant à la science elle-même ses procédés d'analyse. On ne peut parler avec précision que de ce qu'on sait mesurer : c'est ainsi que la notion du chaud et du froid est restée vague jusqu'au jour où on a défini et repéré la température par la dilatation d'une colonne de mercure.

Comment on peut « mesurer » le progrès

Il faut donc essayer de *mesurer* le progrès ou, tout au moins, de le repérer, de le représenter par un nombre. Voici comment on peut y parvenir : considérez une courbe (fig. 3) représentant, à chaque époque, le nombre des *ouvriers de science*, c'est-à-dire de ceux qui, dans l'univers, collaborent à l'accroissement de nos connaissances scientifiques ; ce nombre est donné, chaque année, avec une suffisante précision, par les annuaires des diverses nations civilisées, et l'allure de la courbe peut être représentée, en gros, comme nous l'avons fait dans cette figure : elle s'étend rapidement, et même les cinq années terribles de la Grande Guerre ralentissent à peine cette ascension. C'est que, dans la jeunesse de la science, quatre nations seulement, l'Angleterre, l'Allemagne, la France et l'Italie, se penchaient sur son berceau ; les autres peuples se contentaient de regarder et d'apprendre, mais les écoliers devinrent des maîtres ; la Hollande, l'Espagne, la Russie, surtout les États-Unis, où tout se fait à grande échelle, apportèrent une collaboration grandissante. Et la race

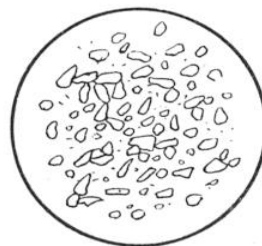


FIG. 2. — LE DÉVELOPPEMENT DU PROGRÈS SCIENTIFIQUE PEUT ÊTRE COMPARÉ A CELUI D'UNE LEVURE QUI PROCÈDE PAR « BOURGEONNEMENT » ET NON PAR EXTENSION CONTINUE

blanche n'a plus conservé le monopole des travaux de laboratoire, depuis que le Japon et les universités hindoues ont formé des équipes de savants, dont beaucoup sont de premier plan. On peut prévoir le jour où tous les peuples de la terre uniront leurs efforts ; à partir de ce moment, la courbe présentera sans doute un palier horizontal, le nombre des ouvriers de science restant à peu près constant.

Sur ces données et d'après ces anticipations, on peut prendre une idée de la marche du progrès scientifique. Celui-ci est, en fait, sensiblement proportionnel au nombre des ouvriers de science, comme l'avancement d'un édifice est proportionnel au nombre des travailleurs employés à sa construction. A coup sûr, l'œuvre d'un Pasteur ou d'un Berthelot est incomparablement supérieure, en qualité comme en quantité, à celle d'un « savant moyen », mais la loi des grands nombres s'applique à l'intelligence et au génie comme à tous les phénomènes qui dépendent du hasard, et on peut admettre que, sur dix mille chercheurs, il y aura dix fois plus d'hommes supérieurs que sur un millier.

Cette proportionnalité admise, au moins comme approximation, il est aisé de voir que les progrès réalisés entre deux époques successives t_1 et t_2 sont représentés par la surface $N_1 N_2 t_1 t_2$ comprise entre la courbe et l'axe des temps : nous obtenons ainsi une définition scientifique et une mesure approchée du progrès. Or l'allure générale de la courbe nous montre, sans contestation possible, que cette surface, qui mesure le terrain conquis sur l'ignorance, s'accroît actuellement avec une extrême vitesse ; les plus raisonnables pronostics indiquent, pour l'avenir, un progrès plus rapide encore, jusqu'au jour où, toute la terre ayant acquis une civilisation uniforme et une population stationnaire, cet avancement sera simplement proportionnel au temps.

Pourtant, ce raisonnement élémentaire ne tient pas compte d'un facteur important : c'est l'amélioration des méthodes de travail. Les créateurs de la science, Newton, Lavoisier, Gay-Lussac, Fresnel, étaient des

solitaires (fig. 4) ; leurs contemporains, loin de les aider, étaient indifférents ou hostiles, et leur génie s'épuisait parfois à lutter contre des systèmes préconçus. Peu à peu, le savant a trouvé aide et ressources. Mais c'est surtout dans ces derniers temps qu'on a compris l'avantage du travail collectif et organisé ; de grands laboratoires se sont créés (fig. 5), surtout en Allemagne et aux Etats-Unis, richement dotés en crédits et en appareils, où, sous une direction unique, les grands problèmes scientifiques et techniques sont méthodiquement étudiés. Il est certain que l'emploi de telles méthodes ne peut qu'accroître le rendement de l'effort scientifique ; par conséquent, la marche du progrès est

encore plus rapide qu'un raisonnement sommaire ne l'avait indiqué.

Un obstacle au progrès

Nous sommes donc portés à croire que notre connaissance et notre maîtrise de l'univers s'accroissent et s'accroîtront sans cesse plus vite, à la manière d'une pierre qui tombe. Mais ces anticipations supposent que l'humanité

restera ce qu'elle est, et que les mobiles qui l'entraînent depuis un siècle et demi continueront à agir dans le même sens. A dire vrai, cela n'est rien moins qu'assuré et on aperçoit, dans un lointain indéterminé, un facteur d'arrêt, et peut-être de mort, que je voudrais signaler en terminant : c'est que la science, si puissante pour agir sur le monde extérieur, est incapable de modifier l'homme lui-même.

L'espèce humaine date de loin ; les anthropologues les plus prudents lui accordent quelques centaines de mille ans d'existence ; d'autres lui attribuent un million d'années et plus. Il a fallu tout ce temps pour amener l'homme primitif, qui ignorait le feu et vivait à la manière des animaux, à l'état actuel d'*homo sapiens* ; cette modification s'est donc effectuée avec une lenteur extrême, et il est certain qu'entre un Grec du temps de Périclès et un Français d'aujourd'hui il n'y a que des différences imperceptibles, au point de vue intellectuel aussi bien que physique. Ainsi, lentement, progressivement, l'homme s'est mis en équilibre avec la

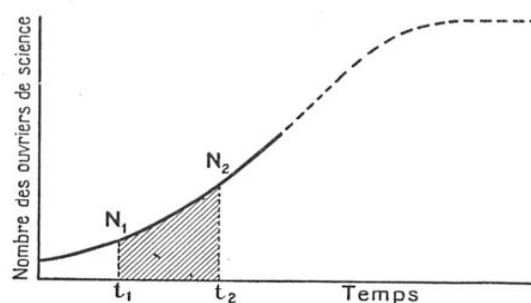


FIG. 3. — CE GRAPHIQUE, QUI REPRÉSENTE L'ACCROISSEMENT DU NOMBRE DES OUVRIERS DE SCIENCE EN FONCTION DU TEMPS, PERMET DE MESURER LE PROGRÈS, QUI EST REPRÉSENTÉ PAR LA SURFACE $N_1 N_2 t_1 t_2$

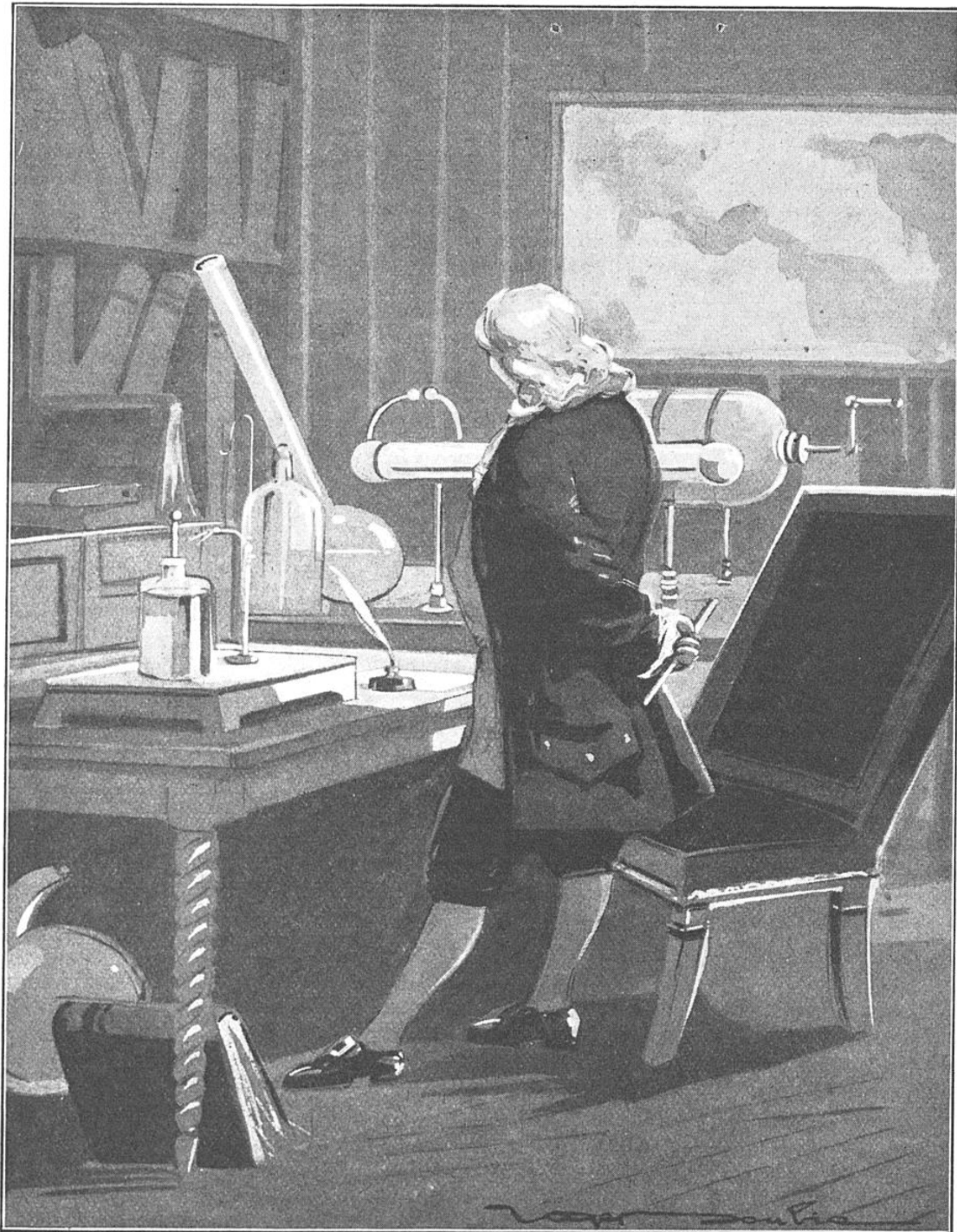
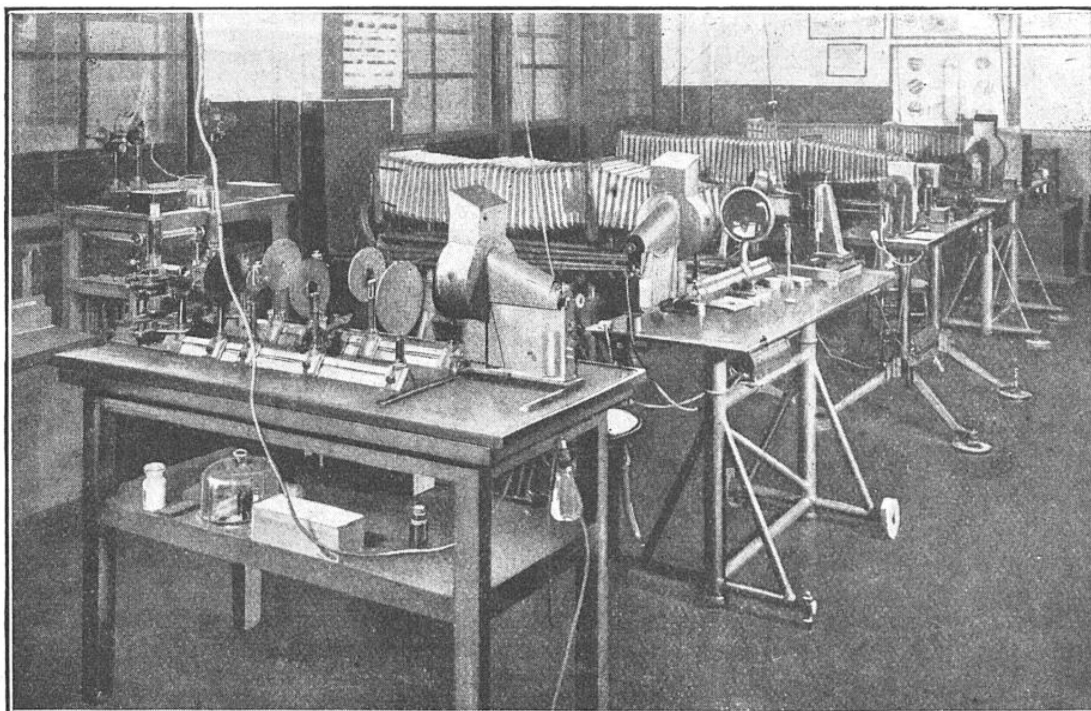
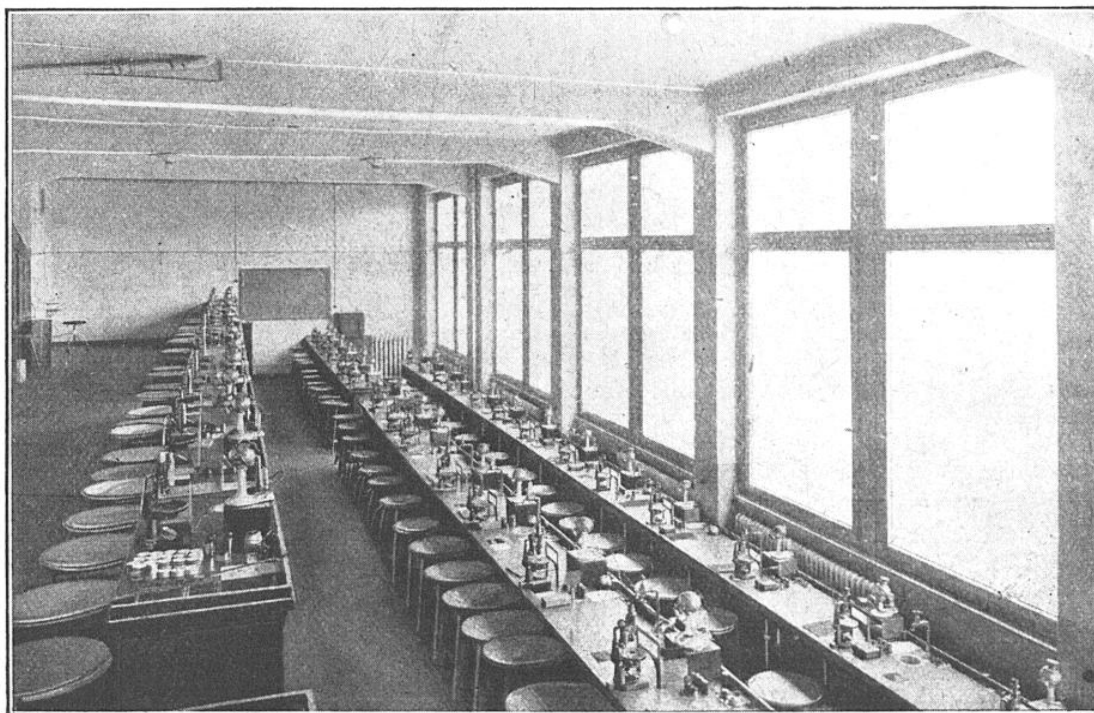


FIG. 4. — AUTREFOIS, LE SAVANT, DANS SON LABORATOIRE, TRAVAILLAIT SEUL. AINSI, C'EST DANS L'ISOLEMENT COMPLET QUE LE SAVANT AMÉRICAIN BENJAMIN FRANKLIN (1706-1786) ÉTUDIAIT, DANS SON LABORATOIRE AUX APPAREILS PRIMITIFS, LES PHÉNOMÈNES ÉLECTRIQUES QUI DEVAIENT L'AMENER PLUS TARD À LA DÉCOUVERTE DU PARATONNERRE, EN 1752, À PHILADELPHIE, PAR L'EXPÉRIENCE DITE DU CERF-VOLANT ÉLECTRIQUE



(Cliche Zeiss.)



(Cliche Zeiss.)

FIG. 5. — AUJOURD'HUI, LE TRAVAIL SCIENTIFIQUE EST COLLECTIF ET ORDONNÉ, TÉMOIN CES DEUX LABORATOIRES : EN HAUT, UN COIN DE CELUI DE LA TÉLÉPHONIE BELL C^o, AUX ÉTATS-UNIS ; EN BAS, CELUI DE L'INSTITUT PATHOLOGIQUE D'IÉNA

nature, c'est-à-dire qu'il s'est adapté au milieu ambiant, tel qu'il existe immuablement depuis la fin des grandes périodes diluviennes et glaciaires.

Or cet équilibre est en train de se détruire, par le fait de l'homme même. Je comparais, en débutant, le progrès scientifique au développement d'une levure ; or ces microorganismes modifient, par leur croissance, le milieu où ils vivent, en le privant des éléments nourriciers et en l'empoisonnant par les déchets de leur vie. Semblablement, on peut dire que la civilisation modifie le milieu ambiant, et, comme l'homme est incapable de s'adapter à une transformation si rapide, il en résulte un déséquilibre néfaste et peut-être mortel pour l'espèce.

Regardez les faits : depuis que l'homme existe, combien d'espèces animales ont disparu, détruites par lui ? D'abord, les oiseaux géants, le dinornis de la Nouvelle-Zélande, l'æpyornis de Madagascar, le droute de l'île Maurice, qui existait encore il y a trois cents ans. Combien d'espèces en voie d'extinction, l'auroch, le bison d'Europe, l'éléphant d'Afrique, la baleine ? Ainsi, la puissance triomphante de l'espèce humaine a eu pour conséquence la destruction irrémédiable d'espèces vivantes. Mieux encore, ou plutôt pis : des races humaines, qui ne surent point s'adapter au progrès, furent impitoyablement éliminées (fig. 7) ; on exhibait dans un musée, il y a quelques années, le dernier Aztèque ; les Peaux-Rouges, les Canaques sont réduits

à quelques tribus éparses et déjà adultérées. Dans cette lutte farouche de l'homme supérieur pour aménager la terre à son usage, les moins adaptables ont disparu. Quelles seront les prochaines victimes de ces épurations successives ?

On peut dire que tout cela s'est fait pour le bénéfice de l'homme blanc, pour améliorer

sa nourriture, protéger sa vie, accroître le confort de son existence. Ceci n'est pas niable ; mais la civilisation scientifique est comme la boîte de Pandore : le Mal en sort avec le Bien. L'art de tuer, qui est devenu une science, a fait de tels progrès que, de l'avis général, une nouvelle guerre entraînerait la destruction intégrale des pays belligérants. Et même, en supposant que les peuples assagis renoncent à ces luttes épouvantables, la paix porte en elle des dangers, moins brutaux, mais plus insidieux. L'homme de la

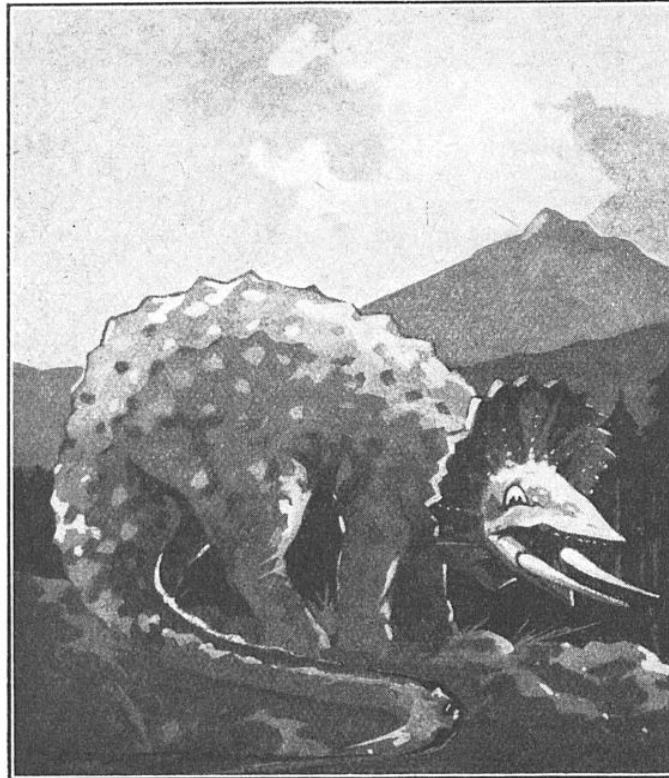


FIG. 6. — L'HOMME, EN ADAPTANT LA TERRE A SES BESOINS, SACRIFIE IMPITOYABLEMENT LES ANIMAUX NUISIBLES OU INUTILES

Le dessin ci-dessus représente un dinotherium, dont la race a complètement disparu.

nature était robuste et résistant aux maladies : il ne connaissait ni la tuberculose ni le cancer ; le civilisé se défend moins bien, et la maladie prend, pour l'assaillir, des formes inconnues jadis. Si nous essayons d'anticiper sur l'avenir, jetons les yeux sur la cité future, telle que l'évoque, par exemple, en un film saisissant, Fritz Lang, l'auteur de *Metropolis* ; si c'est vraiment cela que la science nous prépare, croyez-vous que l'espèce humaine, faite pour vivre dans la pleine liberté des champs, puisse prospérer, enfermée dans ces alvéoles superposées, où la lumière est artificielle, où l'air est mesuré, où

les mouvements sont totalement entravés ?

Autre chose : ce qui caractérise le mieux notre civilisation, fille de la science, c'est l'accroissement démesuré de la puissance et de la vitesse ; chaque jour, on enferme plus d'énergie dans moins de substance, chaque jour voit dépasser les plus impressionnants records. Ces machines, filles du génie humain doivent finalement obéir à l'homme ; or celui-ci se perfectionne avec une extrême lenteur ; certes, il y a quelque différence entre un berger du Causse et un « as » du volant, mais la nature impose des limites infranchissables : il faut un dixième de seconde pour que l'impression marquée sur la rétine s'efface et cède la place à une autre ; il faut un temps du même ordre pour que cette impression soit transmise au cerveau, transformée en ordre, transportée jus qu'aux muscles moteurs, et produise finalement la contraction nécessaire. Les réflexes eux-mêmes, qui ne passent pas par le cerveau, ne sont pas instantanés ; un véhicule qui fait 200 kilomètres à l'heure, ou 55

mètres par seconde, crée de l'irréparable avant qu'on ait pu réagir, et c'est l'accident de Materassi à Monza. Pourtant, ce n'est qu'un début ; nos arrière-neveux verront mieux.

Je m'en veux de finir sur ces prévisions à la Cassandre, dont l'échéance est sans doute fort lointaine ; mais à quoi bon se bercer

d'illusions ? La vie est une transformation incessante : c'est, a dit Anatole France, « une succession de catastrophes ». Nous n'avons certes pas la fatuité de croire aveuglément que l'espèce humaine poursuivra indéfiniment son ascension vers la science, totale et la toute-puissance ; elle finira, sans doute, comme les autres espèces ont fini avant elle, ou elle se transformera, et le vaste univers continuera d'évoluer vers des destins inconnus.

HOULLEVIGUE.

Les gravures qui illustrent cet article ont été exécutées par le Service Artistique de *La Science et la Vie*, d'après les documents originaux qui figurent dans nos musées nationaux et au Muséum d'Histoire naturelle de Paris, et d'après la maquette d'un architecte qui s'occupe plus spécialement d'urbanisme. N.D.L.R.

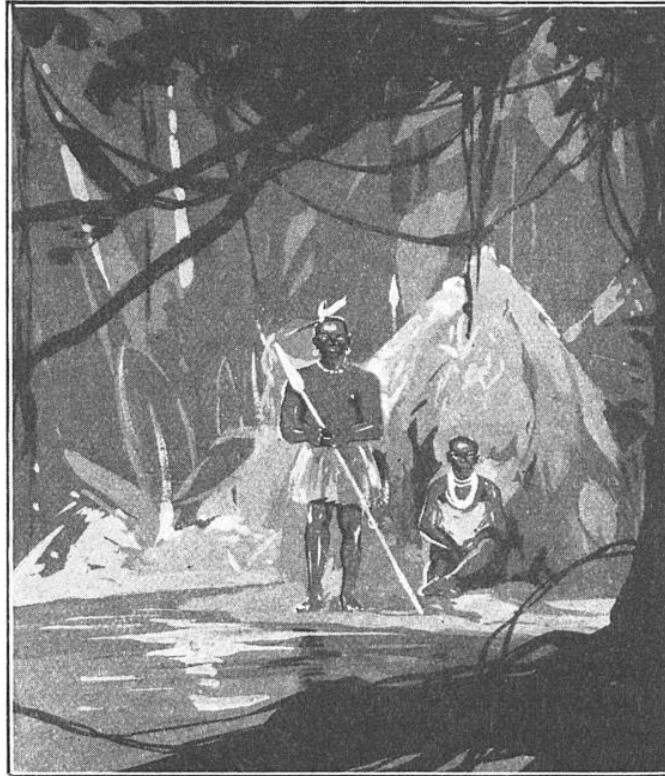
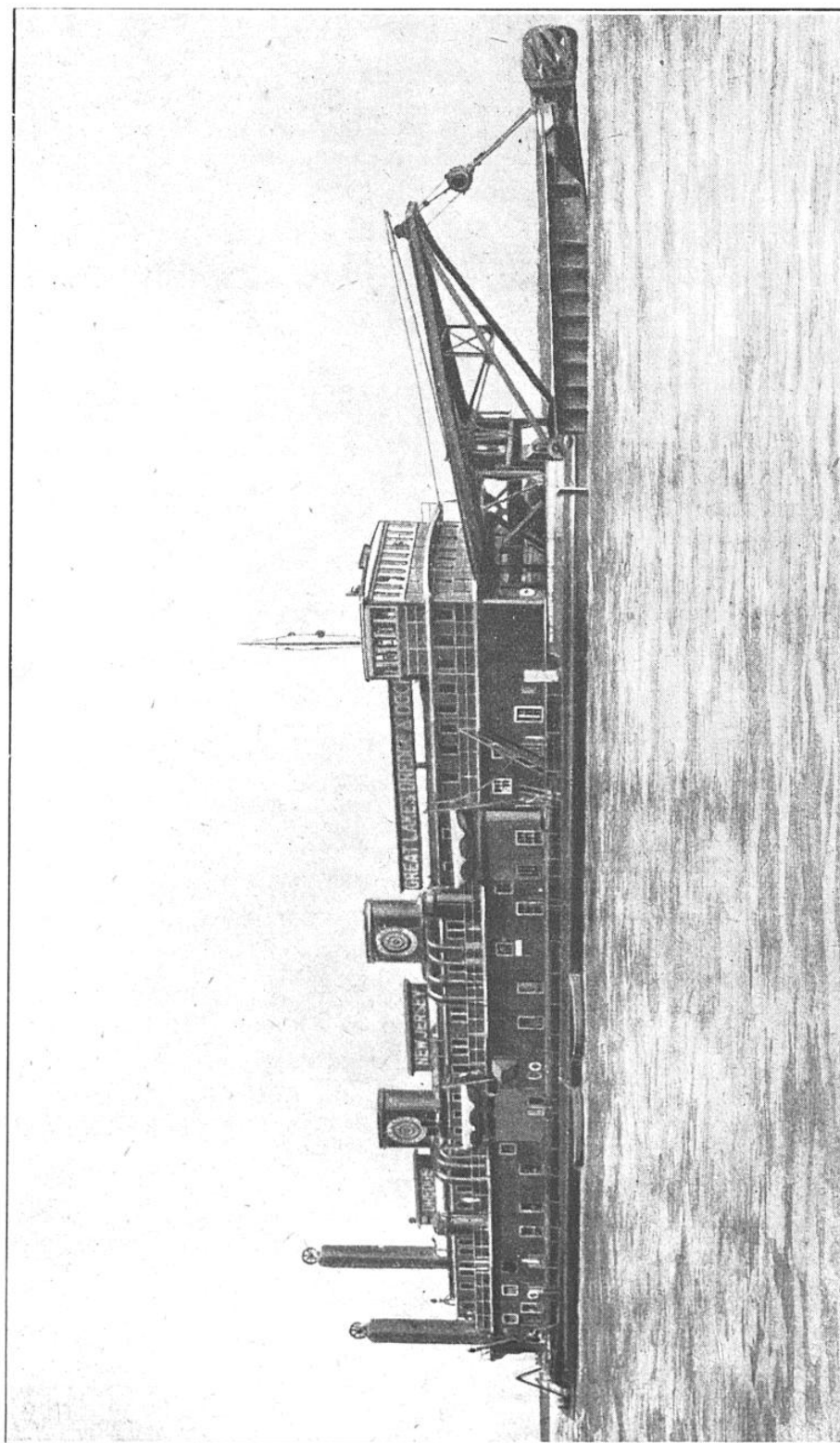


FIG. 7. — LES RACES HUMAINES QUI NE SAVENT PAS S'ADAPTER SONT ELLES-MÊMES SACRIFIÉES .

La race des pygmées de l'Afrique centrale, représentée ci-dessus, est actuellement en voie de disparition.



LA PLUS PUISSANTE DRAGUE DU MONDE, MUE PAR MOTEURS DIÉSEL



La photographie ci-dessus représente la plus puissante drague du monde, en service sur les grands lacs américains. Elle est équipée avec quatre moteurs Diesel-Sulzer-Busch de 1.150 ch chacun. Normalement, ces moteurs tournent à 180 tours par minute. Ils sont couplés directement à des générateurs électriques qui fournissent l'énergie nécessaire au fonctionnement de tous les organes de cette immense drague flottante. On voit, à droite de cette photographie, le bras qui plonge au fond de l'eau pour aspirer les boues attachées par l'excavateur rotatif placé à son extrémité.

L'AVION EST AUJOURD'HUI L'AUXILIAIRE INDISPENSABLE D'UNE ESCADRE MODERNE

Les bâtiments porte-avions sont des aérodromes flottants.
Les sous-marins porte-avions

Par C.-R. DARTEVELLE

L'aviation maritime a pris, au cours de ces dernières années, un développement considérable dans l'évolution des flottes de combat (1). L'hydravion joue, en effet, dans la marine, le rôle d'observateur et d'éclaireur des escadres, et remplit, en outre, la fonction des avions de bombardement ou de chasse contre les appareils ennemis. Aussi a-t-il fallu créer, dans les flottes modernes, des bâtiments spécialement destinés au transport et à l'utilisation des avions et hydravions. On peut dire actuellement que ces bateaux porte-avions sont de véritables aérodromes flottants. Plus une marine militaire est appelée à agir dans les mers lointaines, plus elle devra donc se libérer de ses bases et emmener avec elle toute sa flotte aérienne de combat. Le dernier cri de cette évolution des constructions navales n'est-il pas la création du sous-marin porte-avions, qui contient dans ses flancs l'appareil volant lors de la plongée, et le libère dans l'espace lorsqu'il émerge. C'est ce côté à la fois pittoresque et technique que l'artiste a représenté sur la couverture du présent numéro, sous une forme à la fois exacte, inédite et bien moderne.

EN dehors des bâtiments qui sont destinés à prendre une part directe aux batailles navales en échequant des obus ou des torpilles, les flottes utilisent des bâtiments qui interviennent indirectement dans le cours du combat, dans sa préparation ou pendant sa liquidation. Ce sont les bâtiments porte-avions et les mouilleurs de mines, de surface ou sous-marins. Nous nous occuperons ici seulement des porte-avions.

La nécessité tactique du porte-avions est aujourd'hui unanimement reconnue

La présence du porte-avions dans une escadre est nécessitée par le fait que le lieu d'un combat naval peut se trouver trop éloigné d'une base d'avions pour que ceux-ci puissent y prendre part. Ces avions s'emploient, soit pour la reconnaissance, soit pour l'attaque d'une escadrille ennemie, soit pour le bombardement. Dans les trois cas, il suffit d'un rayon d'action limité, car les besoins d'une flotte à la mer n'exigent d'action aérienne qu'à une distance relativement faible. D'autre part, en ce qui concerne les appareils de combat et de bombardement en particulier, on ne saurait, sans diminuer outre mesure leurs qualités militaires, les surcharger de combustible.

1) Voir *La Science et la Vie*, n° 137, page 357.

Ces deux raisons font que, si une flotte veut utiliser l'arme aérienne, il lui est nécessaire d'avoir des bateaux capables de les transporter et de leur permettre d'agir. Il faut, pour cela, qu'ils puissent les transporter partout où l'escadre le désire, qu'ils puissent permettre leur envol et leur retour, les réparer, les ravitailler, les manipuler. De plus, il faut qu'ils ne soient pas à la merci d'une attaque, ce qui exige un certain armement et une certaine protection.

La formule que nous venons de donner définit donc le porte-avions comme la réunion d'un bateau de guerre et d'un parc d'aviation dans une même coque. Là s'arrête la communauté entre toutes les conceptions de ces bâtiments qu'on rencontre dans les grandes marines. Si on les examine de plus près, on trouve presque autant de conceptions différentes que de cas particuliers.

Avant d'entrer dans l'examen matériel de ces vaisseaux-aérodromes, il faut remarquer que, puisque leur nécessité dépend de l'éloignement des lieux probables du combat de toute base terrestre, leur développement doit varier, en conséquence, d'une marine à l'autre, suivant la situation stratégique de cette marine. C'est ainsi que, s'ils sont d'une nécessité absolue en ce qui concerne les marines océaniques du Japon, des Etats-

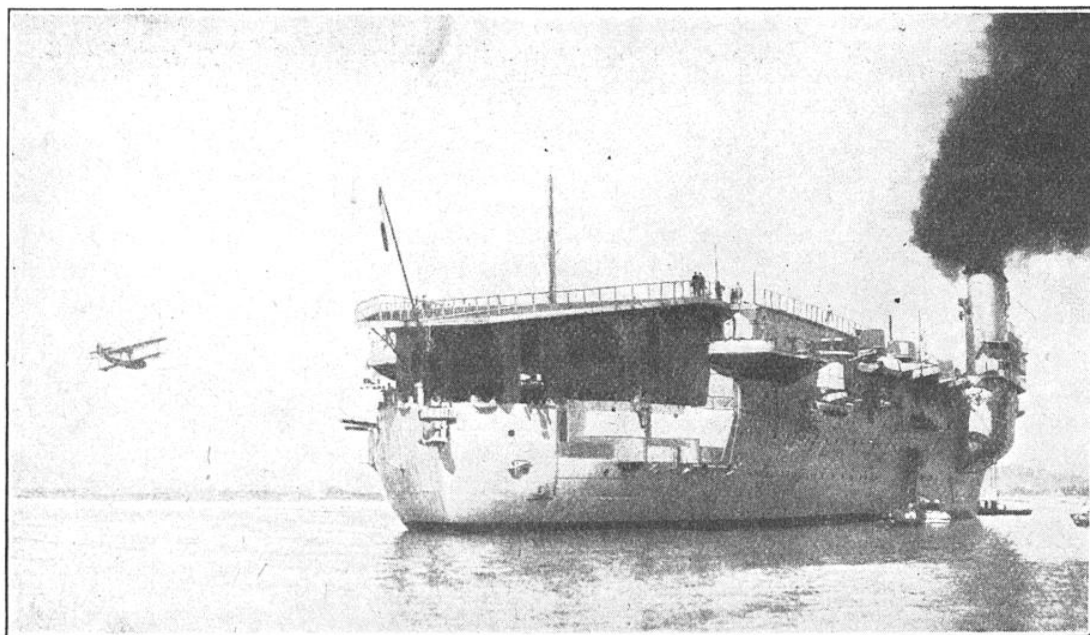
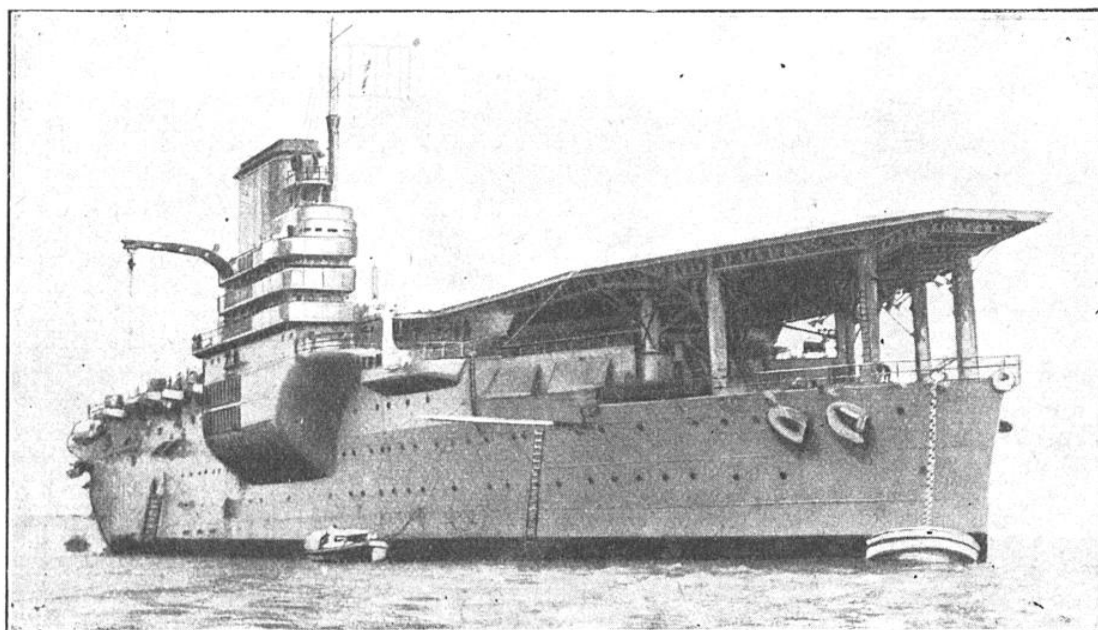


PLATE-FORME ARRIÈRE DU PORTE-AVIONS FRANÇAIS « BÉARN »

Cette photographie montre bien comment est dégagé le pont du bâtiment pour permettre aux avions de s'envoler ou de se poser, sans être gênés dans leurs évolutions. A cet effet, toute la superstructure du bâtiment a été rejetée sur le côté (cheminée, passerelle de commandement, artillerie). Le Béarn est, actuellement, le seul type de porte-avions construit en France.



AVANT DU PORTE-AVIONS FRANÇAIS « BÉARN »

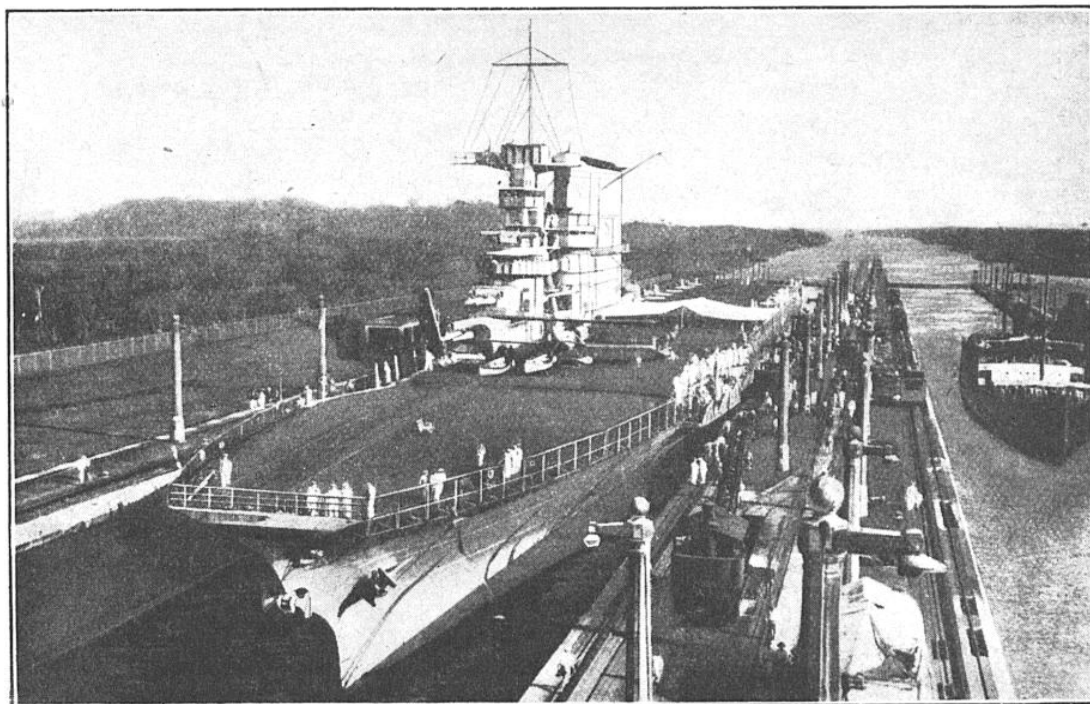
Jaugeant 22.000 tonnes et pouvant se déplacer à la vitesse de 21 nœuds, le Béarn comporte une plate-forme d'envol de 182 mètres sur 30 mètres et située au-dessus du pont normal du bateau. Ce bâtiment comporte huit canons de 152 millimètres, logés en tourelles.

Unis et de la Grande-Bretagne, ils sont à peu près inutiles pour une marine exclusivement méditerranéenne, telle que la marine italienne. La marine française, qui peut être amenée à agir, sinon seule, du moins dans un ensemble, dans des mers extra-européennes, a dû se munir de bâtiments porte-avions, à l'instar des grandes marines. Elle s'est limitée à un seul exemplaire, d'ailleurs grandiose, qui est le *Béarn*, parce que sa

tion d'un grand rayon d'action sera toujours obtenue à l'aide de sacrifices sur d'autres qualités, ce que le porte-avions permet d'éviter.

Le bâtiment porte-avions doit posséder un armement propre

Nous avons dit que le porte-avions doit renfermer en lui-même les armes du bateau de guerre : vitesse, protection, armement.



LE PORTE-AVIONS AMÉRICAIN LE PLUS MODERNE EST LE « SARATOGA », QUI PEUT EMPORTER 72 AVIONS (VOIR LA COUVERTURE DU PRÉSENT NUMÉRO)

Déplacement, 33.000 tonnes ; vitesse, 34 nœuds ; les dimensions de la plate-forme d'envol, 270 mètres sur 32 mètres, permettent aux avions d'évoluer facilement.

constitution actuelle ne lui permet pas d'envisager des actions simultanées sur plusieurs théâtres d'opérations.

Puisque l'existence du porte-avions est basée sur le faible rayon d'action des avions, il semble qu'on pourrait conclure au caractère essentiellement transitoire de ces bâtiments. Ne devraient-ils pas disparaître quand, dans un avenir, sans doute, rapproché, les avions franchiront couramment les océans ? Nous ne le croyons pas, et cela pour deux raisons. D'une part, la présence d'un porte-avions permet d'avoir en action, en quelques minutes, une force aérienne ; d'autre part, quel que soit l'état de la technique, l'obten-

La confrontation des diverses conceptions à ces divers points de vue est assez difficile, car de tous les porte-avions existants un seul, l'anglais *Hermès*, a été conçu et construit dans ce but. Tous les autres résultent de transformations effectuées sur des cuirassés, des croiseurs de bataille ou même des paquebots.

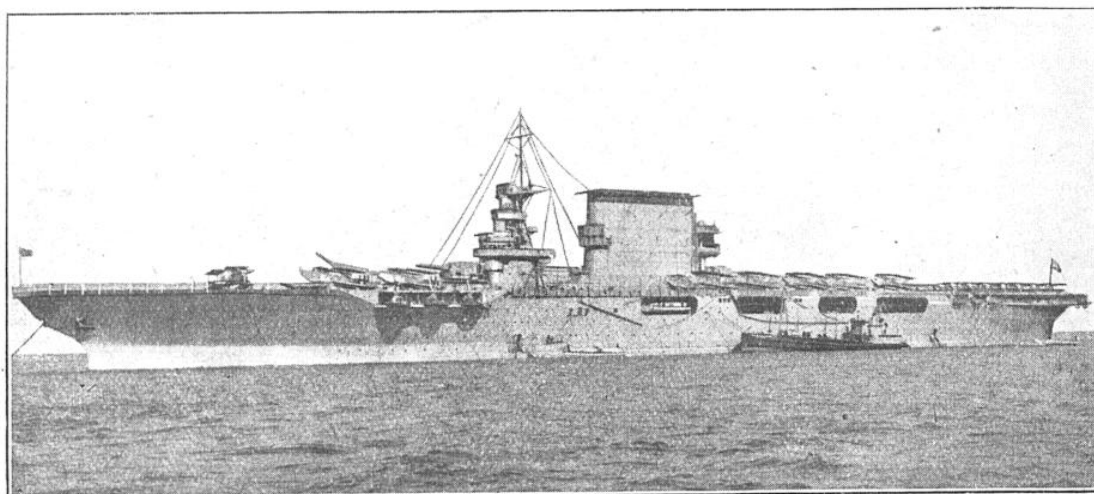
On peut distinguer, néanmoins, trois conceptions, dont deux seulement ont vu le jour :

- 1° Le porte-avions est armé de grosse artillerie comme un vaisseau de ligne ;
- 2° Il est armé comme un croiseur ;
- 3° Il est armé pour se défendre contre les charges de torpilleurs.

La première solution a été examinée par sir George Thurston, dans le *Brassey* de 1926, mais n'a pas été réalisée. La deuxième est représentée par les japonais *Kaga* et *Akagi* et les américains *Lexington* et *Saratoga*. Il est difficile de dire si elle est le résultat d'une conception militaire librement choisie, ou, au contraire, si elle est partiellement une servitude nécessitée par la refonte. Nous pencherions pour la deuxième hypothèse. Ces porte-avions sont armés de canons de 203 millimètres, ce qui leur permet d'affronter le combat avec des croiseurs de 10.000 tonnes, type de *Washington*. A l'examen, cette prétention est justifiée. Si

qui sont l'élément déterminant de la valeur du porte-avions, mais surtout les installations qui en font une base d'aviation. Aussi leur disposition à bord est commandée par la nécessité de ne pas gêner les opérations d'envol et de retour des appareils.

La commodité de ces opérations est, évidemment, d'autant plus grande que le pont d'envol est plus vaste. Aussi s'est-on préoccupé partout de placer la passerelle, et éventuellement l'artillerie supérieure, en abord. Sur certains, comme le *Béarn*, la passerelle de navigation et le bloc des cheminées sont en abord et à l'extérieur du bordé. Sur d'autres, on s'est contenté de les



LE « LEXINGTON », PORTE-AVIONS AMÉRICAIN DE LA SÉRIE DU « SARATOGA »

Ce porte-avions, comme le *Saratoga*, est armé de huit canons de 203 $\frac{m}{m}$ et de douze canons de 127 $\frac{m}{m}$.

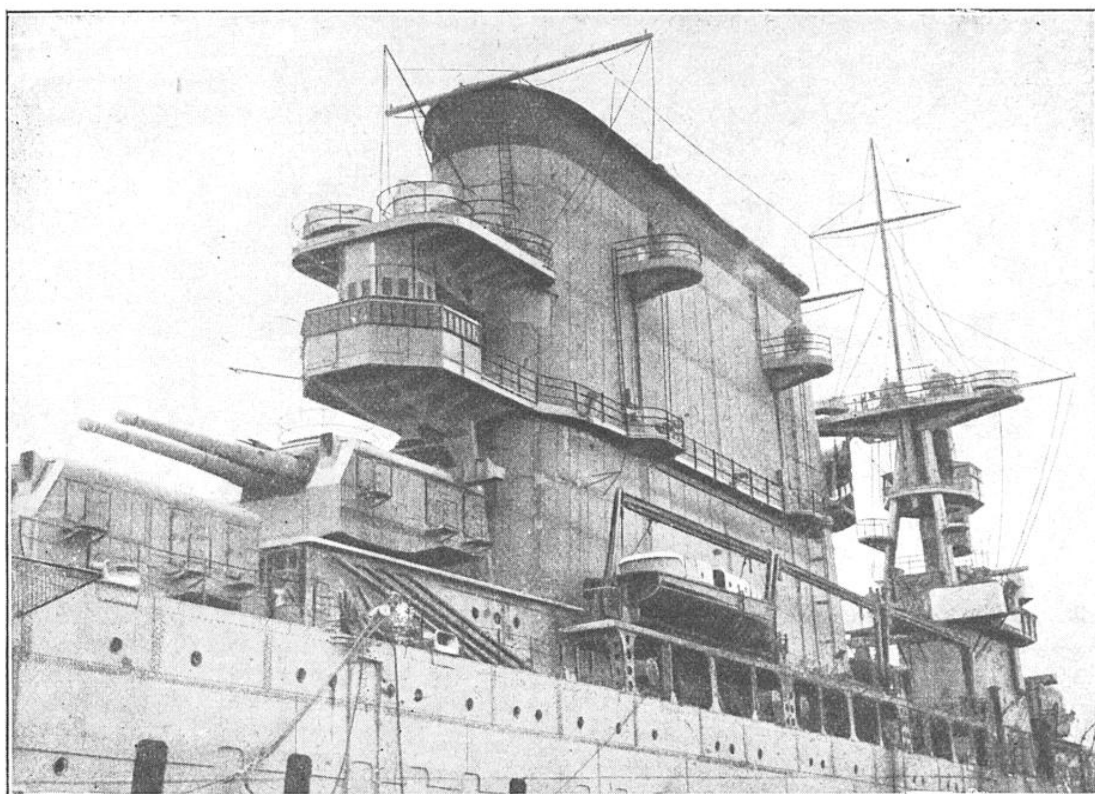
le croiseur possède l'avantage d'une petite silhouette, d'une grande vitesse, d'une meilleure spécialisation ; par contre, les porte-avions *Lexington* et *Saratoga* ont l'avantage probable d'une meilleure stabilité de plate-forme et l'avantage certain d'une cuirasse de 15 centimètres et d'une triple coque. (Les croiseurs d'après-guerre sont généralement très peu protégés.) La dernière solution, qui consiste à défendre le porte-avions contre les charges de torpilleurs, est réalisée sur notre *Béarn* et sur la plupart des porte-avions anglais.

Le pont d'envol exige le dégagement du pont du navire

La question de l'armement offensif n'a pas ici l'importance qu'on pourrait lui accorder à première vue. Ce ne sont pas les canons, même s'ils sont de 20 centimètres,

mettre le long du bordé, mais à l'intérieur. Enfin, sur l'*Argus* (anglais), qui était, d'abord, destiné à être un paquebot, la cheminée est supprimée. Les gaz de combustion sont expulsés vers la flottaison, comme un échappement de moteur, grâce à des ventilateurs spéciaux. Quant à la passerelle, sur ce même bateau, elle peut être masquée à volonté. Ce dispositif est celui qui dégage le pont d'envol au maximum ; pourtant, il doit être très inconfortable pour le commandant de ne pouvoir surveiller directement et constamment les opérations des avions et l'horizon maritime complet.

Outre les avions terrestres qui constituent le stock normal des porte-avions, certains de ces bâtiments sont munis de catapultes pour lancer des hydravions. Dans ce cas, ces appareils ne diffèrent pas essentiellement des catapultes de croiseurs,



VUE DE LA SUPERSTRUCTURE DU « LEXINGTON »

On remarque la forme particulière de la cheminée et le peu de place occupée par les tourelles des canons, pour laisser le maximum d'espace libre aux avions.

Les abris pour avions à bord

La station d'aviation du bord comporte de vastes hangars. On a peine à croire, quand on pénètre dans ces immenses nefs, que l'on se trouve à l'intérieur d'un bateau. Par leurs dimensions, elles ressemblent beau-

coup plus aux immenses halls de certaines usines métallurgiques qu'à des compartiments de vaisseaux. C'est là une réalisation dont certains romanciers ont été les précurseurs, et qui donne au porte-avions plus qu'à tout autre bateau l'aspect d'une île flottante.

	DÉPLACEMENT (tonnes)	VITESSE (nœuds)	PONT D'ENVOL		NOMBRE d'appareils	ARMEMENT		
			Longueur	Largeur				
<i>Lexington</i> (E.-U.)	33.000	34	270 m × 32 m		72	VIII canons de 203	m/	
<i>Langley</i> (E.-U.) ..	12.700	13	165 m × 20 m		34	XII — 127	m/	
<i>Hermès</i> (G.-Br.) ..	11.000	25	182 m × 27 m		20	IV — 127	m/	
<i>Furious</i> (G.-Br.) ..	20.000	32,5	240 m × 30 m		36	VI — 140	m/	
<i>Eagle</i> (G.-Br.)	23.000	24	203 m × 30 m		24	X — 140	m/	
<i>Argus</i> (G.-Br.) ...	15.000	20	172 m × 20 m		20	IX — 152	m/	
<i>Kaga</i> (J.)	27.000	25			60 ?	VI — 102	m/	
						X — 203	m/	
<i>Béarn</i> (Fr.)	22.000	21	182 m × 30 m			XVI — 120	m/	
						VIII — 152	m/	

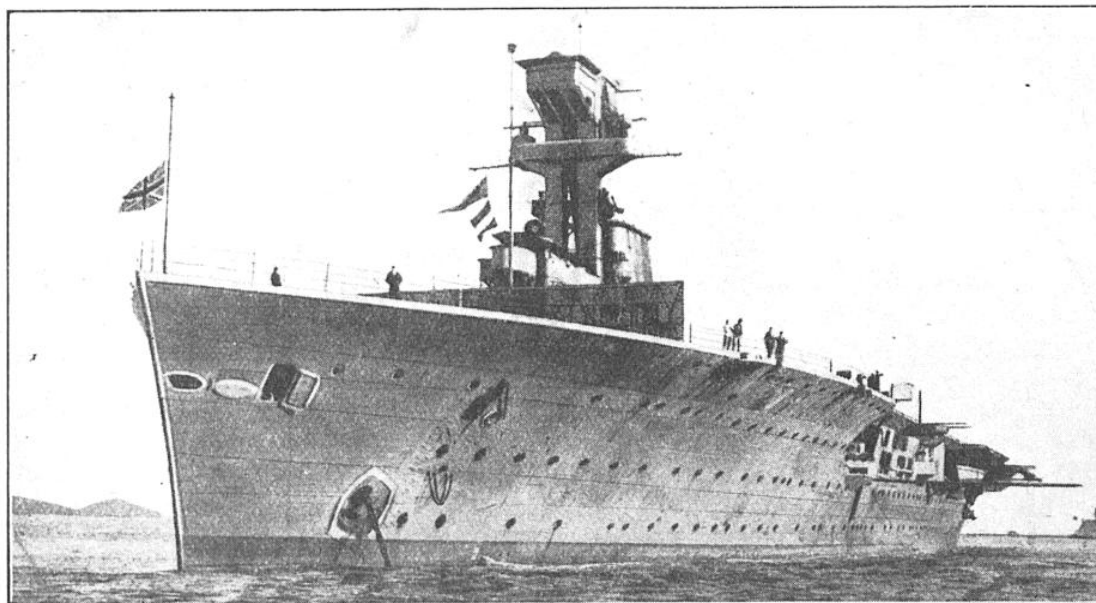
CARACTÉRISTIQUES DES PRINCIPAUX TYPES DE PORTE-AVIONS DES MARINES DU MONDE

Ces hangars intérieurs servent au logement, au montage, à la réparation, à la vérification des appareils aériens, avant que ceux-ci soient transférés sur le pont d'envol à l'aide de puissantes plates-formes élévatoires. Les appareils peuvent être embarqués à bord, soit tout montés, soit démontés. Pratiquement, pour utiliser au maximum la place disponible, tous les porte-avions utilisent simultanément les deux systèmes. Les avions démontés sont alors, soit placés dans des soutes sous les hangars, soit en abord de

raillies très élevées, souvent divisé en deux étages et recouvert par le pont d'envol.

Les avions des croiseurs et des sous-marins

Le porte-avions de surface à grande capacité, ou base flottante de l'aviation d'escadre, est, en principe, une annexe de cette escadre, et dont l'action isolée ne se justifie que dans des cas très particuliers. En principe, il ne sert qu'à accompagner l'escadre et à lui fournir au combat, soit



L'« HERMÈS », BATIMENT PORTE-AVIONS ANGLAIS

C'est un bâtiment relativement petit (11.000 tonnes), filant 25 nœuds et capable d'emporter 20 avions. Sa plate-forme d'envol mesure 182 mètres sur 27 mètres.

ces hangars. Le combustible nécessaire au ravitaillement est encore, actuellement, de l'essence légère, facilement inflammable et de stockage dangereux. Aussi, les soutes qui la contiennent sont protégées par une sorte de couche pneumatique constituée par un gaz inerte enfermé entre deux cloisons. Les munitions, bombes ou torpilles spéciales, sont emmagasinées à la façon des munitions courantes d'artillerie.

En résumé, la coque d'un porte-avions renferme, à la partie inférieure, les approvisionnements et appareils moteurs dans un compartimentage analogue au compartimentage inférieur d'un bâtiment de guerre. Sur la plate-forme de cette infrastructure, qui est, en général, un pont blindé, se trouve le pare d'aviation, enfermé entre des mu-

ture sa cavalerie aérienne, soit seulement une partie de cette arme.

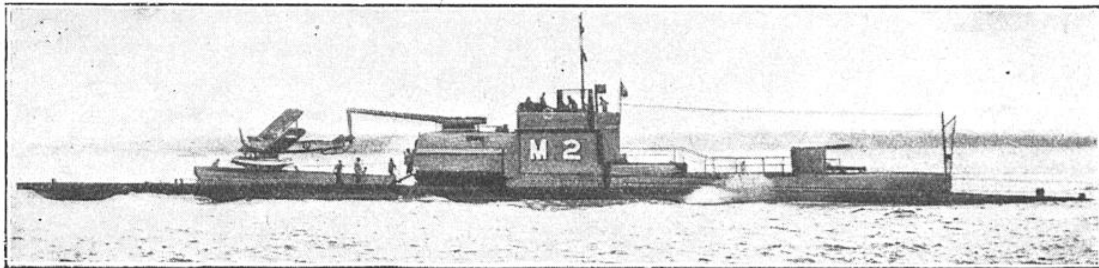
L'emploi de l'aviation comme auxiliaire des forces navales s'est étendu aux bâtiments isolés. Ceux-ci doivent alors être à eux-mêmes leurs porte-avions. Dans ce cas, ils ne possèdent qu'un nombre très réduit d'appareils, et ces appareils ne jouent généralement que le rôle d'éclaireurs. C'est ce qui se produit à bord de nombreux croiseurs de 10.000 tonnes et même à bord de quelques sous-marins étrangers.

En ce qui concerne le porte-avions en général et le croiseur muni d'avions éclaireurs, ces bâtiments ont reçu, dès maintenant, la sanction de la pratique, mais non pas celle de la guerre. C'est ainsi que le *Primauguet*, dans le tour du monde qu'il a

effectué l'année dernière, a pu employer sans difficulté ses deux hydravions à des usages très divers. La méthode d'emploi consiste à lancer l'appareil avec une catapulte et à le recueillir, à son retour, avec une grue, quand il s'est posé sur l'eau. Il y a ici un point délicat. Si le croiseur est obligé de stopper pour relever son hydravion; il court au-devant du risque d'être torpillé. Aussi a-t-on étudié des systèmes permettant de cueillir les appareils sur l'arrière, sans qu'il soit nécessaire de stopper.

Les sous-marins eux-mêmes sont appelés

s'envoler par ses propres moyens, à l'inverse de ce qui se passe sur les bateaux de surface. A partir de ce moment, son sort est très hasardé. Il suffit d'une alerte, il suffit qu'un croiseur ou patrouilleur ennemi vienne occuper l'horizon à l'improviste, pour obliger le sous-marin à plonger et à abandonner son enfant à un triste sort. De même, on se représente assez difficilement les opérations de mise à l'eau et de repêchage quand la mer est un peu mauvaise. Aussi, pour désirable qu'apparaisse l'aide aérienne pour le sous-marin de grande croisière, il semble encore



LE PREMIER SOUS-MARIN PORTE-AVIONS APPARTIENT A LA MARINE BRITANNIQUE

On voit un hydravion qui, venant d'amérir aux côtés du sous-marin, est hissé sur le pont par une grue.

à opérer seuls. S'il s'agit particulièrement des sous-marins de grande croisière, ils sont obligés, pour obtenir un meilleur rendement de leur patrouille, d'avoir un horizon d'exploration sur la mer beaucoup plus vaste que le simple horizon d'une passerelle de navire. L'hydravion est le seul appareil permettant de résoudre le problème.

Ici, nous sommes encore un peu dans le royaume de Jules Verne, en ce sens que cette pratique nouvelle en est encore à ses essais. On se rend compte facilement des difficultés d'emménagement, de montage, d'envol et de retour, quand on pense à toutes les servitudes causées par l'exiguïté de la place disponible à bord d'un sous-marin.

Dans les solutions essayées, les hydravions, d'un très petit modèle, sont à ailes repliables et rentrés, pour la navigation courante, dans un compartiment étanche et résistant à la pression situé sur le pont. Le montage et la mise à l'eau doivent pouvoir être effectués de façon extrêmement rapide. L'appareil

difficile de confier à ce bâtiment le soin de transporter lui-même son éclaireur.

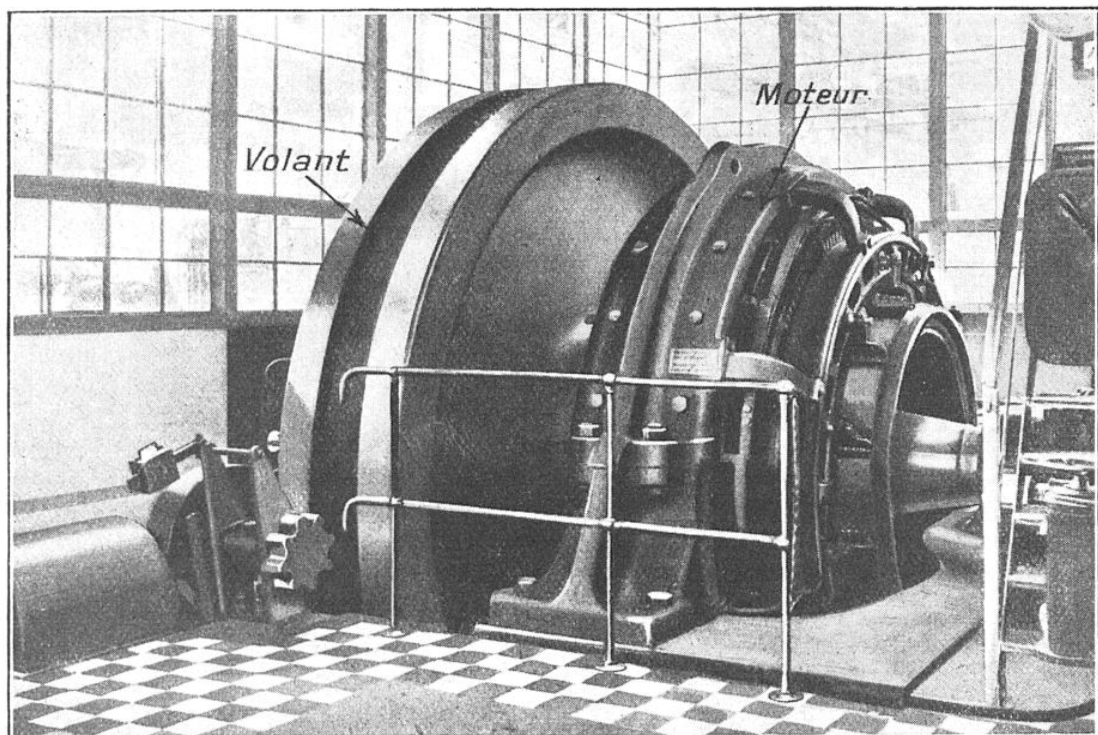
La brève étude que nous venons de faire montre que l'avion peut être mis à bord d'un bateau dans des buts assez divers :

1° Etre stocké dans la station d'aviation flottante d'une escadre, constituer une partie de l'éclairage de cette escadre et, à la première alerte, tout ou partie de sa défense et de son attaque aériennes ;

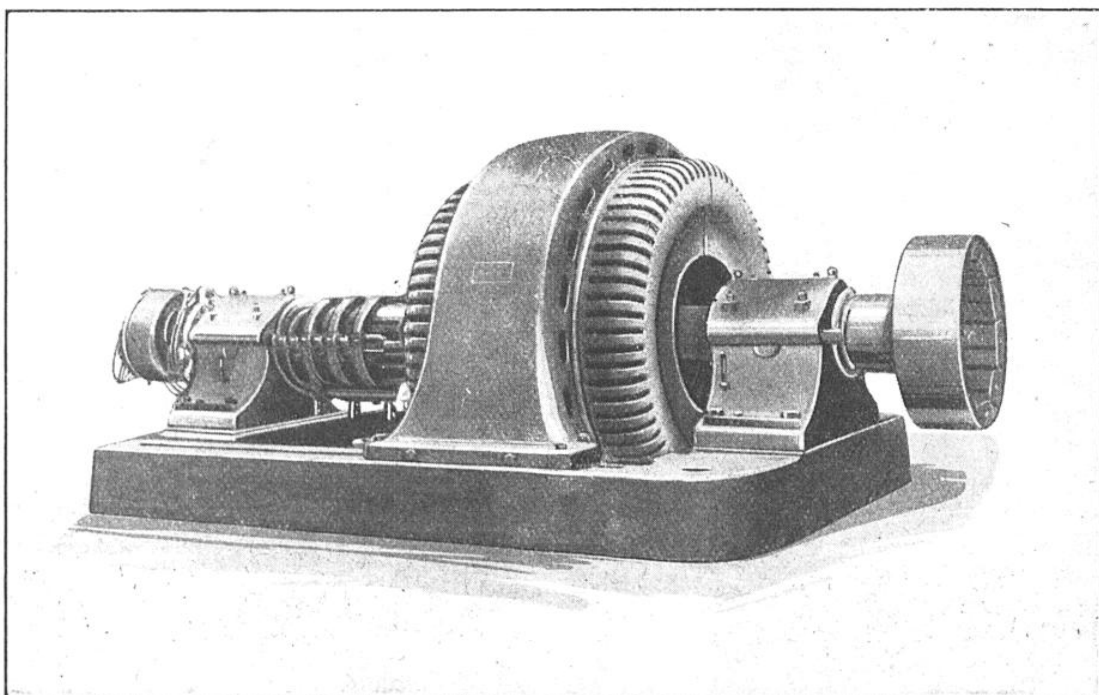
2° Etre embarqué à nombre restreint d'échantillons sur des bâtiments isolés, croiseurs de surface ou sous-marins, et servir d'éclaireur à ces bâtiments.

A l'heure actuelle, l'embarquement des avions à bord des bateaux de surface est une question que l'on peut considérer comme résolue au point de vue technique et militaire. Par contre, l'emploi de l'avion par les grands sous-marins est encore au début du stade expérimental technique.

C.-R. DARTEVELLE.



UN MOTEUR A COURANT CONTINU (800 KILOWATTS, 500 VOLTS)



UN MOTEUR A COURANT ALTERNATIF (1.000 KILOWATTS, 500 VOLTS)

LA COMPRÉHENSION DU MOTEUR ÉLECTRIQUE A ENGENDRÉ L'ÉLECTROMÉCANIQUE MODERNE

Moteurs à courants continu et alternatif

Par Marcel BOLL

DOCTEUR ÈS SCIENCES

PROFESSEUR D'ÉLECTRICITÉ INDUSTRIELLE A L'ÉCOLE DES HAUTES ÉTUDES COMMERCIALES

Au fur et à mesure que nos connaissances en électromagnétisme se sont développées, grâce aux recherches des savants et des ingénieurs dans les laboratoires, l'industrie électrique a pris un essor de plus en plus rapide et de plus en plus étendu. On peut dire, à juste titre, que le XX^e siècle est celui de l'électricité et qu'aujourd'hui l'électrification sous toutes ses formes constitue l'une des préoccupations dominantes de l'évolution économique et industrielle des peuples modernes. Aussi, il importe tout d'abord de comprendre comment fonctionnent les moteurs électriques — qu'ils soient à courant continu ou à courant alternatif — en faisant appel à des connaissances scientifiques précises, que notre collaborateur a su mettre à la portée de tous ceux qui, avides de s'instruire, ne possèdent cependant que des notions assez vagues en électricité. M. Marcel Boll a réussi là un véritable « tour de force », en présentant avec autant de précision que de clarté un sujet aussi aride, en fondant son exposé sur les théories les plus modernes de l'électricité, qui reposent, comme l'on sait, sur les propriétés de l'électron (1).

Il y a moteur et moteur

L'EXPRESSION : *moteur électrique* peut être prise dans deux acceptions fort différentes.

Dans le sens large, on peut définir « moteur électrique » tout appareil capable de produire un déplacement aux dépens de l'énergie d'un courant. A cette catégorie très générale d'appareils se rattachent :

1^o La plupart des applications de l'*électro-aimant* ; par exemple, la populaire *sonnerie trembleuse*, qui émet un son intermittent par suite du mouvement d'un marteau ; l'*écouteur téléphonique* (et le haut-parleur), où une mince lame de fer vibre sous l'influence d'un courant électrique variable ; le *récepteur télégraphique*, où une palette chasse périodiquement une bande de papier contre une molette garnie d'encre ; tous les *relais*, qui permettent de fermer ou de couper à distance un courant aussi intense que l'on

veut ; les *disjoncteurs* à minimum, qui interrompent un courant lorsqu'il devient trop faible, etc...

2^o Les *bobines à plongeur*, dont les propriétés sont utilisées dans certaines *minuteries* d'escalier et, aussi, dans les *disjoncteurs à maximum*, appareils de sécurité qui coupent un circuit dès que l'intensité du courant qui y passe atteint une valeur inquiétante.

3^o La plupart des *appareils de mesure*, tels que le *wattmètre*, qui indique la puissance consommée dans une portion de circuit, ou le *voltmètre*, grâce auquel nous sommes renseignés sur l'état de charge ou de décharge d'une batterie d'accus.

4^o Les *compteurs électriques*, minuscules moteurs, dont le nombre de tours effectués donne directement, sur des cadrans, le total des hectowatts-heure que le réseau nous a fournis pendant une période déterminée.

Ceci dit, il reste les *moteurs électriques proprement dits*, l'expression étant prise dans son acception étroite, qui est la plus familière. C'est à cette sorte de moteurs que nous nous limiterons aujourd'hui ; ils comportent deux applications principales :

(1) L'étude d'aujourd'hui se suffit à elle-même, mais on pourra trouver des renseignements complémentaires sur l'électron dans l'article de M. Marcel Boll : « Qu'est-ce que l'électricité ? » (N^o 118 de *La Science et la Vie*, page 289.)

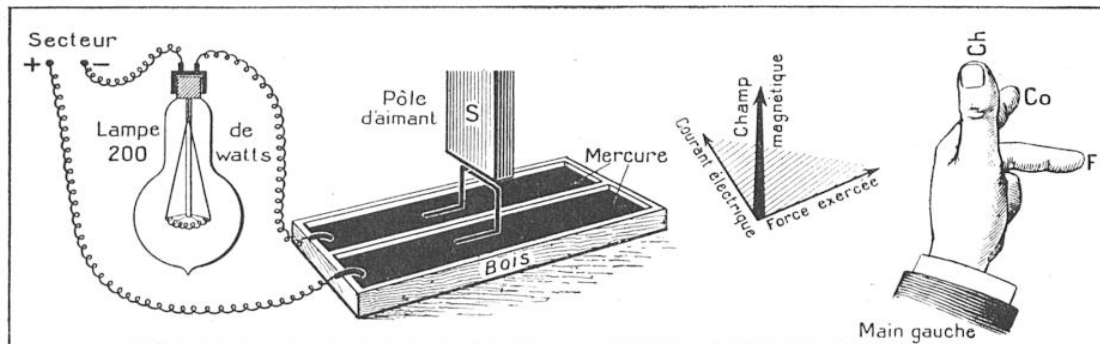
a) Le fonctionnement des *machines-outils*, y compris les métiers à tisser et les essais de labourage électrique, les appareils élévateurs (grues, ascenseurs), les pompes, etc...

b) La *traction électrique* : électrification des chemins de fer, métros, tramways urbains, voitures électromobiles, propulsion des sous-marins, essais de propulsion des navires.

Parmi les usages secondaires, on peut citer le démarreur d'auto, le *claxon* et l'*essuie-glace* ; le *tour à fraiser* des dentistes (de désagréable mémoire) ; les petits appareils domestiques : ventilateur, machine à coudre, net-

à l'énoncé de ce phénomène, une forme plus concrète et plus facile à appliquer.

Pour faire connaissance avec cette « force de Laplace », qui prend naissance lorsqu'un circuit se trouve au voisinage d'un aimant, nous décrirons une expérience très simple, que chacun peut reproduire à son gré (fig. 1) ; il faut disposer d'une boîte plate (en bois ou en carton un peu fort), coupée en deux (longitudinalement) par une cloison étanche (de même matière). Les deux demi-boîtes forment ainsi deux rigoles, où on verse une mince couche de mercure ; ces deux rigoles sont réunies aux deux pôles du secteur à



LA PLUS SIMPLE EXPÉRIENCE D'ÉLECTROMÉCANIQUE

FIG. 1

Une caisse de bois renferme deux rigoles de mercure ; elles sont reliées par un pont de cuivre qui flotte sur le mercure. Un pôle sud d'aimant S est disposé au-dessus de la partie médiane du pont. Lorsqu'on ferme le circuit, le pont de cuivre se déplace de la gauche vers la droite.

FIG. 2

Cette figure donne la disposition des trois grandeurs (classées par ordre alphabétique) : champ magnétique, courant, force exercée.

FIG. 3

Par la règle des trois doigts de la main gauche, on trouve facilement le sens de la force, en faisant coïncider le pouce avec le champ magnétique Ch et l'index avec le courant Co : le médus donne le sens de la force F.

toyeur par le vide, cireuse, armoire frigorifique, etc...

Cette simple énumération nous prouve que le moteur électrique joue un rôle considérable dans la société contemporaine ; et il n'est pas inutile de nous rendre compte, en prenant les choses dès le début, des raisons profondes de son fonctionnement et des efforts faits pour le rendre plus souple et plus économique.

La force de Laplace

Ce sont deux Français, Ampère et Laplace, qui fondèrent l'électromécanique, il y a un peu plus d'un siècle. Ampère, le premier, démontra la possibilité de transformer l'énergie d'un courant électrique en énergie mécanique et, dans la séance même de l'Académie des Sciences (septembre 1820) où Ampère exposait sa découverte, Laplace donnait,

courant continu, en disposant sur l'un des fils une grosse lampe à incandescence (par exemple une lampe de 200 watts, donnant à peu près 200 bougies). Il ne reste plus qu'à fermer le circuit au moyen d'un petit pont en cuivre, dont la forme est clairement indiquée par la figure 1 ; ce fil (fil de sonnerie) (1) flotte sur les deux surfaces de mercure et, quand on le place dans sa position normale (fig. 1), la lampe s'allume ; le fil est parcouru par un courant qui va d'avant en arrière, de + vers —, et dont la valeur est environ 2 ampères.

Si, maintenant, nous approchons, au-dessus de la partie médiane du fil, un pôle d'aimant, un pôle sud S, par exemple, le pont de cuivre va se déplacer de gauche à

(1) Il est nécessaire que les deux extrémités flottantes soient dénudées ; les portions verticales et la partie médiane peuvent rester isolées ou être dénudées, peu importe.

droite en fuyant l'aimant, jusqu'à ce qu'il soit hors de son atteinte.

La figure 2 représente, *en perspective*, la disposition des trois grandeurs fondamentales de l'expérience ; ce sont, *par ordre alphabétique* :

1° Le champ magnétique, qui, comme on sait, sort des pôles nord et rentre dans les pôles sud ; dans la figure 1, il est vertical et dirigé de bas en haut ;

2° Le courant, qui est horizontal et dirigé de l'avant vers l'arrière ;

3° La force résultante, horizontale et dirigée de la gauche vers la droite.

Ces trois

grandeurs forment un « trièdre trirectangle », comme il en existe dans les coins des chambres, au parquet (fig. 2) ou au plafond. Une règle facile (1) donne immédiatement la direction du déplacement ; c'est (a règle des trois doigts de la main gauche (fig. 3) : les trois grandeurs (toujours énoncées dans l'ordre alphabétique) coïncident : la première avec le pouce, la seconde avec l'index ; la direction du médium donne le sens de la force.

En application de cette règle, on peut tirer les trois déductions suivantes, que l'expérience vérifie :

a) Si l'on inverse le courant, le déplacement est inversé (il a lieu de la droite vers la gauche) ;

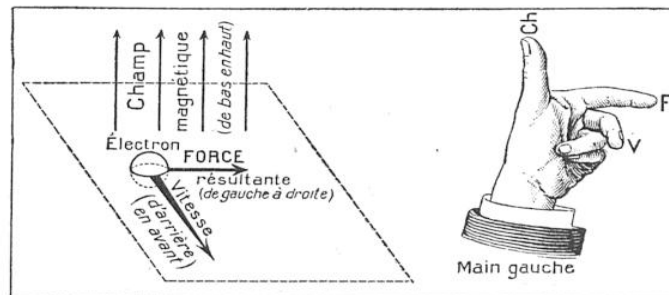
b) Si l'on inverse le champ magnétique (en présentant un pôle nord, au lieu du pôle S), le déplacement est inversé ;

c) Si l'on change à la fois les sens du courant et du champ, le déplacement reste le même (2).

La force électromagnétique (ou force de

(1) Énoncée par l'Anglais Fleming en 1884.

(2) Il y a là une illustration expérimentale de la multiplication algébrique : moins par moins donne plus.



LA FORCE DE LORENTZ

FIG. 4

Nous sommes à l'intérieur d'une lampe à trois électrodes (ou d'un tube à rayons X, ou encore d'une cellule photoélectrique). Un électron se dirige d'arrière en avant dans un plan horizontal. Le champ magnétique est, comme précédemment (fig. 1), dirigé de bas en haut. La force de Lorentz, qui résulte de l'action du champ magnétique sur l'électron en mouvement, est dirigée de la gauche vers la droite.

Laplace) est d'autant plus grande que le champ magnétique est plus considérable (1), que le courant électrique est plus intense (2) et que la partie médiane du pont est plus longue. Le montage que nous avons décrit (fig. 1) n'engendre que des forces très faibles, juste suffisantes pour vaincre le frottement du flotteur de cuivre sur le mercure ; dans les conditions de l'expérience, elles ne dépassent guère le poids d'un décigramme.

Nous n'en avons pas moins là les parties essentielles d'un moteur : la partie médiane du pont de cuivre joue le rôle de l'induit, le pôle S d'aimant est l'analogue de l'inducteur et l'« induit », traversé par un courant, se déplace dans le champ magnétique de l'« inducteur », grâce au « contact glissant » des deux extrémités (balais) du flotteur sur le mercure.



FIG. 5

On classe les trois grandeurs par ordre alphabétique : champ magnétique Ch, force F, vitesse V. Ici c'est la direction de l'index qui donne F, quand le pouce coïncide avec Ch et le médium avec V.

Avec Ampère et Laplace, le principe du moteur électrique était trouvé. Il n'en fallut pas moins un demi-siècle pour qu'il fût réalisé industriellement !

La force de Lorentz

Lorsqu'on réfléchit à l'expérience précédemment expliquée (fig. 1), elle ne laisse pas de paraître surprenante. Le savant est un homme qui sait s'étonner, et cet étonnement est fécond en connaissances précises, donc en réalisations pratiques. En conformité avec ce programme, étonnons-nous donc que l'aimant n'ait aucune action sur le cuivre à l'état normal et qu'il exerce cette force, dont la direction est tout à fait inattendue, dès que le cuivre est le siège d'un courant électrique.

L'origine de ce fait remarquable réside dans la nature même de l'électricité, c'est-à-

(1) C'est-à-dire que l'aimant est plus fort.

(2) C'est pour cela qu'il faut (fig. 1) employer une lampe puissante comme rhéostat. La force de Laplace est nulle quand on coupe le circuit.

dire dans les propriétés de l'électron. On sait, aujourd'hui, fabriquer des électrons libres : les trois appareils les plus connus sont la lampe à trois électrodes, la cellule photoélectrique (appliquée à la télévision) et les tubes à rayons X. Dans les trois cas, on peut déterminer comment se comportent les électrons animés d'une certaine vitesse, quand on approche un pôle d'aimant : si les électrons déterminaient une tache lumineuse sur la paroi de l'ampoule, on reconnaît sans difficulté que la tache se trouve déplacée sous l'influence de l'aimant. Cette action se trouve schématisée

par nos figures 4 et 5 : on y voit un électron libre qui chemine d'arrière en avant (dans un plan horizontal fictif, indiqué en pointillé); le champ magnétique est vertical et dirigé de bas en haut : il en résulte une force, dite *force de Lorentz*, du nom de l'illustre physicien hollandais, mort récemment (1853-1928), force qui est dirigée de la gauche vers la droite. La force de Lorentz est d'autant plus grande que le champ magnétique est plus intense et que la vitesse de l'électron est plus considérable. Ce qui rend l'électromagnétisme si délicat à comprendre, si éloigné de l'expérience quotidienne, c'est que, répétons-le, nous ne connaissons aucune autre force qui s'exerce suivant une direction *perpendiculaire* à la fois à la vitesse et à l'action extérieure.

Aussi est-il très commode de recourir à la règle des trois doigts de la main gauche, en classant à nouveau, par ordre alphabétique, les trois grandeurs essentielles : champ magnétique, force, vitesse. Le champ magnétique coïncide avec le pouce, la vitesse avec le médus et l'index donne la direction de la force de Lorentz (fig. 5).

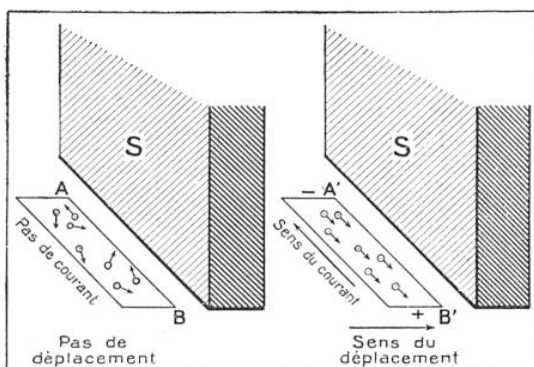
Mais, objectera-t-on peut-être, il s'agit ici de moteurs électriques... Nous ne l'avons pas oublié : la force de Lorentz va nous faire retrouver la force de Laplace, et voici comment : les figures 6 et 7 représentent le

détail de la partie médiane du pont (fig. 1), dans les deux cas où le circuit est coupé (fig. 6) et où le circuit est fermé (fig. 7).

1° Il n'y a pas de courant (fig. 6). Le cuivre est un métal qui renferme un électron libre par atome : c'est dire qu'il renferme, de l'un et de l'autre, un nombre immense (85 milliards de milliards par millimètre cube). Les atomes oscillent sur place, mais les électrons sautent *en tous sens*, avec une vitesse de 1.000 kilomètres par seconde. Chaque électron est bien soumis à une force de Lorentz (fig. 4); mais, comme les vitesses

des divers électrons sont uniformément réparties entre toutes les directions possibles, toutes les forces de Lorentz ont n'importe quelles directions horizontales, et la partie médiane *AB* du pont, sollicitée en tous sens, ne se déplacera pas. Voilà pourquoi il faut faire passer un courant dans l'induit d'un moteur pour qu'il se mette à tourner;

2° Passons à la figure 7. Comme on le voit par la figure 1, *B'* est réuni au pôle + du secteur; *A'* est relié au pôle -. En conformité avec ce fait d'expérience que les électricités de



LES ÉLECTRONS DANS LES MOTEURS A COURANT CONTINU

(Détail de la figure 1)

FIG. 6

Lorsqu'il ne passe pas de courant, les électrons s'agitent en tous sens et toutes les forces de Lorentz (fig. 4) se font compensation.

FIG. 7

Les électrons sont entraînés en sens inverse du « sens du courant »; par suite de cette vitesse supplémentaire, les électrons sont soumis à des forces de Lorentz, toutes parallèles, qui produisent le déplacement.

nom contraire s'attirent et que les électricités de même nom se repoussent, les électrons libres (1), contenus dans *A'B'*, vont être repoussés par *A'* et attirés par *B'*; ils prendront une vitesse d'ensemble de *A'* vers *B'*, vitesse qui se superposera à la vitesse d'agitation désordonnée (en *AB*, fig. 6), mais vitesse qui interviendra seule dans ce qui va suivre et qui seule a été représentée entre *A'* et *B'* (fig. 7). Cette vitesse d'entraînement est très faible : de l'ordre du mètre par seconde dans les circonstances habituelles (2).

Notons aussi, pour éviter toute confusion,

(1) Qui sont chargés négativement.

(2) La vitesse d'agitation incohérente varie donc tout au plus d'un millionième de sa valeur : mais c'est ce millionième *cohérent* qui entretient la rotation des moteurs.

qu'il ne se déplace rien dans le sens qu'on avait arbitrairement choisi — il y a plus d'un siècle, bien avant qu'on soupçonnât l'existence de l'électron — comme sens du courant : le mouvement de l'électricité (des électrons) s'effectue en sens inverse du sens du courant. C'est, d'ailleurs, à cause de ce fait qu'il faut appliquer la règle des trois doigts de deux façons différentes, suivant qu'on s'occupe du sens du courant (fig. 3) ou du mouvement des électrons (fig. 5).

Chacune des forces de Lorentz (fig. 4) est proportionnelle au champ magnétique et à la vitesse des électrons ; or cette vitesse est d'autant plus grande que le courant est plus intense. Par conséquent, chaque force sera à la fois proportionnelle au champ magnétique et à l'intensité du courant. D'autre part, la force totale (ou force de Laplace) sera d'autant plus grande qu'il y aura plus d'électrons influencés, c'est-à-dire, pour un conducteur de section uniforme, que ce conducteur sera plus long. Nous retrouvons bien cette triple proportionnalité (expérimentale) de la force : 1° au champ magnétique ; 2° à l'intensité du courant ; 3° à la longueur du conducteur. La force de Laplace, qui agit sur une portion de circuit et qui constitue le principe des moteurs électriques, se présente donc comme la somme des forces de Lorentz, qui sollicitent chacun des électrons individuels, dont le déplacement d'ensemble constitue le courant électrique.

Induit et collecteur

Entre nos rigoles de mercure (fig. 1), où s'exercent des efforts de l'ordre du poids d'un décigramme, et les locomotives électriques, qui développent des forces de traction équivalentes au poids de quinze tonnes,

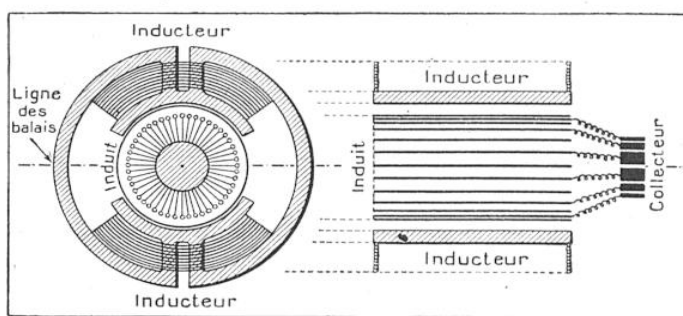


FIG. 11. — UN PETIT MOTEUR USUEL

(puissance : une fraction de ch) pouvant servir pour actionner des ventilateurs, machines à coudre, tours à fraiser des dentistes, nettoyeurs par le vide, ...

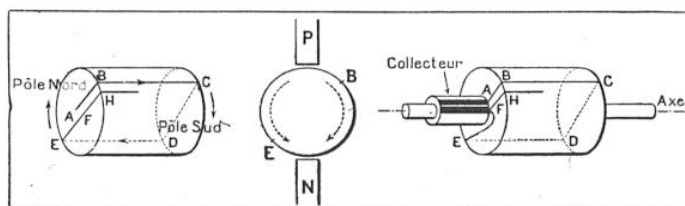
il n'y a que des différences de détail, portant sur deux points principaux :

1° Il faut accroître l'effort utile (dans le rapport de 1 à 10.000.000), d'où l'emploi d'un grand nombre de conducteurs tels que $A'B'$ (fig. 7) ;

2° Il faut assurer la continuité du mouvement, ce qui n'est possible que par un mouvement de rotation.

Ces deux desiderata sont satisfaits par la construction d'organes mobiles appelés *induits*, découverts en 1867 par le Belge Zénobe Gramme, sous une forme qui est, en fait, presque abandonnée aujourd'hui ; les induits actuels remontent à l'Allemand Hefner Alteneck (1872). Sur un cylindre d'acier doux sont bobinées des spires, telles que $A B C D E F$, qui forment un conducteur unique fermé sur lui-même (fig. 8) ; si le courant a le sens $B C$, le conducteur correspondant étant devant un pôle sud, la règle des trois doigts (fig. 3) montre que $B C$ sera sollicité vers l'avant ; au contraire, devant le pôle nord, le sens du courant est $D E$, et il s'ensuit que $D E$ sera sollicité vers l'arrière : l'induit sera donc soumis à un couple moteur et se mettra à tourner.

A la condition, naturellement, qu'il soit traversé par un courant. Il faut employer un contact glissant : le courant est amené à des balais $P N$ et, à chaque instant, l'induit sera coupé en deux moitiés $P B N$ et $P E N$ (fig. 9), en dérivation l'une sur l'autre et parcourues par des courants en sens inverse. D'ailleurs, les balais ne frottent pas directement sur les spires, mais sur un organe spécial, appelé *collecteur*, cylindre de matière isolante (amiante, mica, micanite), monté



INDUIT ET COLLECTEUR

FIG. 8

Cette figure montre le bobinage de l'induit sur un noyau d'acier doux.

FIG. 9

Place des deux balais P et N.

FIG. 10

Connexion entre les spires de l'induit et les lames du collecteur.

sur l'arbre et recouvert de lames de cuivre $A, F, \dots$ isolées (fig. 10); on voit nettement, sur cette dernière figure, les connexions entre les conducteurs de l'induit et les lames du collecteur.

Les balais P et N (fig. 9) sont presque toujours en charbon, plus précisément en un mélange de charbon de cornue et de graphite, moulé et cuit; le charbon est préférable au cuivre, car il détériore moins le collecteur et « crache » moins (1).

La figure 11 représente, dans deux plans perpendiculaires, l'essentiel d'un petit moteur usuel, dont la puissance peut ne pas dépasser 1 hectowatt (2) et qui est très souvent employé dans les petites applications auxquelles nous

avons fait allusion au début de cet article. L'inducteur est tout simplement un électro-aimant qui aura, par exemple, un pôle sud à la partie supérieure et un pôle nord en bas. On représente schématiquement les moteurs comme sur la figure 12. Tous les moteurs (à partir d'une certaine puissance) ne doivent pas être placés directement sur le secteur, lorsqu'ils sont au repos : comme ils ne produiraient alors aucun travail, l'énergie qu'ils recevraient serait trop considérable et les spires de l'induit grilleraient infailliblement. Il est donc nécessaire d'employer un *rhéostat de démarrage*, qui n'augmente le courant que progressivement (fig. 12 et 13).

Moteur-dérivation et moteur-série

Comment va-t-on faire pour « exciter » l'inducteur ou, en d'autres mots, d'où provient le courant qui passe dans ses bobines? On pourrait, par exemple, brancher l'induit sur le secteur et l'inducteur sur une batterie d'accus qu'on rechargerait de temps à autre. Mais c'est là une inutile complication, car, grâce à certaines précautions, on peut se servir du secteur à la fois pour exciter

- (1) Il donne moins d'étincelles pendant la rotation.
(2) Soit un huitième de cheval-vapeur.

l'inducteur et pour mouvoir l'induit. On a alors deux types fondamentaux de moteurs : le moteur-dérivation (1) et le moteur-série.

1° *Moteur-dérivation* : on applique les 110 volts du secteur à l'induit et à l'inducteur (2) (fig. 12). Ce qui caractérise essentiellement ce moteur, c'est que sa *vitesse de rotation est sensiblement constante*, d'où deux avantages parallèles : il ne varie pas de vitesse quand on le fait travailler (d'où son application aux machines-outils) et il ne risque pas de « s'emballer » lorsqu'on cesse de lui demander du travail (il ne s'emballerait pas « à vide »), ce qui permet de supprimer toute surveillance. Lorsqu'on veut, néanmoins, modifier la vitesse de rotation, on

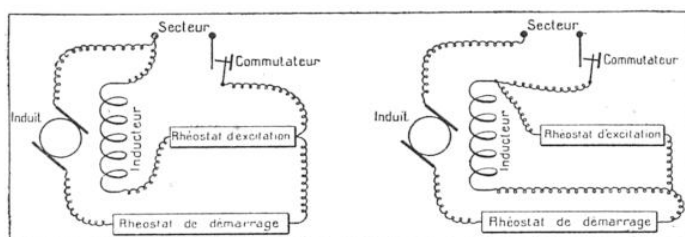


FIG. 12

MOTEUR-DÉRIVATION
(machines-outils)

L'induit et l'inducteur sont en dérivation sur le secteur. Le rhéostat d'excitation sert pour les changements de vitesse : plus sa valeur est grande, plus la vitesse est considérable.

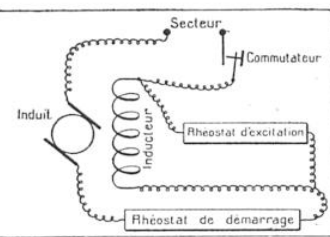


FIG. 13

MOTEUR-SÉRIE
(traction)

L'induit et l'inducteur sont en série sur le secteur. Le rhéostat d'excitation sert pour les changements de vitesse : plus sa valeur est faible, plus la vitesse est grande.

agit sur le rhéostat d'excitation (disposé en série sur l'inducteur) : plus sa valeur est grande, plus la vitesse est considérable ; en particulier, si, par accident, le courant d'excitation (3) tombait au-dessous d'une certaine limite, la théorie et l'expérience montrent que le moteur s'emballerait : il faut donc disposer sur le circuit de l'inducteur un « disjoncteur », qui coupe le circuit dès que le courant d'excitation est insuffisant. Le *sens de rotation* ne change pas si on intervertit les pôles du secteur, car on intervertit alors, à la fois (fig. 3), le champ magnétique et le courant ; le moteur-dérivation pourrait donc, à la rigueur (4), fonctionner sur l'alternatif. Si on désire changer le sens de rotation, il faut arrêter le moteur et intervertir le sens du courant dans l'induit *seul* (au moyen d'un inverseur) ;

2° *Moteur-série* : on dispose l'induit et l'inducteur en série (fig. 13) et on applique

(1) Appelé quelquefois *moteur-shunt* (du mot anglais qui signifie garer : une voie de garage est en dérivation sur la voie principale).

(2) L'inducteur, soumis à une forte tension, doit être très résistant (inducteur à fil fin).

(3) C'est-à-dire le courant qui passe dans l'inducteur.

(4) Cet emploi est inacceptable pour de fortes puissances, car il se produit beaucoup d'étincelles au collecteur.

les 110 volts du secteur à l'ensemble induit + inducteur (1). Ce qui caractérise essentiellement ce moteur, c'est que *son couple de démarrage est considérable* : en partant du repos, il est capable de produire de gros efforts, ce qui est une condition très favorable à la traction ; le moteur-série vient facilement à bout de la force d'inertie et aussi des frottements (dans le cas du démarrage automatique des autos). Par contre, le moteur-série s'emballe dès qu'on ne lui demande plus de travail (il s'emballe « à vide ») ; l'inconvénient est minime, parce qu'il est toujours surveillé : le wattman n'a qu'à couper le circuit dès que la vitesse prend une valeur inquiétante (2). Pour faire varier sa vitesse, on emploie un rhéostat d'excitation (disposé en dérivation sur l'inducteur) : plus sa valeur est faible, plus la vitesse de rotation est grande (3). Le sens de rotation ne change pas si on intervertit les pôles du secteur, car on intervertit alors, à la fois (fig. 3), le champ magnétique et le courant ; le moteur-série peut fonctionner, de manière à peu près satisfaisante, sur l'alternatif. Si on désire changer le sens de rotation, il faut arrêter le moteur et intervertir le sens du courant dans l'induit *seul* (au moyen d'un inverseur).

(1) L'inducteur où passe un courant intense, doit être fait de fil gros.

(2) Dans le cas (exceptionnel) où le moteur-série ne serait pas surveillé, il faudrait disposer un régulateur à boules, capable de couper le circuit lorsque la vitesse de rotation dépasse une certaine valeur.

(3) Si cette valeur devenait nulle (inducteur mis en court-circuit), le moteur-série s'emballerait. On peut remédier à cet inconvénient par un disjoncteur, comme il a été dit pour le moteur-dérivation.

La traction électrique

La traction est la seule branche de l'électromécanique où le règne du courant continu soit à peu près incontesté ; sa supériorité tient principalement à ce qu'il ne gêne pas les signaux (par effets d'induction). La distribution du courant se fait par trois systèmes :

1° Par *caniveau et charrie* dans le centre des villes (le caniveau comporte deux rails conducteurs) ;

2° Par *troisième rail et frotteur* (métros, chemins de fer de banlieue). Les rames de métro sont alimentées par du continu à 600 volts ; chaque motrice possède deux moteurs-série (de 20 kilowatts, par exemple), avec engrenages retardateurs (pour diminuer l'excessive vitesse des induits) ; le réglage se fait par un contrôleur (fig. 14), qui peut accoupler les deux moteurs en série ou en dérivation, avec ou sans intercalation de rhéostats ; le retour s'effectue par les rails ;

3° Par *fil aérien et archet* (ou par fil aérien et trolley), pour les tramways suburbains et les grandes lignes de chemin de fer. La tension choisie (Paris-Vierzon, Bordeaux-Hendaye, ...) est 1.500 volts-continu ; les locomotives électriques sont munies

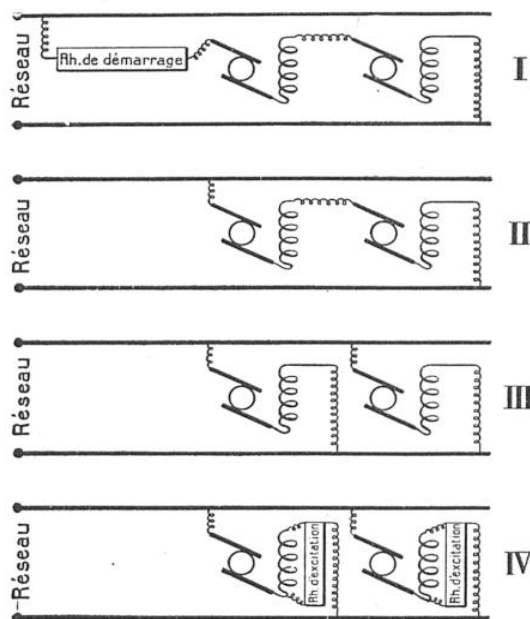


FIG. 14. — UN CONTRÔLEUR DE TRAMWAYS, DE MÉTRO, ETC.

La motrice comporte deux moteurs-série (fig. 13). En I et II, les deux moteurs sont en série. En I, la vitesse est faible, c'est le démarrage. En II, la vitesse est déjà plus grande, mais on n'applique à chaque moteur que la moitié de la tension du réseau. En III et IV, les deux moteurs sont en dérivation. En III, chaque moteur est branché sur la tension totale. En IV, on augmente encore la vitesse en diminuant les valeurs des rhéostats d'excitation. Cette figure explique le rôle des plots principaux, devant lesquels le wattman déplace sa manette. On a, d'ailleurs, négligé un certain nombre de plots intermédiaires.

de moteurs à axe *vertical* (courant total de 1.000 ampères, puissance de 1.500 kilowatts, vitesse maximum de 130 kilomètres à l'heure pour un train de 350 tonnes, effort maximum de traction égal au poids de 15 tonnes).

L'électrification des voies ferrées présente de multiples avantages sur la traction par locomotives à vapeur :

a) Elle permet une accélération deux fois plus grande ;

b) Elle supprime la fumée ;

c) Elle exige un travail moins pénible d'un personnel moins nombreux ;

d) A adhérence égale, les locomotives peuvent être deux fois moins lourdes ; on peut tripler la durée de leur service quotidien ;

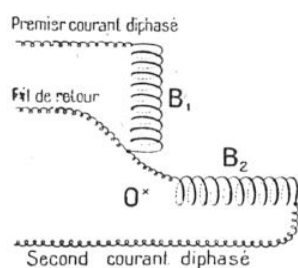
e) Même lorsque l'énergie provient d'une centrale à vapeur (et non d'une usine hydroélectrique), l'électrification réalise une économie de combustible égale aux deux tiers (meilleur rendement des machines, meilleure répartition de l'énergie).

Qu'est-ce qu'un champ tournant ?

Nous en avons fini avec les applications électromécaniques du continu. De tous les moteurs à courants alternatifs ou *alternomoteurs* (1), le plus important, de beaucoup, est le moteur asynchrone ou moteur à champ tournant.

Un courant alternatif est un courant qui change souvent de sens (généralement 100 fois par seconde) ; alors que, dans le

(1) Les moteurs *synchrones* ne diffèrent des moteurs à collecteur, précédemment décrits, que par le remplacement du collecteur par deux bagues circulaires ininterrompues : l'inducteur est alimenté par du continu, ce qui entraîne de grosses complications ; de plus, ces moteurs ont un couple de démarrage nul : on est obligé de les lancer (par divers dispositifs) et ils tournent à vitesse rigoureusement constante (ils risquent de se « décrocher » — de s'arrêter — lorsqu'on leur demande un effort trop considérable).



PRODUCTION D'UN CHAMP MAGNÉTIQUE TOURNANT PAR UN APPAREIL FIXE

FIG. 16

Deux bobines à angle droit sont parcourues par deux courants diphasés. Chacune produit en O un champ magnétique alternatif.

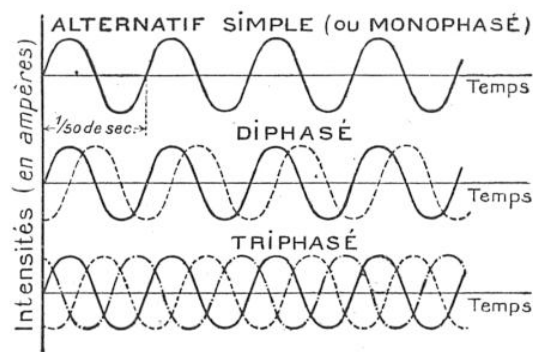


FIG. 15. — LES TROIS PRINCIPAUX COURANTS ALTERNATIFS

L'alternatif simple (tel qu'il est fourni, par exemple, par le secteur de la Rive Gauche de Paris). Deux courants diphasés, se suivant à $1/200$ de seconde. Trois courants triphasés, se suivant à $1/150$ de seconde.

courant continu, les électrons s'écoulent tout le long du circuit (fig. 7), dans l'alternatif, ils se bornent à osciller sur place longitudinalement, par rapport aux conducteurs.

On distingue l'alternatif simple (fig. 15), dont l'emploi est en décroissance (sauf pour les réseaux d'éclairage) et les systèmes polyphasés : on nomme ainsi un ensemble de courants alternatifs (rarement deux, généralement trois), qui « courent

l'un après l'autre » avec un retard constant ; la figure 15 représente aussi des courants diphasés et triphasés. Rien que l'aspect de cette figure montre la grande symétrie du triphasé, dont l'emploi se généralise de plus en plus ; nous expliquerons, néanmoins, sur le diphasé la production des champs tournants, car le résultat est le même qu'en triphasé, et les explications sont infiniment plus simples.

Soient deux bobines identiques, B_1 et B_2 (fig. 16), dont les axes sont à angle droit ; envoyons dans ces bobines les deux courants diphasés représentés par la figure 15 (ces deux courants sortent des deux bobines par le même fil de retour). Chacune d'elles va produire un champ magnétique alternatif, l'un vertical, l'autre horizontal, c'est-à-dire que l'extrémité inférieure de B_1 sera alternativement pôle sud et pôle nord ; de même,

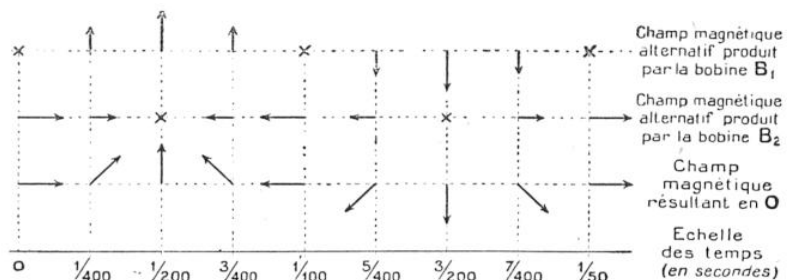
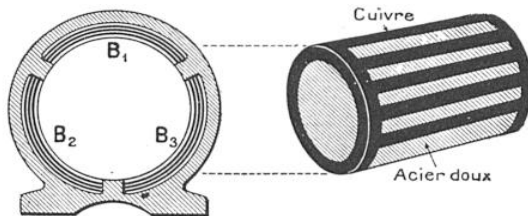


FIG. 17

Ces champs sont représentés, tous les $1/400$ de seconde, par les deux premières lignes. Le champ résultant est constant et tourne dans l'espace à raison de cinquante tours par seconde.

l'extrémité gauche de B_2 sera alternativement pôle nord et pôle sud, mais avec un retard de $\frac{1}{200}$ de seconde (comme on le voit d'après la figure 15). Les champs magnétiques alternatifs, engendrés par B_1 et par B_2 , sont représentés de quatre centièmes de seconde en quatre centièmes de seconde par les deux premières lignes de la figure 17. Au point O (fig. 16), les deux champs partiels se composent, et un simple coup d'œil à la figure 17 montre que le champ résultant aura une intensité constante, mais qu'il tournera à raison de cinquante tours par seconde.

Le résultat serait identique, répétons-le, si on avait pris trois bobines B_1, B_2, B_3 à 120° l'une de l'autre, et si on avait envoyé,



UN MOTEUR ASYNCHRONNE

FIG. 18

LE STATOR, formé par trois bobines B_1, B_2, B_3 parcourues par trois courants triphasés et produisant à l'intérieur un champ magnétique tournant.

FIG. 19

LE ROTOR À CAGE D'ÉCUREUIL, constitué par des barres de cuivre en court-circuit, noyées dans une masse d'acier doux. Ce rotor ne comporte ni collecteur, ni bague, ni balai.

dans chaque bobine, chacun des courants, dont l'ensemble constitue (fig. 15) un courant triphasé.

Quand on y réfléchit, il est tout à fait remarquable qu'on puisse, avec un appareil complètement fixe, réaliser un champ magnétique tournant, identique à celui qui se produirait si on faisait tourner la bobine B_1 (fig. 16), par exemple, autour du point O à raison de cinquante tours par seconde.

Les moteurs asynchrones

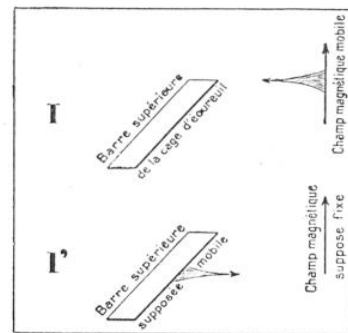
En principe, ces moteurs sont alimentés par du triphasé. La partie fixe, ou stator, est constituée par les trois bobines B_1, B_2, B_3 , dont nous venons de parler, et qui sont représentées par la figure 18. La partie mobile, ou rotor, peut, elle aussi, dans les très gros moteurs, comporter trois bobines périphériques, fermées sur elles-mêmes (1) ;

(1) En marche normale tout au moins.

FIG. 20
FONCTIONNEMENT
DU MOTEUR
ASYNCHRONNE

En I, le rotor est fixe et le champ magnétique (champ tournant) se déplace devant lui de droite à gauche. Mais comme il ne s'agit que de

mouvement relatif, on peut tout aussi bien supposer (I') que le champ magnétique est fixe et que la barre se déplace de la gauche vers la droite avec la même vitesse. Voir la suite (fig. 21).



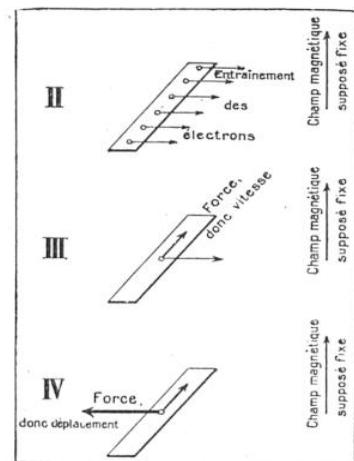
mais, jusqu'aux puissances de 5 kilowatts (6 ou 7 ch), on emploie le rotor à cage d'écureuil (en perspective fig. 19), formé par des barres de cuivre en court-circuit, noyées dans une masse d'acier doux : un tel rotor ne possède ni collecteur, ni bague, ni balai. Il est très important de bien comprendre pourquoi ce rotor, qui n'a aucune relation avec l'extérieur, se met à tourner (1).

Supposons que le rotor (fig. 19), logé dans l'évidement ménagé à l'intérieur du stator (fig. 18), soit au repos ; considérons, en particulier, la barre supérieure de la cage d'écureuil.

(1) Ce que nous allons dire s'applique aussi aux gros moteurs (à enroulements bobinés).

FIG. 21
FONCTIONNEMENT
DU MOTEUR
ASYNCHRONNE
(suite)

D'après la figure 20 I', les électrons du cuivre de la barre supérieure de la cage d'écureuil ont, par rapport au champ, une vitesse dirigée de gauche à droite (II). Mais, d'après la règle des trois doigts (fig. 5), les électrons seront soumis à une force dirigée de l'avant vers l'arrière (III) : ils vont prendre une vitesse ayant même direction et même sens. Il faut alors appliquer une deuxième fois la règle des trois doigts (fig. 5), ce qui montre la production d'une force dirigée de la droite vers la gauche (IV). Le rotor va donc être entraîné dans le même sens (fig. 20, I) que le champ magnétique, ce qu'il fallait démontrer.



reuil (celle qui se trouve en face de la bobine B_1). Le champ magnétique tournant produit par le stator se déplace, par exemple, de la droite vers la gauche (fig. 20, I) ; comme il ne s'agit que de *mouvement relatif*, on peut tout aussi bien *supposer* (fig. 20, I') que le champ magnétique est fixe et que la barre supérieure de la cage d'écureuil se meut, avec la même vitesse, de la gauche vers la droite.

Reportons-nous maintenant à la figure 21, II : les électrons du cuivre sont entraînés vers la droite par rapport au champ magnétique (toujours supposé fixe) ; nous sommes donc dans le cas (fig. 4 et 5) d'électrons qui se déplacent en bloc dans un champ magnétique ; ils vont être soumis à une force, et la règle des trois doigts nous montre que cette force sera dirigée de l'avant vers l'arrière (fig. 21, III). Sous l'influence de cette force, les électrons vont être propulsés vers l'arrière (1). Nous avons à nouveau affaire à des électrons mobiles (de l'avant vers l'arrière) dans un champ magnétique : nous pouvons appliquer une deuxième fois la règle des trois doigts (fig. 5), et il s'ensuit une force (fig. 21, IV) dirigée de la droite vers la gauche qui va entraîner le rotor. Conséquence : le rotor se déplacera dans le sens du mouvement du champ magnétique (fig. 20, I). Il est intéressant de constater que des considérations électroniques *très élémentaires* permettent de rendre intuitif le fonctionnement — fort complexe — de ces moteurs : je ne pense pas que cette explication ait jamais été donnée, et elle semble susceptible d'intéresser les lecteurs qui sont familiarisés avec ces questions.

Nous venons de montrer, sans difficulté, que le rotor est entraîné par le champ tournant. La vitesse du rotor sera *nécessairement* plus petite que celle du champ magnétique : en effet, si le rotor atteignait spontanément la vitesse du champ, il serait au repos par rapport à lui ; l'entraînement des électrons (fig. 21, II) n'existerait plus ; en définitive, la force (fig. 21, IV) s'annulerait, et les frottements inévitables obligeraient la vitesse du rotor à diminuer. Un tel moteur ne peut tourner synchroniquement avec le champ magnétique : il est obligatoirement *asynchrone*.

Si le champ tourne à raison de cinquante tours par seconde, le rotor tournera, par exemple, à raison de quarante-huit tours par seconde ; la différence relative $\frac{50 - 48}{50}$

= 4 % s'appelle le « glissement relatif » du moteur (dans les conditions qui viennent d'être admises).

Les moteurs asynchrones présentent les caractères suivants :

1° En marche normale tout au moins, ils n'exigent ni collecteur, ni bagues, ni balais ;
2° Ils n'ont pas besoin de courant continu ;
3° Le couple de démarrage est très notable : ils démarrent tout seuls ;

4° Ils ne risquent pas de se décrocher ;

5° Leur vitesse varie peu ;

6° Pour changer le sens de rotation, on arrête le moteur (en coupant le circuit du stator), et on inverse les connexions des bobines B_2 et B_3 (fig. 18) par rapport à B_1 , ce qui inverse le sens de rotation du champ.

Ces précieuses qualités font des moteurs asynchrones des appareils extrêmement pratiques. Si leur application à la traction à basse fréquence (non plus cinquante, mais vingt-cinq ou même quinze périodes par seconde) ne s'est pas encore généralisée, ces moteurs sont parfaitement adaptés aux usages industriels ; ils joueront un rôle important dans les projets d'électrification des campagnes, car les campagnes s'électrifient presque exclusivement en triphasé ; le triphasé (à cinquante périodes) convient parfaitement à l'éclairage, mais on conçoit l'avenir des moteurs asynchrones pour le labourage électrique, la propulsion des moteurs secondaires, des batteuses, des pompes pour l'adduction d'eau et l'irrigation.

Dans toutes les directions que nous avons rappelées au début de cette étude, les moteurs électriques ont pris une place importante dans l'activité contemporaine. Au premier rang des moteurs actuellement en faveur, il faut placer le *moteur-série* (fonctionnant sur continu) pour la traction (et aussi pour le démarrage des autos) et le *moteur asynchrone* (fonctionnant sur triphasé) pour les autres usages. Si les phénomènes dont ils sont le siège ont pu être décrits en quelques pages, avec le minimum de difficultés, nous devons en être reconnaissants aux théories électroniques, monopolisées par les physiciens, auxquels on peut reprocher d'en avoir abandonné la vulgarisation à des bonnes volontés généralement incompetentes : l'électron permet de rendre concrètes et quasi familières des lois, dont l'abstraction est rébarbative et qui, même, ne peuvent s'exposer qu'au moyen de développements mathématiques réservés aux spécialistes.

MARCEL BOLL.

(1) On dit habituellement qu'il prend naissance un courant « induit » (naturellement, fig. 7, dirigé de l'arrière vers l'avant).

LA ROUTE DE L'AVENIR SERA-T-ELLE MÉTALLIQUE ?

Par le Général GASCOUIN

Parmi les nombreuses causes d'usure qui abrègent la vie des routes, l'action du pneumatique, comme du bandage plein, est l'une des plus néfastes, car celle-ci s'exerce en « grattant », pour ainsi dire, la surface de la route pour y prendre un point d'appui et transmettre la puissance propulsive du moteur. La circulation automobile augmentant sans cesse et les vitesses croissant toujours, les techniciens se sont demandé comment se comportera la route de demain, comment on l'établira, comment on l'entretiendra, en tenant compte de l'expérience d'aujourd'hui. Dans cet ordre d'idées, de nombreux essais de matériaux spéciaux ont été poursuivis, depuis les pavés de pierre, le goudron, le béton, l'asphalte, jusqu'au revêtement silicaté et aux briques résistantes de texture spéciale. Nous avons déjà exposé à nos lecteurs, sous la signature d'un des spécialistes les plus autorisés, M. Bourgeois, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées (1), quelles avaient été les recherches effectuées dans ce domaine, quels en étaient les résultats, quelles tendances elles pouvaient déterminer. Il nous a donc paru intéressant de montrer, dans l'étude ci-dessous, les nouvelles méthodes mises en œuvre pour la construction des routes, capables de résister, pour ainsi dire, indéfiniment, à l'arrachement des véhicules plus ou moins rapides, munis de pneumatiques ou de bandages pleins. L'antique pavage de pierre ne sera-t-il plus bientôt qu'un souvenir, devant le pavage moderne en fonte (pavage métallique), ce qui présenterait des avantages de conservation et constituerait, en outre, un nouveau débouché pour nos industries métallurgiques. Le général Gascoûin, l'un de nos techniciens les plus éminents, a étudié spécialement ce problème, et il nous montre ici les résultats déjà encourageants qui ont été obtenus suivant la constitution et la forme des pavés métalliques employés.

Le pavage métallique est un intéressant débouché pour les usines métallurgiques

NOTRE métallurgie, qui possède une grande puissance de production comme fonte et comme acier, pourrait fournir davantage encore, si des débouchés intéressants, notamment à l'intérieur du pays, lui étaient offerts.

Cette recherche de débouchés intérieurs doit être une des préoccupations de tous les Français, car une nation n'est vraiment grande, industriellement parlant, que si elle dispose d'un tonnage important de métal. En outre, son avenir industriel et, par suite, agricole, commercial et financier n'est assuré que dans la mesure où elle aura su constituer des réserves de métal suffisantes pour parer à la disette de fer, de fonte et d'acier, qui ne manquera pas de se produire dans un temps plus ou moins rapproché.

Il faudrait un siècle et demi ou deux siècles, dit-on, à l'allure actuelle de notre extraction de minerai, pour voir se raréfier extrêmement celui-ci. Nous garantirions nos

descendants contre le manque très grave de métal en mettant en stock un million de tonnes de fonte par an. Cela ne représente guère en argent qu'un demi-milliard de francs, la centième partie de notre budget annuel et, comme tonnage, la dixième partie de notre production annuelle de fonte. C'est peu de chose pour le budget, peu de chose pour la production actuelle de métal et, pourtant, comme la fonte ne se détruit pas, ce serait, d'année en année, une accumulation de métal infiniment précieuse pour nos descendants.

La fonte utilisée au pavage peut être facilement récupérée

Il convenait de trouver un moyen pratique, c'est-à-dire productif si possible, de stocker la fonte que l'on voudrait mettre en réserve pour l'avenir.

Nous avons cru devoir préconiser, depuis plusieurs années, le pavage en pavés de fonte de certaines routes particulièrement importantes comme trafic.

Cette idée aurait pu paraître absurde avant l'automobile. Elle semble correspondre, au contraire, à une amélioration pratique, dès qu'il ne s'agit plus que des roues caout-

(1) Voir l'article de M. Bourgeois sur la route moderne, dans le n° 127, de janvier 1928, page 39, de *La Science et la Vie*

choutées et présenter même des avantages incomparables au point de vue de la facilité de la circulation, de la sécurité, de la solidité et, surtout, au point de vue de la durée.

Pour récupérer la fonte, en cas de besoin, il suffirait d'enlever le pavage et de faire rouler les automobiles, provisoirement du moins, sur la fondation de béton, inséparable, à notre avis, du pavage en fonte.

Les spécialistes de la route, consultés sur ce sujet, estiment qu'on pourrait rouler pendant une ou plusieurs années sur cette fondation (1), couverte ou non par un enduit approprié. L'enlèvement de la fonte, formant pavage sur une route donnée, n'annihile donc pas celle-ci et la fonte employée au pavage est récupérable. C'est le premier point à retenir ici. Ajoutons-y cette remarque que la fonte récupérée, après un grand nombre d'années, a une valeur sensiblement égale à celle de la fonte neuve. Autrement dit, les sommes employées à établir un pavage en fonte sont de l'argent avancé et non pas dépensé.

Que coûterait le pavage en fonte ? Les divers pavés en essai : I. — Le pavé plein

Néanmoins, il convient de préciser l'importance des sommes qui, par mètre carré de pavage, peuvent ainsi être immobilisées pendant des années. Il semble, d'ailleurs, *a priori*, exis-

(1) En attendant, par exemple, un pavage de pierre, de brique, de grès cérame, etc., pour remplacer les pavés de fonte enlevés.

ter de grandes différences de prix de revient d'un type de pavage à un autre.

Le premier type de pavage en fonte mis récemment en essai sur la voie publique est celui du Mans (avenue Léon-Bollée) (fig. 1).

Posé (1) en mars 1927, il est comme à l'état de neuf et donne toute satisfaction, même aux conducteurs de chevaux, en raison des saillies, très nettes et très détachées, de sa face supérieure, qui empêchent le glissement des fers des chevaux sur la fonte.

Ce type de pavé plein, de forme aplatie, correspond à un volume de fonte d'environ $5 \text{ cm}^3 \frac{1}{2}$ par centimètre carré de surface (2), soit à un tonnage d'environ 380 à 400 kilogrammes au mètre carré de pavage, joints déduits.

En prenant comme base un prix *théorique* de 600 francs la tonne, rendue à pied d'œuvre, pour la fonte, ce pavage revient à 240 francs de fonte au mètre carré, sensiblement le double du pavage en granit ou en porphyre.

II. — Le pavé creux rempli de ciment

Le second en date des pavages en fonte, mis à l'essai sur la voie publique, est un pavé creux, rempli de ciment. C'est celui de Rosny-sous-Bois (route de Bondy) (fig. 2). Posé (3) en no-

(1) 25 mètres carrés environ de pavés de fonte pleins, fournis par la Fonderie Chapée du Mans.

(2) Volume que nous appellerons *volume unitaire*.

(3) 150 mètres carrés environ de pavés de fonte creux commandés par le département de la Seine aux Fonderies de Pont-à-Mousson.

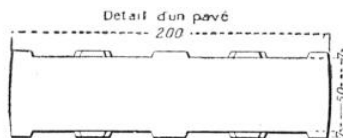
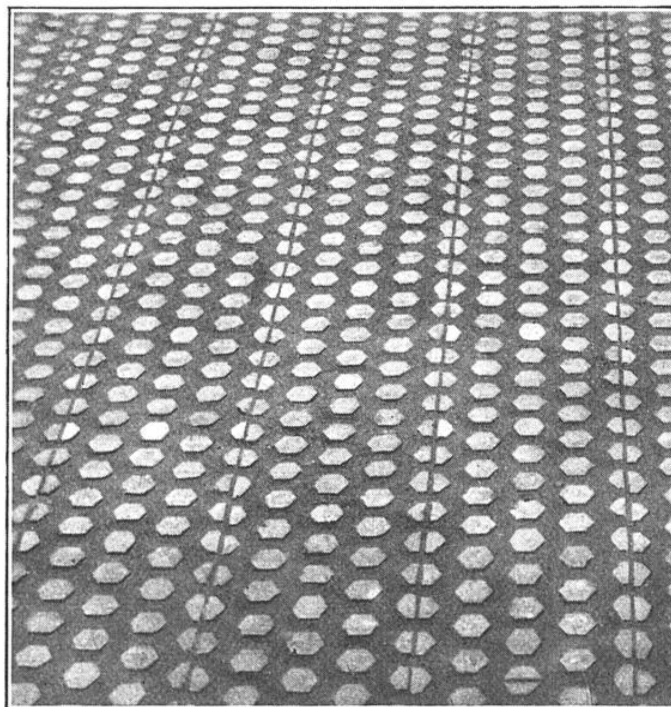


FIG. 1. — PAVÉ DE FONTE PLEIN EN ESSAI AU MANS
Le volume unitaire de ce pavé (nombre de cm^3 de fonte par cm^2 de surface du pavé) est de 5,5, ce qui correspond à environ 380 kilogrammes de fonte par mètre carré de pavage (joints compris).



PHOTOGRAPHIE D'UNE PORTION DES VINGT-CINQ MÈTRES CARRÉS DE PAVAGE EN FONTE (PAVÉS PLEINS) EN ESSAI DEPUIS FIN MARS 1927 AU MANS (AVENUE LÉON-BOLLÉE)

vembre 1927, il donne toute satisfaction aux automobilistes, mais non pas également aux conducteurs de voitures à chevaux, encore assez fréquents à cet endroit, en raison des saillies trop faibles, trop serrées, de sa surface pour empêcher le glissement des fers des chevaux.

Cela n'enlève rien aux qualités de ce pavé pour les routes destinées à l'automobile.

Ce type de pavé, de forme cubique, plus profond que le précédent, correspond à un volume unitaire de fonte de $4 \text{ cm}^3 \text{ } 8$, soit à un tonnage d'environ 280 kilogrammes au mètre carré de pavage, joints déduits (pour quatre-vingts pavés au mètre carré).

Ce pavage reviendrait à 170 francs de fonte environ au mètre carré.

Les pavés à l'étude sont du type des pavés creux, dont le vide, comme dans le pavé de Rosny, est rempli de ciment ou de béton de ciment, bien adhérent au métal, afin de rendre le pavage insonore et de faciliter l'adhérence des pavés entre eux, une fois jointoyés au ciment, au brai, etc.

III. — Pavé creux rempli de ciment, à une seule face de roulement

Ce type nouveau se distingue des types précédents par sa non-réversibilité.

De même qu'on n'utilise plus, sur les voies ferrées, le rail d'acier à double champignon parce qu'en pratique on n'avait pas occasion de recourir au retournement, de même il a semblé que la face supérieure du pavé en fonte durerait assez longtemps avant d'être usée pour qu'on n'ait pas à prévoir un changement de face.

De plus, en matière de pavage en fonte, on n'aura pas

à reculer devant le remplacement d'un type de pavage par un autre, puisque les pavés anciens que l'on retire ont sensiblement la même valeur de fonte que les nouveaux...

On arrive, avec le type de la figure 3, à une économie sérieuse : 108 francs de fonte au mètre carré, au lieu de 170 et 240 francs dans les deux types précédents.

Or le bon pavage de Paris, avec petits pavés rectangulaires de pierre dure, revient à 110 francs ou 120 francs le mètre carré. On arriverait donc à paver avec la fonte, dans des conditions de prix au moins

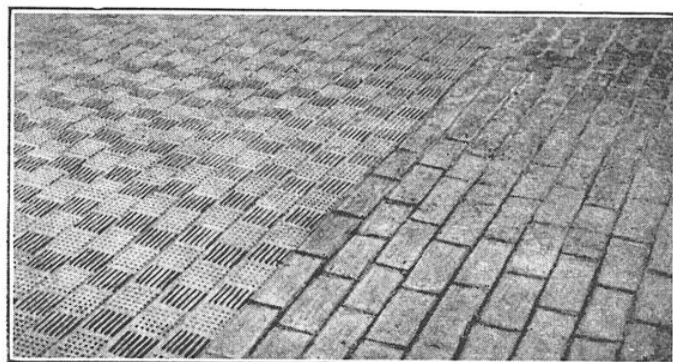
aussi bonnes qu'avec le pavé le meilleur.

Il convient d'ajouter que la fonte est de provenance française, alors que le pavé de pierre ne l'est pas toujours.

IV. — Pavé spécial dissymétrique à une seule face de roulement pour circulation à sens unique

Ce type de pavé (fig. 4) peut être employé avec un avantage évident, non seulement dans les rues à sens unique et vitesse modérée, mais encore, et surtout, pour favoriser la grande vitesse sur le côté des larges rues ou des larges routes de l'avenir, là où le sens de la circulation est parfaitement indiqué.

Il peut aussi être employé — avec des dimensions plus grandes et des reliefs plus accentués — en sens inverse du sens précédent, favorable à la vitesse, pour restreindre, au contraire, celle-ci au lieu de la favoriser. Il est alors susceptible de rendre de grands services, soit dans les villes pour les rues en pente, à la descente desquelles se produisent des accidents par excès de vitesse, soit sur les routes à pente raide en pleine campagne ou



PAVAGE DE FONTE (PAVÉS CREUX REMPLIS DE CIMENT) EN ESSAI, DEPUIS NOVEMBRE 1927, A ROSNY-SOUS-BOIS (ROUTE DE BONDY), PRÈS DE PARIS

A gauche, les pavés de fonte ; à droite, l'ancien pavé de pierre.

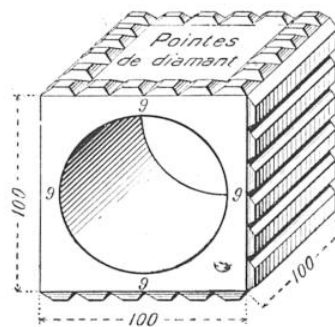


FIG. 2. — COUPE D'UN PAVÉ CREUX EN FONTE DE ROSNY-SOUS-BOIS

Volume unitaire du pavé $4,8$ à 5 , soit 280 kilogrammes de fonte au mètre carré. Le creux du pavé est rempli de ciment. Les « pointes de diamant » existent sur toute la surface de roulement.

en montagne, notamment lorsqu'elles longent des ravins dangereux.

Le volume unitaire de fonte du pavé pour sens unique destiné à favoriser la vitesse est voisin de 4 centimètres cubes, mais celui du pavé destiné, au contraire, à la limiter dans les descentes (plus profond, plus solide, plus lourd que l'autre), peut atteindre 8 et 10 centimètres cubes.

Il peut coûter 130 à 140 francs le mètre carré dans le premier cas, de 200 à 300 francs dans le second.

Ce qu'il faut penser du pavage en métal

Jusqu'ici, la qualité du métal n'a pas été envisagée, malgré son importance. Il est clair que la résistance à la compression et au choc est particulièrement à rechercher dans ce métal. Il convient d'employer, de préférence, des fontes grises, très homogènes, notamment pour les pavés à parois relativement minces (type 3). Il convient aussi, surtout pour les pavés à face de roulement unique, d'employer tous les procédés susceptibles de durcir la fonte de cette face, de manière à diminuer encore l'usure du métal par le caoutchouc.

Enfin, on sera amené, dans certains cas, à adopter des pavés en fonte aciérée au lieu de fonte ordinaire, comme il est dit plus loin, pour certains pavages plus exposés aux chocs des lourds fardeaux (1).

Il est évident que la fonte ordinaire ou même aciérée se prête mieux que la plupart des autres matériaux au choix méthodique des surfaces de roulement, rendues ainsi non seulement plus durables, mais encore beaucoup plus variées, plus rationnelles, plus adaptées aux besoins nouveaux de la circulation automobile.

En ce qui concerne l'usure du caoutchouc par le revêtement du pavage, ou l'usure du pavage par le caoutchouc, il convient d'attendre le résultat des expériences à faire à la piste d'essais spéciale de Vincennes. Nul ne peut dire actuellement, de façon certaine, quels sont les dispositifs, les dessins, les combinaisons de creux et de reliefs

(1) Ceux des quais des ports de mer, ceux des gares de petite vitesse sont dans ce cas

qui conviennent le mieux pour les diverses hypothèses de vitesses, sur pistes, sur routes ou dans les rues des villes.

La surface de roulement pourra être couverte de bandes parallèles ou obliques, en relief ou en creux ; elle pourra être quadrillée, gaufrée en relief ou en creux (1) avec éléments plus ou moins larges, plus ou moins profonds, plus ou moins en relief ; elle pourra être lisse presque partout, avec

de simples bossettes assez espacées pour l'usure minima et assez rapprochées pour assurer l'adhérence. Ce que l'on peut affirmer, c'est qu'il existe une infinité de moyens donnés par la fonte pour assurer la facilité de roulement avec le moins de vibrations, avec la moindre usure, avec le moins de dérapages, et que ces moyens nouveaux, une fois connus, par l'expérience acquise, sont susceptibles d'accroître le rendement, de diminuer les accidents et de favoriser l'expansion de l'automobile en France.

Le pavé plein est naturellement le plus dense et le plus stable, à « queue » égale, de tous les types de pavés. C'est le genre pavage du Mans adopté, semble-t-il, déjà, par certains entrepreneurs américains.

Il est particulièrement indiqué, malgré son prix plus élevé, pour le pavage de certaines places publiques très fréquentées, de certains carrefours importants, à circulation

intense, où les réfections périodiques sont le plus gênantes.

Il peut alors présenter des reliefs, des bossettes très accentués, sans inconvénient grave pour les pneus, puisque ces applications citadines n'ont pas à prévoir de grandes vitesses pour les véhicules.

Il est évident que, dans tout pavage de pierre, de brique ou de métal, une forte densité de la matière contribue à la stabilité.

Le pavé de fonte plein est donc préférable, à cet égard, au pavé creux, mais il

(1) Le gaufrage en creux se prête bien aux applications de peinture dans un but de signalisation routière ou de publicité. Ce dernier avantage, spécial au pavage de métal moulé, pourrait fournir au budget des villes ou de l'Etat une compensation sérieuse aux sacrifices pécuniaires nécessités par l'installation du pavage métallique.

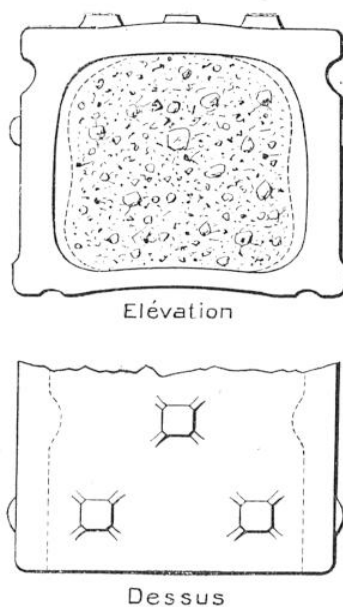


FIG. 3. — TYPE DE PAVÉ DE FONTE CREUX NON RÉVERSIBLE

Le volume unitaire de fonte est de 3, ce qui correspond à environ 170 kilogrammes de fonte par mètre carré.

convient de remarquer que la densité de celui-ci est encore supérieure à celle des pavés les plus denses de pierre ou de brique. Elle atteint, en effet, 3,8 ou 4, alors que la densité des pavés de pierre ou de brique varie entre 2,2 et 2,9. Cette supériorité de poids, de masse, d'au moins 30 %, du métal sur la pierre pourrait inciter, semble-t-il, à protéger les passants des villes, soit sur les refuges avec quelques dalles de fonte surélevées aux endroits exposés, soit en bordure de certains trottoirs.

La fonte aciérée peut être également employée

Il n'a pas été fait état, jusqu'ici, des ressources nouvelles que peut procurer au pavage des routes et des villes l'emploi de la fonte aciérée, non seulement pour la circulation automobile, mais pour les autres genres de circulation, à véhicules hippomobiles notamment, car la fonte aciérée est pratiquement incassable par les véhicules même à roues non caoutchoutées.

Ce matériau nouveau (1), que l'administration militaire a été si lente à accueillir avant 1914 et qu'elle a adopté avec tant d'empressement au bout de quelques semaines de guerre, semble n'avoir pas, aujourd'hui, beaucoup plus de faveur auprès des entrepreneurs civils.

La fonte aciérée est facile à fabriquer en grande quantité, et c'est encore un produit national. Sa résistance à la compression est sensiblement double de celle de la fonte, ce qui permet d'économiser notablement le tonnage.

Son emploi est particulièrement indiqué dans tous les types creux décrits plus haut, notamment les plus légers, soit pour les pavages de certaines rues ou places publiques, soit, en raison du plus faible tonnage de transport qu'elle demande, pour tous les travaux routiers éloignés des centres métallurgiques — peut-être même pour nos colonies.

L'acier conserve ses avantages

Si la fonte aciérée peut remplacer la

(1) Inventé à l'arsenal de Douai, par le colonel d'artillerie Herment, plusieurs années avant la guerre.

fonte ordinaire, elle ne saurait pourtant tenir lieu d'acier dans la plupart des cas.

L'avantage de l'acier, c'est, d'une part, d'être fabriqué en France sous un fort tonnage, comparable à celui de la fonte (9 à 10 millions de tonnes); d'autre part, de n'exiger, comme nous allons le voir, qu'un tonnage relativement faible au mètre carré de pavage.

Il pourrait donc, pour une longueur de route donnée, lutter comme prix, semble-t-il, avec la fonte et la fonte aciérée et avoir une durée comparable — presque indéfinie — puisqu'il est maintenant facilement rendu inoxydable à l'air.

Nous n'avons pas l'intention, pour ne pas allonger cet article, de nous étendre sur la forme des divers profils et de la surface de roulement du pavé d'acier. Ce qui précède est applicable dans une certaine mesure à l'acier. Quant à la fabrication, il semble, dans l'état actuel de la question, qu'elle puisse être réalisée assez facilement en partant des tubes d'acier à section carrée ou rectangulaire. On peut, par exemple, partir d'un tube carré de 10 centimètres de côté, de 8 à 10 millimètres d'épaisseur et scier le tube à la longueur voulue pour les pavés ou les dalles. On obtiendrait ainsi un pavage comparable à celui de fonte aciérée avec moins de tonnage encore de métal à transporter à pied d'œuvre, un quintal et demi au mètre carré environ.

Il n'est pas impossible qu'avec les ressources très variées offertes par la fonte, la fonte aciérée et l'acier, on arrive à trouver à la fois :

1^o Pour la métropole, une formule de route (ou tout au moins de partie axiale de route de grand trafic), très roulante, durable et sûre pour assurer les transports automobiles de l'avenir ;

2^o Pour les colonies, une formule tout autre de route ou de piste n'exigeant qu'un faible tonnage de métal, préférable à la formule, un peu trop traditionnelle, de la voie ferrée.

GÉNÉRAL GASCOUIN.

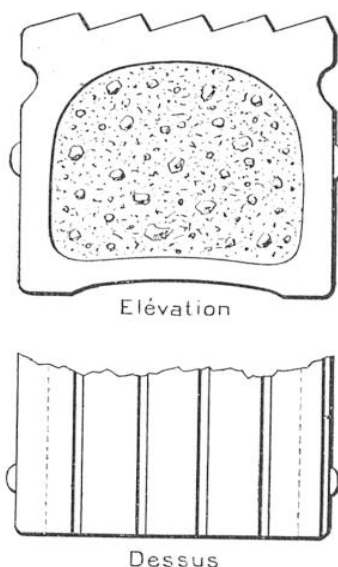
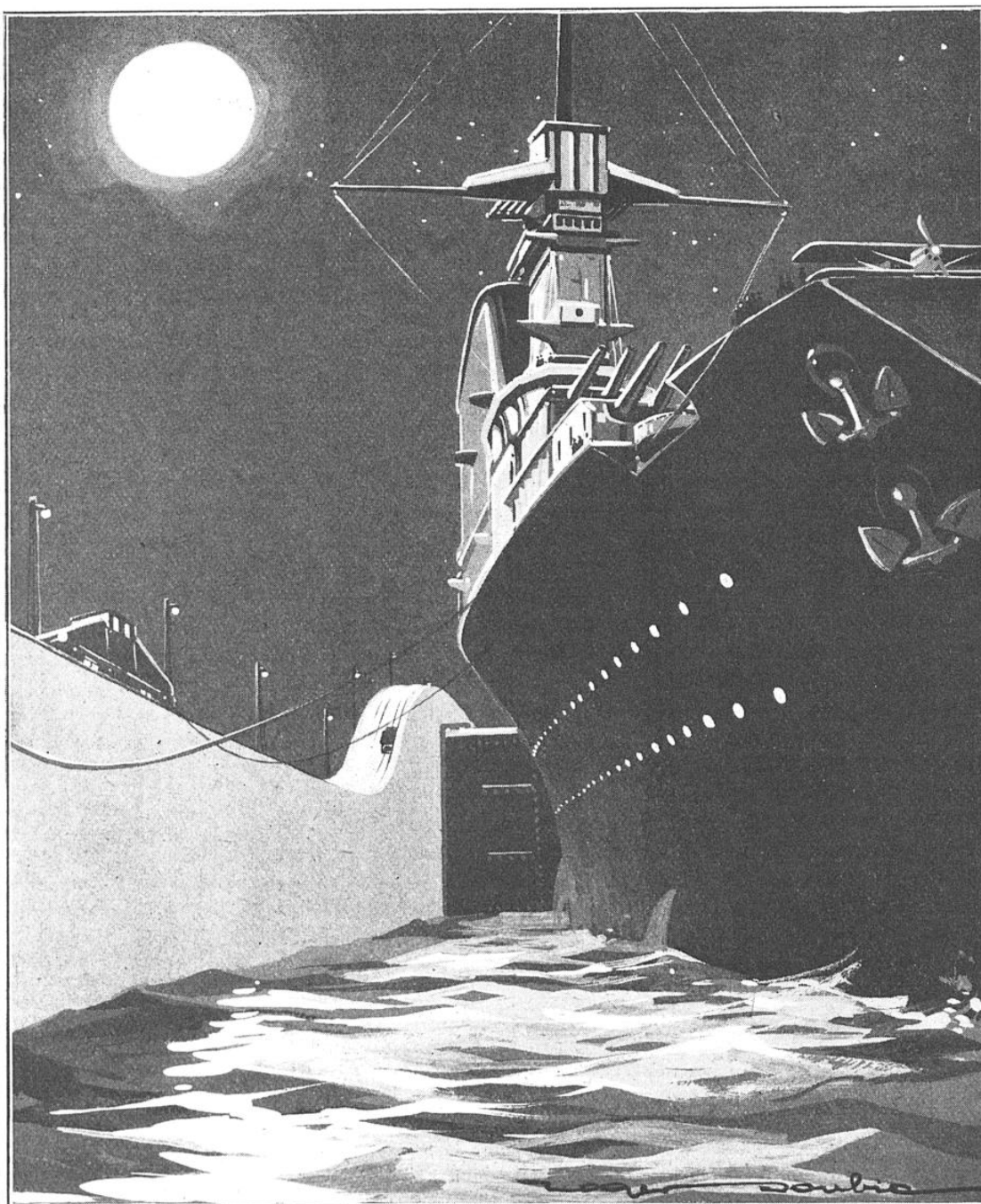


FIG. 4. — TYPE DE PAVÉ SPÉCIAL POUR RUES A SENS UNIQUE OU POUR DESCENTES RAPIDES

Dans le cas du sens unique sur route normale, la circulation se fait de gauche à droite. Dans une descente rapide, elle se fera de droite à gauche. L'inclinaison des stries favorisera le freinage. Volume unitaire de fonte 4 à 5. Poids de fonte au mètre carré, 250 kilogrammes environ.



ASPECT D'UNE ÉCLUSE DU FUTUR CANAL DE NICARAGUA, OU LES BATIMENTS DES PLUS FORTS TONNAGES POURRONT ÉVOLUER AISEMENT (D'APRÈS UNE MAQUETTE)

En se reportant à la photographie d'une écluse du canal de Panama (page 483), on constate que les grandes unités navales n'y circulent qu'avec peine et que les dimensions de ces écluses limitent le tonnage des bâtiments américains appelés à les franchir, pour passer de l'océan Atlantique dans l'océan Pacifique. Aussi, le canal de Nicaragua, encore à l'étude, est-il largement calculé pour donner passage aux plus grands navires de l'avenir. Eclairage électrique, tracteurs également électriques sont prévus pour faciliter, de nuit comme de jour, leur passage à travers les écluses du futur canal.

LE CANAL DE PANAMA SERA-T-IL DOUBLÉ PAR LE CANAL DE NICARAGUA ?

Par Henri LE MASSON

Il y a treize ans, l'ouverture du canal de Panama, entre les deux océans Atlantique et Pacifique, a constitué un événement considérable dans l'évolution des communications maritimes internationales. Son trafic est passé de 6.125.000 tonnes en 1919, à 26 millions de tonnes environ en 1926, et l'on prévoit qu'il dépassera 50 millions de tonnes dans l'état actuel. Si même on peut réaliser, un jour, la navigation nocturne, ce chiffre, déjà colossal, sera doublé. A priori, il ne semblerait donc pas que le doublement d'un tel canal s'imposât pour l'instant. Mais des considérations d'ordre politique, économique et surtout militaire inciteraient les Etats-Unis à construire un second canal, plus important encore que le premier, en tenant compte de ce que les dimensions des écluses du canal de Panama sont presque déjà insuffisantes pour le passage des navires de gros tonnage de la flotte américaine. La conférence de Washington, de 1921-1922, limite bien le développement des armements, mais il est probable que cette convention ne demeurera pas éternelle, et comme « gouverner, c'est prévoir », l'Amérique se préoccupe déjà de se créer un nouveau passage entre le Pacifique et l'Atlantique, de façon à ne pas entretenir sans « intercommunications » deux flottes distinctes. C'est un problème d'ordre international, dont l'importance ne doit échapper à personne, si l'on suit au jour le jour les événements politiques qui se manifestent au nouveau continent. Au point de vue exclusivement économique et technique, qui nous intéresse seul ici, il est bon d'examiner le tracé définitif que pourra utiliser un semblable canal de 500 kilomètres, empruntant, par exemple, le grand lac de Nicaragua, dont la longueur atteint 160 kilomètres. La question d'un nouveau percement, à travers le Centre-Amérique, d'une nouvelle voie maritime interocéanique est un des sujets qui soulèvent, pour l'avenir, des problèmes complexes d'une réelle importance.

LA question du canal du Nicaragua est à l'ordre du jour. Il s'agit de percer à nouveau l'isthme de Panama et, dans quelques années, d'ouvrir au trafic Atlantique-Pacifique une nouvelle voie de communication. A première vue, un travail de cette importance ne s'impose pas — tout au moins dans des délais si rapprochés. Le canal de Panama est ouvert à la navigation depuis treize ans, et, bien que son trafic ait plus que quadruplé en quelques années, passant de 6.125.000 tonnes en 1919, première année d'exploitation à peu près normale (le canal a été ouvert à la navigation le 15 août 1914 !...), à 26 millions de tonnes en 1926, il ne semble pas que sa capacité maxima soit près d'être atteinte. On l'évalue à 50 millions de tonnes et même à 100 millions de tonnes, après quelques travaux d'importance secondaire (par comparaison avec la construction d'un nouveau canal), tels que l'éclairage sur toute la longueur pour permettre la navigation nocturne et rendre possible la traversée de nuit comme de jour.

Si l'on considère la tâche formidable que

représente le percement d'un canal trans-océanique à écluses, il n'est pas étonnant que les autorités américaines se préoccupent déjà des mesures à prendre pour assurer une extension nouvelle du trafic.

L'intervention récente des forces américaines au Nicaragua montre que, si le canal de Nicaragua doit être réalisé, les États-Unis veulent s'en assurer la maîtrise, comme ils se sont déjà assuré celle du canal de Panama. D'où les débarquements de troupes, qui permettront d'éliminer les éléments de troubles — le programme proposé de rénovation financière, qui assurera leur contrôle absolu sur les faits et gestes du gouvernement local — la réorganisation projetée d'une police avec cadres et instructeurs américains, qui maintiendrait définitivement l'ordre pour le plus grand bien des intérêts des États-Unis.

La conférence navale de Genève (juin 1927) a confirmé les préoccupations des États-Unis. Ils ont déclaré, en principe, qu'il ne serait pas question des problèmes soulevés par l'existence du canal de Panama ni de leurs nouveaux projets.

Le développement industriel des Etats-Unis exige des débouchés nouveaux

L'intérêt que les États-Unis portent à leurs frères d'Amérique du Sud ne procède pas uniquement de leur fidélité aux principes énoncés dans la doctrine de Monroe, mais surtout de leurs

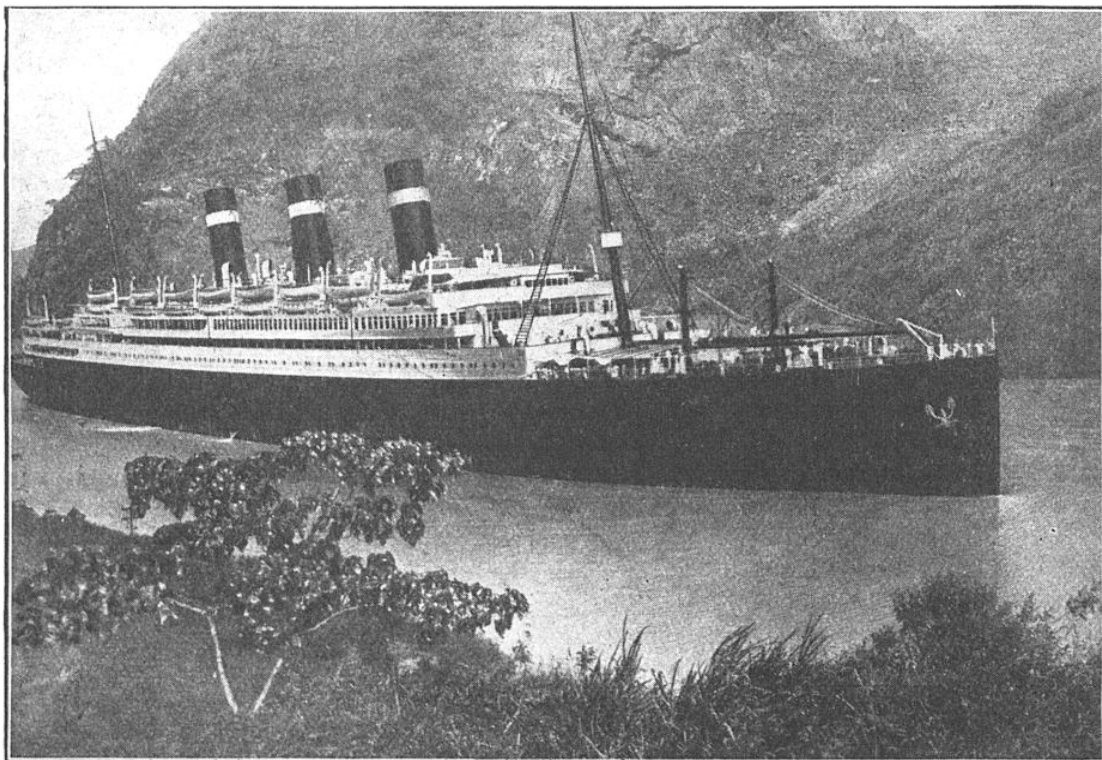
besoins économiques. Longtemps, la grande industrie américaine a pu se contenter de son immense marché intérieur pour trouver les débouchés qui lui étaient nécessaires. Washington ne commença à se préoccuper d'intensifier le commerce extérieur que peu



CETTE PHOTOGRAPHIE DU CANAL DE SUEZ FAIT RESSORTIR, PAR OPPOSITION AVEC LA VUE CI-DESSOUS, LA FACILITÉ D'ÉTABLISSEMENT D'UN CANAL DE PLAINE PAR RAPPORT A CELUI D'UN CANAL DE MONTAGNE

d'années avant la guerre, lorsque la production dépassa sérieusement les besoins de la consommation locale, et, dès ce moment là, s'intéressa davantage aux républiques centre et sud-américaines. Les événements précipitèrent cette évolution, la guerre ayant donné un essor nouveau à la production

américaine — tant par suite du développement de la capacité productive des grandes industries, développement facilité par les commandes importantes reçues des nations belligérantes, que parce qu'il fallait répondre aux demandes des États neutres, en Amé-



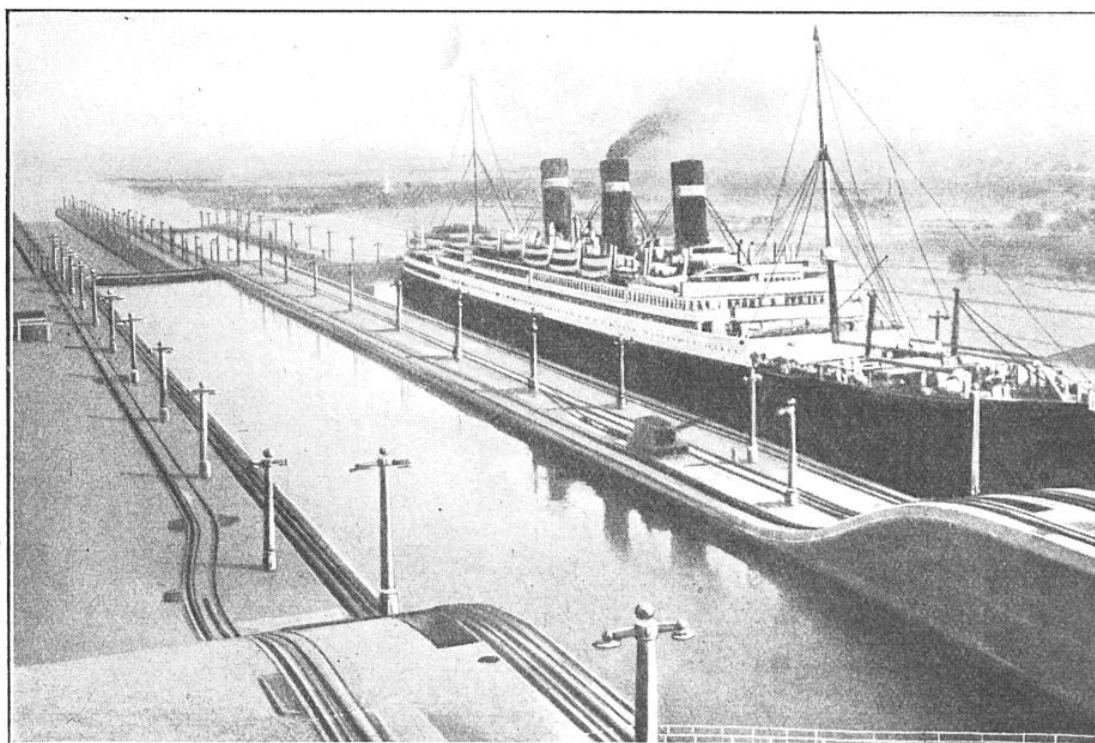
CE PASSAGE DU « BELGENLAND » DANS LE CANAL DE PANAMA MONTRE QUE LA LARGEUR DE CE CANAL EST ENCORE TRÈS SUFFISANTE POUR LES GRANDS PAQUEBOTS MODERNES

rique du Sud — en Extrême-Orient aussi — privés de recevoir d'Europe nombre de produits manufacturés qui leur étaient indispensables. L'occasion était trop belle pour les États-Unis de s'implanter sérieusement dans des marchés nouveaux et d'y supplanter les produits européens.

A vrai dire, cette première circonstance n'aurait pas suffi pour déterminer le gouvernement de Washington à terminer le

La flotte de guerre des États-Unis doit pouvoir passer rapidement de l'Atlantique au Pacifique

Les conséquences entraînées par le développement de la puissance japonaise ont été bien plus directes, beaucoup plus décisives. De même qu'ils avaient des visées sur les républiques Centre et Sud-américaines, les États-Unis en avaient sur l'immense



LE « BELGENLAND » DANS LES ÉCLUSES DU CANAL DE PANAMA

Remarquer la faible largeur des écluses, qui limite le tonnage des navires admis à traverser le canal, surtout en ce qui concerne les navires de guerre, dont les États-Unis ne peuvent augmenter les dimensions sous peine d'être obligés de prévoir deux flottes : une pour le Pacifique, une pour l'Atlantique.

canal de Panama. Les exportations manufacturées américaines, qui proviennent presque entièrement des États-Est, c'est-à-dire des régions limitrophes de l'Atlantique, ont, certes, pris un nouvel essor dès que le Chili, le Pérou, l'Équateur, la Bolivie se sont trouvés rapprochés par cette coupure de l'isthme ; mais, lorsqu'ils prirent à leur compte l'achèvement des travaux commencés par la Compagnie Universelle du canal de Panama, les États-Unis n'entrevoient pas un rendement commercial satisfaisant dans un avenir rapproché. Il a fallu la poussée de la guerre pour que les comptes du canal pussent être à peu près équilibrés.

zone du Pacifique. Seulement, alors qu'en Amérique latine il ne se trouvait aucune puissance qui pût leur faire face, il n'en était pas de même avec le Japon, très désireux, lui aussi, de s'imposer dans le Pacifique. Si le percement du canal de Panama était utile aux États-Unis, au point de vue commercial, pour rapprocher les centres industriels de l'Est des marchés de l'Amérique du Sud et du Pacifique, il l'était encore plus au point de vue de la puissance navale américaine, la seule sur laquelle Washington pût compter pour assurer sa maîtrise et la liberté de ses opérations commerciales dans des régions lointaines.

Partout dans le Pacifique, les États-Unis se trouvent en présence de l'influence japonaise. Or le Japon dispose d'une marine de guerre parfaitement au point, éprouvée par deux guerres dont les Nippons sont sortis vainqueurs.

Les États-Unis comprirent qu'il leur fallait être toujours prêts à opposer leurs escadres aux escadres japonaises. C'est alors que le désir très net de terminer le plus tôt possible l'œuvre commencée par une entreprise industrielle française se précisa dans l'esprit de leur Amiraute.

Les escadres, quelles qu'elles soient, ne peuvent, en effet, vivre par elles-mêmes. Il leur faut s'appuyer sur des bases terrestres, qui existent généralement — par raison historique — là où, dans un temps souvent lointain, on a créé un établissement naval, ou — pour des raisons d'ordre matériel — dans des régions voisines des zones industrielles. C'est le cas des États-Unis, dont les arsenaux les plus importants sont installés sur la côte Atlantique.

Si les États-Unis n'avaient pas achevé la construction du canal de Panama et s'ils avaient voulu avoir dans le Pacifique une flotte équivalente à la flotte japonaise, il leur aurait fallu non seulement construire et entretenir des escadres importantes, mais aussi créer les bases qui leur étaient indispensables. Ils auraient dû maintenir également leur flotte de l'Atlantique, car jamais les États-Unis ne se fussent contentés de la possibilité de faire passer leur flotte d'un océan dans l'autre par le détroit de Magellan.

Toutes sortes de raisons auraient, d'ailleurs, empêché les États-Unis de s'en tenir à cette solution : la plus sérieuse était la grande difficulté d'armer une flotte aussi importante, par suite de leur impossibilité

à recruter de très nombreux équipages. On conçoit, dès lors, l'intérêt que présentait pour eux le percement de l'isthme de Panama, non seulement parce qu'il devait faciliter le transit des marchandises américaines et leur acheminement vers les États riverains du Pacifique, mais surtout parce qu'il leur permettait de renforcer considérablement les possibilités d'action de leur flotte.



CETTE CARTE MONTRE LA DIMINUTION DE PARCOURS RÉALISÉE, GRACE AU CANAL DE PANAMA, POUR LE PASSAGE DE L'ATLANTIQUE DANS LE PACIFIQUE DES NAVIRES DES ÉTATS-UNIS

Le canal de Panama est juste suffisant pour permettre le passage des grosses unités navales

Mais, si le canal de Panama permet encore de faire face à un développement considérable du tonnage marchand en transit, la situation est bien moins favorable au point de vue des besoins de la marine de guerre.

Bien que très largement tracé, il limite, au point de vue américain, le tonnage des bâtiments de guerre, la largeur de ses écluses correspondant sensiblement aux dimensions des plus grands bâtiments de guerre actuels. Sans la conférence de Washington, qui a défini, pour quelques années, le tonnage maximum des « capital ships »

(cuirassés et croiseurs de bataille), il est permis d'affirmer que l'on aurait déjà dépassé, pour les grands bâtiments de combat, les tonnages compatibles avec les dimensions du canal de Panama. En 1920, les États-Unis avaient vu, sans plaisir, certains de leurs adversaires éventuels arriver aux déplacements de 45.000 tonnes : le chiffre de 43.500 tonnes de leurs plus récents bâtiments représentait un maximum, en fonction des écluses de Panama. S'ils n'avaient pu suivre le mouvement — les ingénieurs navals n'envisageaient-ils pas déjà des déplacements de 57.000 tonnes ? — ils auraient dû prévoir deux éventualités : ou bien con-

sentir à des dépenses considérables pour aménager le canal en élargissant écluses et plafond, ou bien admettre que leurs plus puissantes unités et peut-être, un jour, toutes leurs divisions de ligne ne pussent passer d'un océan dans l'autre que par le détroit de Magellan, ce qui les conduisait à accepter à nouveau le principe de deux flottes distinctes, l'une dans le Pacifique, l'autre dans l'Atlantique.

Ce fut donc une bonne fortune pour les États-Unis, que les Anglais, dans les circonstances financières délicates où ils se trouvaient, n'aient pas tenu à poursuivre la construction de nombreux bâtiments de ligne, coûtant chacun quelque six ou sept millions de livres. L'idée de la conférence se fit jour, facilitée par d'autres raisons, indépendantes de la question du canal : le Japon s'y laissa facilement entraîner, pour les mêmes raisons que l'Angleterre.

La conférence de Washington a donné au gouvernement américain un répit sérieux ; mais « gouverner, c'est prévoir », et les accords de 1921-1922 n'auront qu'un temps. L'axe de la politique mondiale s'écarte chaque jour davantage des sphères européennes ; les problèmes du Pacifique prennent de plus en plus d'importance. Les États-Unis savent qu'il leur faut être prêts à concentrer toutes leurs forces navales dans les eaux du plus grand océan du monde. Chaque année — le fait est significatif — leurs manœuvres navales ont pour programme des exercices d'attaque ou de défense du canal, et les enseignements recueillis confirment le gouvernement américain dans l'idée que la sécurité de leur pays dépend surtout du libre passage de sa flotte à travers l'isthme panaméen.

Malgré que les approches en soient bien protégées, les escadres américaines ne pourraient actuellement le franchir qu'une par unité, et leur concentration ne pourrait être

aussi rapide que le voudraient peut-être les événements dans le cas d'une attaque brusquée. De plus, la région panaméenne est essentiellement volcanique : les travaux et établissement du canal sont à la merci d'un séisme et aussi des pluies diluviennes de cette région tropicale, dont on peut craindre les conséquences au point de vue des glissements de terrains.

Le percement d'un nouveau canal mettrait le gouvernement américain à l'abri de ces circonstances malheureuses. Bien entendu, il faut le concevoir sur des données telles qu'il conviendrait aux unités les plus formidables, et il assurerait à la flotte des États-Unis deux voies pour passer d'un océan dans l'autre, ce qui serait un avantage stratégique considérable.

Ce que sera le canal du Nicaragua

Le tracé exact du canal du Nicaragua n'est pas encore exactement défini ; plusieurs solutions sont, en effet, possibles.

Toutes préconisent naturellement l'utilisation du grand lac du Nicaragua, vaste nappe d'eau d'environ 160 kilomètres de long sur 96 kilomètres de large, dont la profondeur atteint jusqu'à 25 mètres. On est également d'accord pour le tracé sur le versant Atlantique. Le canal partira de San-Juan-del-Norte (Greytown) pour aboutir à San-Carlos sur le lac, après avoir suivi pendant 150 kilomètres environ le cours du Rio San Juan, fleuve qu'il est possible de draguer à la profondeur convenable et dont la largeur varie entre 100 et 300 mètres, ce qui est largement suffisant. On pense que trois écluses suffiront pour rattraper la différence de niveau de 40 mètres qui existe entre le lac de Nicaragua et l'Océan.

A partir du lac, il est deux solutions pour le percement du canal, chacune d'elles pouvant comporter trois variantes.

Dans sa partie la plus large, le lac du Nicaragua n'est séparé de l'océan Pacifique que



CARTE INDIQUANT LES TRACÉS ENVISAGÉS POUR LE FUTUR CANAL DU NICARAGUA

(Les traits noirs montrent les différentes solutions préconisées.)

par une bande de terre relativement étroite, une vingtaine de kilomètres : l'isthme de Rivas. On pourrait assez facilement percer cet isthme et, en profitant du col de Guyoscol, n'avoir à rattraper qu'une différence de niveau un peu supérieure à 52 mètres, ce qui nécessiterait quatre écluses.

Dans la seconde solution, les navires traverseraient le lac de Nicaragua dans sa plus grande longueur, puis le lac de Managua, dont le niveau est d'une dizaine de mètres plus élevé. Là encore, il y aurait trois variantes pour en faire aboutir le tracé dans les eaux du Pacifique. Celle qui paraît répondre le mieux aux intérêts des Américains, à leurs besoins stratégiques surtout, consisterait à suivre le cours de deux rivières, le Rio Santa-Ana et l'Estéro-Réal, pour atteindre le golfe de Fonseca : il serait facile d'en défendre les approches contre une attaque par mer. Mais c'est là le parcours le plus long, puisque de Fonseca à San-Juan-del-Norte la distance dépasserait 500 kilomètres, tandis que de Brito (un des points de l'isthme de Rivas où pourrait aboutir le canal dans le cas de la première solution) jusqu'à San-Juan il n'aurait guère que 275 kilomètres. Dans les deux cas, d'ailleurs, les travaux de percement proprement dits seraient sensiblement les mêmes : une soixantaine de kilomètres.

Sur lequel de ces tracés se fixera définitivement le choix des autorités américaines, nous ne pouvons le dire ; ce qu'il faut retenir, c'est que, par le traité signé le 5 août 1914 entre les États-Unis et le Nicaragua, cette dernière puissance a consenti à bail, pour quatre-vingt-dix-neuf ans, à l'Amirauté américaine le droit de créer une base navale avec les défenses nécessaires dans la baie de Fonseca, ainsi que deux petites îles à proximité de la côte Atlantique du Nicaragua, qui seraient aménagées dans le même but. Le même traité concédait, à perpétuité, aux États-Unis le droit de construire éventuellement un canal interocéanique, moyennant paiement d'une somme de trois millions de pesos-or. L'aménagement définitif d'un arsenal américain à Fonseca entraînerait vraisemblablement le choix du tracé Baie de Fonseca-San-Juan-del-Norte. Il semble que, pour des raisons d'ordre géographique, ce soit également celui qui s'impose ; ce serait, en effet, le tracé qui utiliserait le mieux les avantages naturels de la région : lacs et rivières, celui qui connaîtrait les moindres différences de niveaux, toutes

choses intéressantes à considérer dans une région aussi volcanique et pluvieuse que celle de Panama. Or, nous l'avons indiqué, séismes et glissements de terrains, dus aux pluies, sont deux des dangers les plus sérieux qui menacent le canal de Panama.

Le canal du Nicaragua apparaît comme un des éléments indispensables dans un avenir prochain à la sécurité et à la prospérité américaines. Sa réalisation n'est très probablement qu'une question de temps, et ce n'est, certes, pas le coût formidable des travaux à engager qui arrêtera un pays aussi riche et aussi soucieux de ses intérêts.

Il est à peu près certain que le canal de Nicaragua, s'il est construit, comportera des écluses de dimensions très supérieures à celles du canal de Panama. Celles-ci sont, cependant, d'une longueur et d'une largeur respectables : 305 et près de 34 mètres, respectivement.

Bien peu de personnes se seraient imaginées, il y a vingt ans — alors qu'on les édifiait — qu'elles deviendraient si rapidement insuffisantes. Les plus puissants cuirassés prévus en 1907 ne dépassaient pas 170 mètres de long et 26 à 27 mètres de large. *Mauretania* et *Lusitania*, qui étaient, à cette époque, les plus grands paquebots du monde, mesuraient seulement 240 mètres de long, et l'on n'envisageait le transatlantique de 300 mètres que comme une éventualité lointaine...

Et voici que deux bâtiments de cette dimension viennent d'être mis sur cale. Leur construction, il est vrai, ne saurait inquiéter les ingénieurs du canal de Nicaragua, car de tels bâtiments sont conçus pour le trafic très spécial du Nord-Atlantique, et l'on ne verra jamais, sans doute, des bâtiments de commerce aussi formidables sur les routes maritimes du Centre-Amérique.

Mais il n'en est pas de même pour les bâtiments de guerre ; nous avons indiqué que les plus récents cuirassés américains avaient tout juste la largeur voulue pour transiter à travers le canal de Panama. Comme il est loisible de penser que les stipulations du traité de Washington ne demeureront pas toujours en vigueur, il n'est pas défendu de voir réaliser, un jour, ce cuirassé de 50.000 à 60.000 tonnes, dont les ingénieurs anglais avaient déjà tracé les plans en 1920. On peut donc, sans risquer de se tromper beaucoup, prédire que les écluses du futur canal mesureront de 350 à 400 mètres de long et de 40 à 45 mètres de large.

HENRI LE MASSON.



LES MYSTÈRES DU VOLCANISME ET DES TREMBLEMENTS DE TERRE DÉVOILÉS PAR LA SCIENCE MODERNE

Par Emile BELOT

VICE-PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ ASTRONOMIQUE DE FRANCE

Les grandioses et terribles manifestations qui bouleversent notre globe ont toujours incité les savants à en pénétrer les causes. L'expérimentation (c'est-à-dire l'expérience répétée à volonté dans des conditions déterminées à l'avance) fait, en effet, défaut dans l'étude de ces phénomènes. Récemment (1), le professeur Houllevigue exposait ici les idées modernes sur la foudre et laissait entrevoir la possibilité de procéder, précisément, à cette expérimentation, grâce aux tensions obtenues aujourd'hui dans les laboratoires, tensions qui atteignent le million de volts. Grâce à la physique et à la chimie, on a pu étudier le mécanisme de l'éclair et l'analyser, et, grâce à la collaboration des physiciens, des chimistes et des géologues, l'on peut maintenant éclaircir les mystères du volcanisme et des tremblements de terre. Notre éminent collaborateur, M. Emile Belot, n'a-t-il pas déjà, depuis plusieurs années, reproduit au laboratoire un volcanisme expérimental qui réalise tous les effets du volcanisme naturel (2) ? Nos lecteurs trouveront ici un remarquable exposé des théories les plus modernes relatives aux éruptions volcaniques comme aux autres séismes.

Répartition des volcans et des tremblements de terre à la surface du globe

La répartition en latitude, ou en rapport avec la mer, des volcans et des tremblements de terre va nous fournir une première donnée importante des problèmes du volcanisme. La statistique de Mercalli, portant sur 415 volcans actifs ou quiescents depuis trois cents ans, montre qu'il y en a 244 dans les îles, 160 en bordure des continents à moins de 200 kilomètres des côtes, et seulement 11 au centre des continents.

Il y en a 266 entre les tropiques et 149 seulement sur le reste de la Terre, soit 2,7 fois plus par unité de surface entre ces tropiques qu'au delà.

On voit ici l'influence certaine de la mer sur la production du volca-

nisme, et l'on sait qu'entre les tropiques il y a une quantité d'îles volcaniques, qu'on ne trouve qu'en très faible nombre aux hautes latitudes.

M. Maurain, le savant directeur de l'Institut de Physique du Globe, a fait, en 1927, un travail sur la répartition en latitude des 1.551 tremblements de terre, dont 860 se sont produits entre les tropiques et seulement 691 au delà. Mais, si l'on tient compte seulement des 542 tremblements de terre enregistrés à grande distance, c'est-à-dire les plus importants, on trouve qu'il y en a, à surface égale, 2,4 fois plus entre les tropiques qu'au delà.

Ces résultats sont tout à fait du même ordre que ceux constatés pour les volcans. Remarquons, en passant, que la Terre ressemble, à cet égard, au Soleil, dont les taches présentant la forme de volcans avec cratères ne dépassent guère les latitudes $\pm 30^\circ$. D'ailleurs,

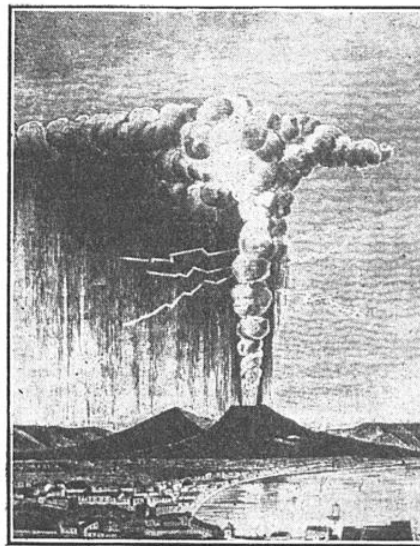


FIG. 1. — CURIEUX DESSIN EFFECTUÉ EN 1822 PAR POULET-SCROPE ET REPRÉSENTANT L'ÉRUPTION DU VÉSUVÉ

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 136, page 285.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 48, page 41.

parmi les tremblements de terre, nous devons reconnaître qu'un certain nombre ont une origine tectonique (glissements de terrains, etc...) et n'ont rien de commun avec les tremblements de terre d'origine volcanique.

Les effets du volcanisme sont très variés

Il importe de connaître tous les effets du volcanisme, pour n'en laisser aucun sans explication : il faut donc élargir la notion ordinaire du volcanisme, pour l'étendre à toute action, sensible à la surface, des vapeurs ou gaz sous pression qui se forment et se déplacent à l'intérieur des couches terrestres. Parmi ces actions se trouveront celles des tremblements de terre volcaniques et des raz de marée.

Le dessin si suggestif fait par le géologue Poulet - Scrope de l'éruption du Vésuve, en 1822, va nous faire comprendre le volcanisme classique. Le cône du Vésuve émet, par la cheminée qui débouche au fond du cratère, une colonne de vapeurs et de cendres s'élevant à 8 kilomètres de hauteur (1) ; le sommet du Vésuve n'est qu'à 1.400 mètres d'altitude. Une partie des cendres retombe sur les pentes de la montagne, mais les parties les plus légères montent dans les régions froides de l'atmosphère, où la vapeur d'eau se condense en pluies, en sorte que, sur la partie gauche de la région figurée, c'est de la boue qui tombe. On comprend ainsi comment Pompéi, en 79 de notre ère, a été couverte de cendres, tandis qu'Herculanum, situé plus à l'est, a été enterré dans de la boue qui, actuellement, donne beaucoup de difficultés aux Italiens qui déblaient la malheureuse cité.

Entre deux éruptions (ainsi en avril 1912,

(1) Le transport rapide de particules à des niveaux diversement ionisés détermine la formation d'éclairs, figurés sur le dessin vers 6 kilomètres de hauteur.

après l'éruption de 1906), les vapeurs forment une ceinture qui se condense à la partie haute du cratère, que j'ai photographiée à cette époque. On peut, avec quelques difficultés, descendre dans le cratère, en se protégeant contre les nappes d'anhydride carbonique qui sont au fond. Les aiguilles des appareils sismographiques sont constamment en mouvement à l'observatoire du Vésuve situé à 1.000 mètres. Ce sont des microséismes insensibles, indiquant le travail souterrain des vapeurs ; on ne peut mieux le comparer qu'au bruissement d'une casserole vers 70°, lorsque les bulles d'air commencent à se dégager de l'eau qui va bouillir.

Les cendres volcaniques légères sont capables de faire le tour du monde dans la haute atmosphère, comme on l'a constaté après l'éruption du Krakatoa.

Un volcan peut rejeter toute autre matière que des vapeurs, des lapilli et des cendres ; c'est ainsi que, dans l'éruption de

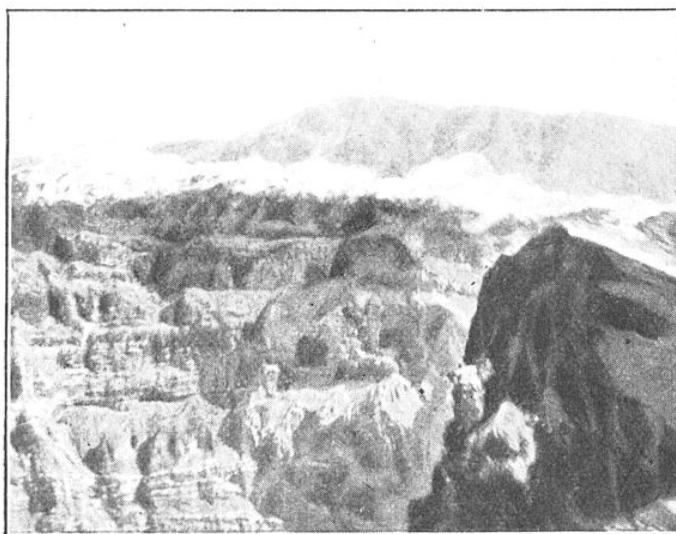


FIG. 2. — CETTE PHOTOGRAPHIE DU VÉSUYE MONTRE LA DIFFÉRENCE ENTRE LA RÉALITÉ ET LE DESSIN (FIG. 1)

1865, l'Etna a vomi des millions de mètres cubes d'eau, qui ne peuvent guère avoir été empruntés qu'à la mer.

Les geysers n'émettent que de l'eau bouillante ayant dissous un peu de silice, qui s'accumule autour de la bouche.

Les volcans de boue se forment dans les terrains faciles à désagréger. Mais il y a des volcans qui se contentent de pousser en l'air le bouchon de basalte ou d'andésite qui obstrue la cheminée. Dans le Velay, autour du Puy, se trouvent de nombreuses poussées de colonnes basaltiques verticales qu'on appelle *sucs* dans le pays.

Le Pic du Midi d'Ossau, qui dresse sa masse imposante de 1.000 mètres au-dessus du plateau, à 1.800 mètres, est un dôme abrupt, à la base duquel ont jailli quelques coulées de lave.

L'aiguille d'andésite, dont le savant vulca-

nologue Lacroix a suivi l'ascension au sommet de la montagne Pelée, après la catastrophe de Saint-Pierre, fut cause, par l'obstruction de la cheminée volcanique, de l'éruption latérale de *nuées ardentes*, qui, en quelques instants, s'étendirent vers la capitale de la Martinique et en firent périr les 25.000 habitants.

Souvent, les laves ne reçoivent pas des vapeurs une pression suffisante pour les faire monter jusqu'au sommet du volcan. Elles se déversent alors par ses bouches latérales, à basse altitude, comme dans certaines éruptions de l'Etna. Un cas unique et grandiose est celui du Maunaloa, dont le déversoir de lave est le grand lac cratérique du Kilaua, situé à 1.400 mètres seulement : quand le niveau du lac s'élève et que les laves manifestent une grande activité, on peut être assuré que, quelques heures après, une éruption se produira au sommet supérieur situé à 4.300 mètres.

Enfin, il y a des « volcans manqués », dont la lave n'a pas la force d'être expulsée jusqu'à la surface ; elle s'insère alors entre des couches terrestres assez profondes, où elle s'étale horizontalement : ce sont les *laccolithes*.

On voit ici un effet du volcanisme, invisible à la surface ; mais il y en a d'autres : ce sont les tremblements de terre et les raz de marée actuels et, chose plus imprévue, dans le passé, la production de la houille. D'après le savant géologue Barrois, s'il y a quatre cents couches de charbon superposées dans le bassin franco-belge, c'est que « la période carbonifère a vu à la fois, en France, une des plus grandes manifestations de l'activité interne du globe et celle des plus grandes accumulations houillères ». Quand les forêts de sigillaires et de cycadofilicinées avaient été favorisées dans leur végétation par l'anhydride carbonique, la potasse et le fai-

ble degré géothermique du sol (ainsi qu'on le voit, aujourd'hui, en Limagne), les émissions périodiques des roches intrusives ou des volcans provoquaient des avalanches recouvrant d'un linceul les zones forestières noyées. Le nombre des éruptions alternant avec les périodes de repos, favorables à la végétation, marque le nombre des couches de houille séparées par des couches stériles où l'on a retrouvé les résidus des roches volcaniques ou granitiques.

A l'époque actuelle, comment admettre que la chaudière terrestre n'a d'effet, dans les couches terrestres, que par les éruptions volcaniques ? Nos chaudières industrielles ne manifestent-elles leur existence que par des explosions, alors qu'elles s'emploient beaucoup plus, heureusement, à répandre sans bruit la chaleur et la force dans nos usines ? Si donc nous voulons percer le mystère du volcanisme, ce n'est pas sur la manifestation finale de l'éruption qu'il faudra porter nos regards, mais suivre en physicien la production et la circulation souterraines de la vapeur dans la chaudière terrestre.

Objections contre la théorie marine (ou mieux hydrique) du volcanisme

Mais les géologues sont tellement habitués à prendre l'histoire de la Terre par sa fin qu'ils ne s'étonnent nullement du manque de logique de cette méthode à rebours appliquée à tous les phénomènes terrestres actuels.

Des physiciens comme Brun, de Genève, et plusieurs volcanologistes italiens veulent-ils prouver que l'eau n'est pour rien dans le volcanisme ? Ils iront en pleine éruption, au Vésuve ou à l'Etna, prélever, au prix de difficultés et de dangers sérieux, des gaz sous la couche des laves en mouvement. Ils croient triompher parce qu'ils n'y ont pas trouvé de vapeur d'eau. Cette constatation

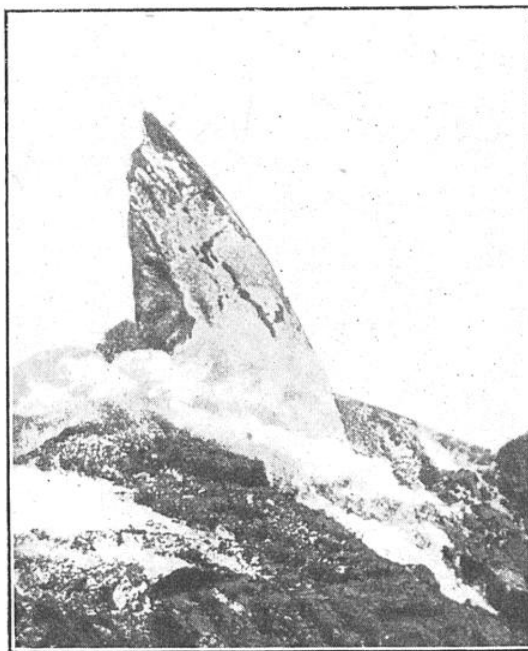


FIG. 3. — UNE CURIOSITÉ VOLCANIQUE

L'aiguille d'andésite (roche éruptive de couleur foncée) qui surgit au sommet de la montagne Pelée, en 1902, après la catastrophe de Saint-Pierre (Martinique).

ne prouve rien ; la vapeur d'eau peut avoir été le moteur du volcanisme et avoir disparu. Faisons passer un courant de vapeur sur la pyrite ou des carbures métalliques à haute température, le fer et les métaux décomposeront l'eau, s'oxydant à ses dépens, et il ne restera que les hydrogènes sulfurés et carbonés, précisément ceux que l'on trouve dans les émissions volcaniques.

D'ailleurs, M. Lacroix a découvert des laves dites *analcimes* qui contiennent jusqu'à 2 % d'eau de constitution, dont le départ n'a

mobile et de porter des calories à grandes distances. Cette propriété bien connue n'est-elle pas couramment appliquée dans les chauffages centraux urbains ?

On a objecté, à la théorie marine du volcanisme, l'existence de volcans au centre des continents (11 sur 415, d'après Mercalli), comme s'il n'y avait pas d'eau se concentrant dans les bassins intérieurs des continents sans communication avec la mer ; dans l'un et l'autre cas, c'est toujours l'eau qui est le moteur du volcanisme. Mais il y a

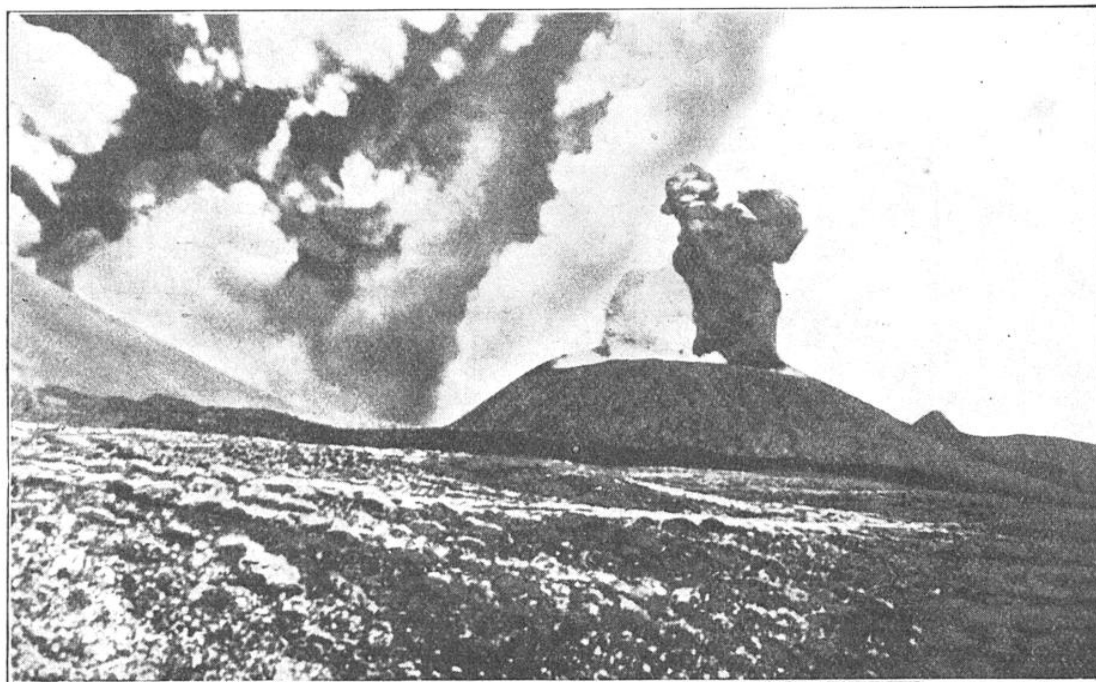


FIG. 4. — PHOTOGRAPHIE DU CRATÈRE DU MILIEU DE L'ETNA, VU DE L'EST, EN 1892, MONTRANT LE DÉGAGEMENT CONSTANT DE VAPEURS

lieu qu'à la température de 500°. Ce fait montre bien la présence de l'eau au moment de la formation de ces laves.

De Lapparent, n'ayant en vue que les laves (matière passive dans le volcanisme) à 1.200°, veut prouver que le niveau où elles se produisent est bien au-dessous de 16 kilomètres sous des sommets de 8.000 mètres, c'est-à-dire au-dessous du fond des mers les plus profondes, parce qu'avec le degré géothermique 30 mètres, on ne trouverait à ce niveau profond que 500°. Mais il ne fait pas attention que dans les terrains volcaniques, même sans éruption depuis des milliers d'années, le degré géothermique tombe à 14 mètres, parfois à 10 mètres, et que le propre de la vapeur d'eau est d'être

infiniment plus d'eau dans la mer que dans les bassins continentaux, ce qui explique aisément la faible proportion des volcans au centre des continents. Une remarque s'impose ici : l'eau douce dissout beaucoup de calcaire, alors que l'eau de mer en contient très peu, d'où il résulte que les conduits intérieurs, où circule l'eau douce sous les volcans continentaux, seront rapidement bouchés par le calcaire, comme le seraient les tubes d'une chaudière industrielle. Alors le volcanisme continental s'arrêtera et ne pourra reprendre qu'à la faveur d'effondrements terrestres, capables de donner à l'eau douce de nouveaux passages souterrains, tandis que les sels de la mer sont volatils et peuvent subir la fusion aqueuse, ce qui

débouche les conduits par lesquels s'alimente d'eau de mer le volcanisme près des côtes.

Les belles expériences d'Armand Gauthier ont conduit à une théorie du volcanisme adoptée par Stanislas Meunier et qui paraît erronée. En chauffant au rouge le granit, roche fondamentale, A. Gauthier en a fait dégager l'eau de constitution qui se décompose et donne de l'hydrogène, du méthane, de l'oxyde de carbone et de l'anhydride carbonique, tous gaz que l'on trouve émis par les volcans. Si donc des masses de roches participaient à un effondrement (les effondrements ont été mis à la mode en géologie par Suess), les précipitant dans des couches à haute température, elles pourraient produire des effets volcaniques par le dégagement de gaz et de vapeurs. Mais ces prétendus effondrements donneraient à la surface des tremblements de terre avec dénivellation énorme, alors que le maximum de dénivellation dans les tremblements de terre n'est que de quelques décimètres. Nous verrons que les gaz d'Armand Gauthier peuvent aider l'action volcanique, non par descente des roches, mais par ascension de la chaleur autour des cheminées des volcans. Haug a formulé plusieurs objections, qui sont sans valeur au regard de la physique de l'eau et de la vapeur :

1° La mer étant indéfinie, le volcanisme devrait se poursuivre sans arrêt ; Haug n'oublie qu'une chose : c'est que l'eau de mer contient 3,65 % de sels divers, la plupart volatils à haute température, mais qui obstruent périodiquement les conduits souterrains où circule l'eau de mer ;

2° Beaucoup de volcans des Andes sont à près de 200 kilomètres de la mer. Mais, quand il s'agit des puits artésiens de la Seine, l'auteur nous démontre que leur eau provient des infiltrations dans les sables verts de

l'aptien de la haute vallée de l'Aisne. Ainsi l'eau douce, sous une pression de 150 mètres au plus, pourrait parcourir 200 kilomètres jusqu'à Paris, et l'eau de mer, beaucoup plus abondante, serait impuissante à aller, en vapeur, à 200 kilomètres alimenter le volcanisme dans les Andes !

3° L'eau de mer se transformant en vapeur sous pression, dans les profondeurs de l'écorce, doit, par cette pression même, être repoussée des conduits qui l'ont amenée des fonds marins. Pour répondre à cette

objection, nous observerons d'abord que la chaudière terrestre doit être semblable aux chaudières industrielles, où *jamais le chemin suivi par l'eau pour aller se vaporiser n'est celui que suit la vapeur produite*. Il nous reste à préciser par la physique le chemin que suit la vapeur dans la chaudière terrestre.

Nouvelle théorie hydrique ou marine du volcanisme

J'en ai indiqué les principes dans mon livre sur : *l'Origine des formes de la Terre*. Imaginons une coupe de la côte de l'Amérique du Sud bordant le Pacifique. Les Andes dominent de 4.000 mètres l'Océan, dont les fonds atteignent facilement 2.000 mètres

de profondeur. Supposons qu'à cette profondeur, une fissure *F* entre deux couches géologiques imperméables permette à l'eau, sous la pression de 200 atmosphères, de descendre dans la croûte. Si les couches sont en pente vers le continent, l'eau gagnera le dessous des côtes en se réchauffant de plus en plus en profondeur. Quand l'eau entrera-t-elle en vapeur ? Quand elle rencontrera l'isogéotherme de 365°, car, à cette température, qui est la température critique de l'eau, elle se vaporisera, même si la pression dépasse 194 atmosphères, pression critique de l'eau. Voici donc l'eau marine au point *C*, exerçant *en tous sens* une pression supérieur

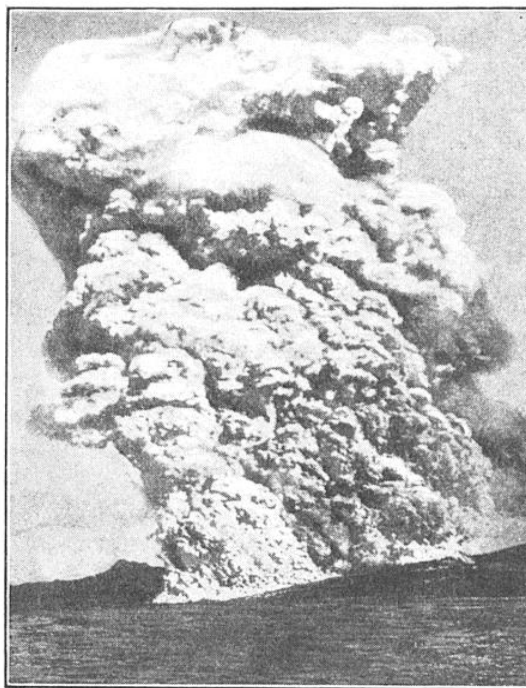


FIG. 5. — LE FORMIDABLE DÉGAGEMENT DE FUMÉES ISSUES DE LA MONTAGNE PELÉE EN 1902 (MARTINIQUE)

à 200 atmosphères. En profondeur, cette pression pourra atteindre la couche de lave sur l'isotherme D de 1.100° ; mais quelles sont les formes de ces isothermes à l'intérieur du continent ? On sait qu'elles sont, en général, parallèles au profil FA de la surface. Ainsi l'isogéotherme de 365° aura la section $C C'$ parallèle à FA . La vapeur peut-elle exister entre $C C'$ et FA ? Non, car elle s'y résoudrait en eau n'exerçant plus de pression élastique et, par suite, aucune pression capable de refouler l'eau arrivant dans le conduit FC , comme le supposait Haug.

La surface dont la coupe est $C C'$ sera donc la plus haute que puisse atteindre souterrainement la vapeur sous pression ; et, comme la vapeur est plus légère que l'eau, qui tend à se répandre en dessous de C en refroidissant les couches inférieures, la vapeur montera le long de $C C'$, comme pour gagner le sommet de l'alambic terrestre. Les vapeurs V , qui, en profondeur, ont capté des calories au-dessus de 365° , remonteront vers la surface extérieure. Ainsi, l'isotherme de 365° va remonter de $C C'$ en $C_1 C_1'$ se rapprochant du sommet des montagnes côtières. Il se peut que la vapeur sous pression trouve une issue extérieure en A , et

voilà le volcanisme hydrique commençant à fonctionner avec explosion, expulsant des blocs de roche, d'où creusement progressif d'un cratère, les matériaux expulsés exhausant les rebords du cratère, qui prend l'aspect d'un cône volcanique.

Mais, le plus souvent, la vapeur d'eau à haute température attaquera les roches traversées, qui fixeront son oxygène, libérant l'hydrogène, et lui céderont carbone et soufre pour produire les hydrogènes sulfurés et carburés. Naturellement, les sels de la mer, volatils à haute température, mélangeront leurs chlorures, iodures et bromures au gaz du volcan.

Mais tout ce qui précède n'explique qu'un volcanisme émettant des gaz et vapeurs variés : comment la lave de densité 2,7 peut-elle remonter de 5 à 8 kilomètres de profondeur jusqu'aux sommets des volcans des Andes, ce qui semble exiger une pression

de 2.000 atmosphères ? C'est, tout simplement, que la cheminée volcanique AH n'est remplie de lave compacte que sur une faible hauteur HH' . A partir d'un certain niveau H' , les gaz et vapeurs sous pression disputent victorieusement à la lave leur droit à la sortie en A , en sorte que sur la hauteur $H'A$ ils occupent un volume de beaucoup supérieur à celui de la lave ; en un mot, il se forme une émulsion de vapeurs et de lave, et le poids de la colonne d'émulsion $H'A$ peut ne pas donner en H' une pression de plus de 200 à 300 atmosphères.

La pratique industrielle des retours d'eau de condensation dans les chauffages à vapeur

confirme aussitôt cette explication : on remonte couramment de l'eau chaude à 100° de 10 mètres de hauteur avec une pression de 0,1 atmosphère, qui ne correspond qu'à une hauteur de 1 mètre d'eau ; et ce résultat est obtenu grâce à la réalisation d'une émulsion eau chaude-vapeur d'eau dans la conduite de refoulement en hauteur.

Plusieurs preuves existent du fait que la lave arrive émulsionnée par des vapeurs sous pression au fond des cratères. La pierre ponce n'est que

de la lave pleine de gaz, qui la rend plus légère que l'eau. Lorsque la pression des gaz est suffisante, en se détendant, ils pulvérisent la lave sous forme de cendres volcaniques. La lave ne s'étend en coulées, à l'extérieur des cônes volcaniques, que lorsqu'elle s'est débarrassée des gaz et vapeurs dans les explosions cratériques.

Maintenant, on peut comprendre comment une éruption peut cesser après un paroxysme : dans les conduits souterrains, tels que FC , le sel marin se dépose après vaporisation de l'eau ; ces conduits s'obstruent progressivement et font cesser la circulation de l'eau marine, qui, d'ailleurs, refroidissant les couches terrestres, avait fait descendre les isogéothermes, tels que C_1 . La circulation d'eau froide cessant, les isogéothermes remontent dans le sol, ce qui peut, au bout de quelques années, amener les sels à la fusion et déboucher ainsi les conduits souterrains,

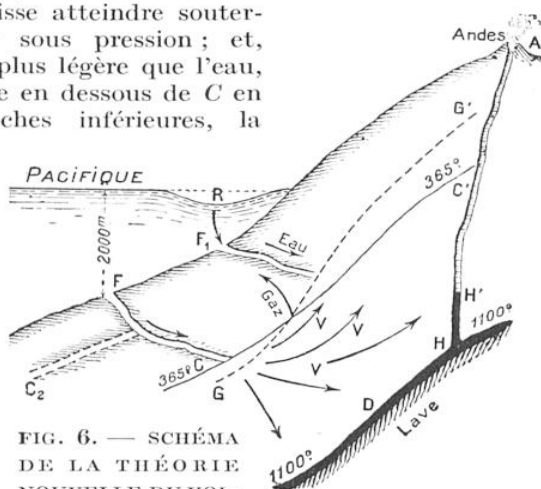


FIG. 6. — SCHÉMA DE LA THÉORIE NOUVELLE DU VOLCANISME, DES TREMBLEMENTS DE TERRE ET DES RAZ DE MARÉE, PAR M. ÉMILE BELOT
(Voir l'explication dans le texte.)

qui rendent au volcan toute son activité.

Si cette théorie correspond à la réalité, la reprise d'activité d'un volcan doit commencer par des *fumerolles sèches* à haute température (500° à 600°) et *chlorurées*. C'est bien ce que l'on a constaté au Vésuve.

Les lois de la volcanicité

De ce qui précède, nous pouvons déduire les lois de la volcanicité. On voit que plus l'isotherme de 365° sera voisine de la verticale, plus la vapeur formée aura de force ascensionnelle et moindre sera la longueur souterraine qu'elle aura à parcourir pour atteindre la surface. Dès lors, on peut énoncer la loi suivante : *la volcanicité est proportionnelle à la raideur des versants le long des côtes et à la convexité des versants vers la mer.*

La convexité en plan des surfaces vers la mer concentre, en effet, les vapeurs vers leur centre de courbure. C'est ce qui explique que toutes les îles situées en pleine mer soient volcaniques; le relief, sur le fond des mers, ressemble, en effet, à un cône concentrant les vapeurs vers son sommet. Il faut rapprocher la loi précédente de la loi de Montessus de Ballore : *la sismicité est proportionnelle à la raideur des versants.*

Nous avons vu qu'il faut une fracture au fond d'une mer côtière pour déterminer le volcanisme, mais cette condition ne suffit pas. Les géologues imaginaient bien que le volcanisme ne pouvait naître que sur des lignes de fracture, qu'ils identifiaient plutôt à des failles dues à des effondrements, d'où possibilité, pour la lave, de surgir entre deux voussoirs séparés par ces cassures. Mais si la fracture *F*, au lieu d'amener par gravité l'eau de mer sous le continent, en

suisant la pente *FC* dirigée vers lui, introduisait l'eau entre deux couches *F C₂*, dont la pente fût dirigée vers le large, on voit de suite que l'eau n'aurait aucune tendance à entrer en vapeur sous le continent, c'est-à-dire à produire des volcans. La condition du volcanisme est donc la suivante :

Pour qu'une fracture au fond des mers produise le volcanisme, il faut qu'elle rencontre des couches en pente vers le continent

Une vérification grandiose de ces principes nous est présentée par l'Amérique du Sud et l'Afrique du Sud. Tous les géologues connaissent le contraste frappant, mais inexpliqué, qui existe entre les côtes pacifiques de l'Amérique du Sud, riches en volcans et en

tremblements de terre et ses côtes atlantiques, qui, comme celles de l'Afrique du Sud, ne connaissent ni volcanisme ni séisme. Voici l'explication : il est visible, par les versants de ces continents, que le bloc sud-américain et le bloc sud-africain, considérés comme nageant sur le magma en fusion, ont basculé tous deux vers l'Atlantique. La côte pacifique de l'Amérique du Sud s'est bien relevée, car on y constate des terrasses marines à des altitudes variant de 70 mètres à 430 mètres, d'après Fuchs.

Comment ces phénomènes grandioses de basculement de continents ont-ils pu se produire avant l'ère tertiaire? Nous avons été amenés à penser que le Pacifique, le plus ancien des océans, avait d'abord 9.000 mètres de profondeur, car quelques fosses ont encore cette profondeur. A la même époque,

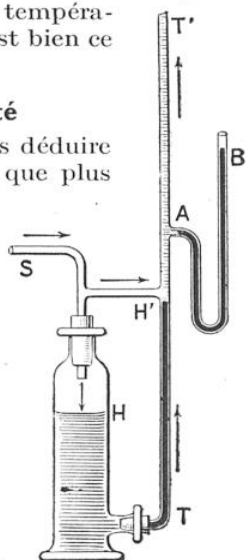


FIG. 7. — L'EXPÉRIENCE DU VOLCANISME PEUT ÊTRE FACILEMENT EFFECTUÉE

On peut réaliser facilement cette expérience avec de l'eau et de l'air. Remplissons d'eau rougeie un flacon H à tubulure inférieure munie d'un tube TT' de plusieurs mètres de hauteur. Faisons déboucher en H' un tube latéral, par où arrivera la pression de l'air soufflé en S, pression qui s'exerce aussi sur la surface H de l'eau contenue dans le flacon. L'air soufflé fera monter le liquide en H', où un conflit s'établira entre l'air sous pression et l'eau pour sortir par le même orifice T'. De H' en T', on verra l'émulsion des deux fluides monter et produire ce phénomène paradoxal : avec le souffle des poumons, capable seulement de produire une pression de 50 centimètres d'eau, on verra l'eau monter jusqu'à 2 mètres de hauteur. C'est le même phénomène qu'à une échelle grandiose produit la vapeur d'eau pour remonter la lave à plusieurs kilomètres de hauteur. Mais la même expérience va nous donner un autre renseignement : branchons en A un tube en U. Ce tube AB va servir de déversoir à une partie du liquide qui montait de H' vers T'; en réalité, ce liquide a été remonté du niveau H au niveau A, tandis que le liquide émulsionné remonte jusqu'au niveau T'. C'est précisément ce qui se produit au volcan du Maunaloa, dont le déversoir inférieur est le lac de lave du Kilaua.

l'Atlantique était une mer peu profonde. La rupture des terres formant digues du Pacifique, au sud du cap Horn et dans l'Amérique Centrale, permit au Pacifique de déverser près de 3.500 mètres de hauteur d'eau dans l'Atlantique. Le fond du Pacifique, déchargé de ce poids d'eau, se releva de F en F_1 , entraînant le relèvement

de la côte ouest de l'Amérique du Sud, tandis que, par la surcharge d'eau, le fond de l'Atlantique s'enfonçait de AA' à $A_1A'_1$, entraînant les côtes de l'Atlantique dans cet affaissement. On voit nettement sur la figure que le fond F_1 est en pente vers le continent, tandis que les fonds Atlantique $A_1A'_1$ sont en pente vers le large. Ainsi, conformément aux principes ci-dessus, les fissures du fond Pacifique feront descendre l'eau génératrice du volcanisme sous le continent, tandis que les fissures des fonds Atlantique éloigneront l'eau des côtes.

Une autre conséquence de ces mouvements des fonds marins se précise aussitôt : la ligne AA' , figurée schématiquement par une ligne droite, est, en réalité, un arc de parallèle d'environ 5.000 kilomètres. En descendant de AA' en $A_1A'_1$ pour se rapprocher du centre de la Terre, il ne peut conserver sa longueur qu'en prenant une forme ondulée qui relève son milieu en M . Ainsi s'explique l'arête médiane parallèle aux côtes des deux continents, qui a la forme d'un géant clinal sous-marin du sud au nord de l'Atlantique ; cette arête M , d'après le sens de ses fractures et de ses pentes, sera volcanique d'après notre théorie, et elle l'est, en effet. Sur la figure, les positions anciennes

des blocs sud-américain et africain ont été tracées en pointillé et leurs positions actuelles en traits pleins.

Puisque le milieu M de l'Atlantique s'est relevé par la compression tangentielle due au

basculement des deux continents, ce fait montre que l'Amérique du Sud ne s'est pas éloignée de l'Afrique en dérivant vers

l'ouest, comme le voudrait la théorie de Wegener : cette dérive aurait empêché le soulèvement médian et volcanique que l'on constate dans l'Atlantique.

Tremblements de terre volcaniques et raz de marée : leur explication

Jusqu'ici, nous n'avons expliqué que le volcanisme igné ayant sa source dans l'eau marine ou continentale pénétrant dans la profondeur de la croûte et s'y vaporisant. Mais si l'eau et la vapeur sous pression ne peuvent

trouver une issue par une cheminée volcanique, quel travail vont-elles effectuer à partir du point C de vaporisation, dans la région souterraine envahie par la vapeur ?

Laissons d'abord parler les faits. Les tremblements de terre récents de Bulgarie et d'Asie Mineure ont été accompagnés de formidables grondements souterrains et de venues d'eau

considérables, parfois chaudes, comme au sud de Smyrne. Avant le terrible tremblement de terre du Japon, le 1^{er} septembre 1923, l'eau du lac Hakone, au sud du Fusyama, était montée de 2 mètres à plusieurs reprises en face de Tokio ; les eaux du golfe s'étaient troublées par des boues rougeâtres remontant du fond, et la surface de



FIG. 8. — BASCULE VERS L'ATLANTIQUE DE L'AMÉRIQUE DU SUD ET DE L'AFRIQUE AYANT DÉTERMINÉ LEURS SÉISMES ET LEUR VOLCANISME



FIG. 9. — BANDES SISMIQUES DU GUATEMALA, D'APRÈS VAN DE PUTTE, ENTRE LESQUELLES SE TROUVENT DES BANDES ASISMIQUES ET SANS VOLCANS

la rade s'était couverte de poissons morts, indice d'arrivée d'eaux chaudes dans le fond.

Un raz de marée très violent détruisit, à l'entrée du golfe, les villes de Kozu et d'Odawara. Il faut préciser ici en quoi consiste un *raz de marée* : la mer se retire subitement à plusieurs kilomètres de la côte, comme absorbée dans les profondeurs sous-marines ; puis, pour reprendre son équilibre horizontal, elle lance du large une vague formidable à l'assaut de la côte ; cette vague peut avoir de 20 à 50 mètres de haut ; elle est suivie de plusieurs, de moins en moins hautes. La vague se propage dans le Pacifique avec la vitesse de l'onde lunaire, soit 750 kilomètres à l'heure.

Un fait très important a été révélé par les recherches de M. Van de Putte, qui a séjourné de longues années au Guatemala et y a dépouillé les registres des municipalités et congrégations depuis le *xvi*^e siècle. Il y a, perpendiculairement à la côte, cinq bandes sismiques, terminées loin du Pacifique par des volcans, et ces bandes sont séparées par des bandes asismiques et sans volcans.

En outre, on constate, au cours des siècles, que la zone dangereuse des séismes s'est avancée progressivement, dans chaque bande, de la mer vers la région haute des Cordillères, si bien que la ville du Guatemala, construite, en 1778, dans une région considérée comme très stable, a été victime, en décembre 1927, d'un formidable séisme destructeur. Là, nous prenons la nature sur le fait ; elle nous montre non seulement la relation certaine entre les tremblements de terre et le volcanisme, mais le cheminement progressif des gaz et vapeurs sous pression venant de la mer.

Que peut-il se passer dans la région *V* (fig. 6), où la vapeur et les gaz (hydrogènes divers) montent, exerçant leur pression en tous sens ?

La vapeur à 365° ne peut se rapprocher du fond de la mer sans se réduire en eau, mais l'hydrogène carboné ou sulfuré, sans risquer la condensation, peut, poussé par la vapeur, chercher une issue au point de moindre résistance de la croûte, en *F*₁. Cet effort des gaz peut déjà produire des secousses prémonitoires dans le fond ou des montées d'eau dans la partie exondée du rivage. Mais dès que les gaz se seront fait un passage en *F*₁, l'eau

froide s'y précipitera et, rencontrant une poche *V* remplie de vapeurs, sera aspirée violemment par la condensation. Il se produira donc, dans le fond du volume *V*, un violent *coup d'eau* analogue au *coup de bélier* se produisant dans une conduite de vapeur où se trouve de l'eau froide. De là, des grondements souterrains, accompagnés d'un tremblement de terre et d'une dénivellation *R* de la mer, au voisinage de la côte : c'est précisément en quoi consiste un raz de marée.

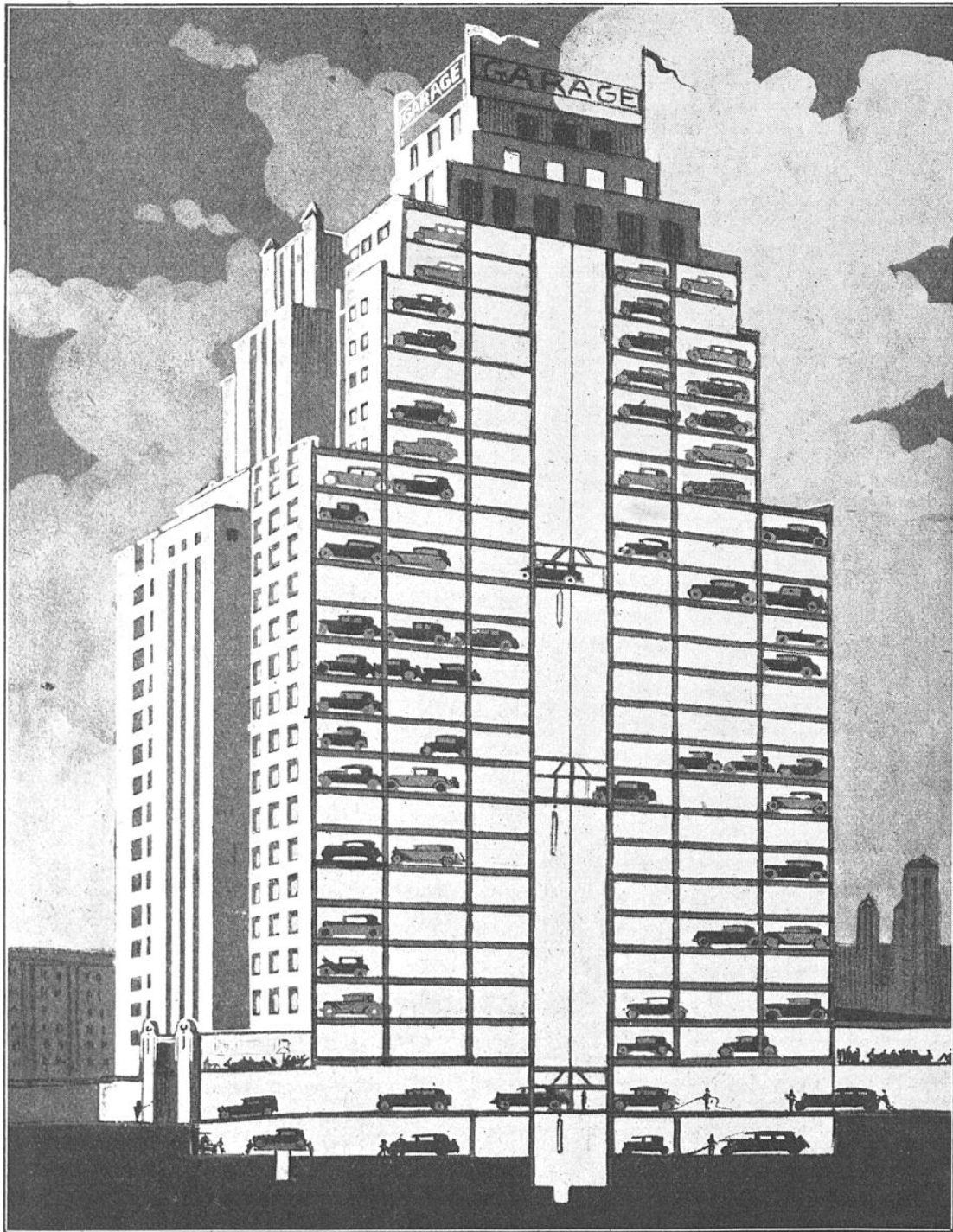
Il est évident que si l'effort de la pression souterraine se produit sous cette forme, le volcanisme est privé de vapeur, c'est-à-dire de son moteur, au moins pour un temps. Le terrible tremblement de terre du Japon va nous fournir une contre-épreuve de ces explications ; ce tremblement de terre a précédé de quelques jours l'éruption volcanique de l'île d'Osima, au sud du golfe de Tokio. Si la soupape de sûreté d'Osima avait fonctionné avant le tremblement de terre, il est probable que celui-ci n'aurait pas eu lieu ; des géologues se sont étonnés que le grand volcan de Fusi-Yama n'ait montré aucune activité à cette époque ; c'est de toute évidence, dans notre théorie, car une chaudière n'explose pas quand les soupapes de sûreté fonctionnent.

Une autre vérification de notre théorie réside dans le fait constant que les tremblements de terre volcaniques sont beaucoup plus près des côtes que la ligne de volcans et que, d'après Montessus de Ballore, les épicentres des tremblements de terre sont presque toujours au large des côtes.

L'étude précédente fait ressortir avec évidence l'influence néfaste du compartimentage des sciences modernes : parce que les tremblements de terre et le volcanisme semblaient appartenir au domaine propre de la géologie, physiciens et chimistes n'osaient s'y aventurer. Mais, du jour où la physique et la chimie se sont emparées de ces grands problèmes pour essayer de les résoudre, tous les prétendus mystères cachés dans les entrailles de la Terre se sont évanouis ; bien plus, j'ai été ainsi conduit à reproduire dans le laboratoire un volcanisme expérimental où ont été réalisés tous les effets du volcanisme naturel (1). ÉMILE BELOT.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 48, page 41.





UN GARAGE GRATTE-CIEL A NEW YORK

On construit actuellement à New York ce garage de 24 étages, qui va être incessamment ouvert au public (avant la fin de cette année). Les voitures seront automatiquement conduites à leur place par des ascenseurs et des tracteurs électriques. La sortie des automobiles se fera également d'une façon complètement automatique.

LA SYNTHÈSE SCIENTIFIQUE DÉPASSE LA NATURE

Les grandes industries synthétiques bouleversent déjà
l'économie mondiale.

Par R. CHENEVIER

Quand, après avoir réalisé ses premières expériences sur la synthèse des matières organiques, le grand chimiste français Marcelin Berthelot écrivait : « La synthèse des corps gras neutres ne permet pas seulement de former les quinze ou vingt corps naturels connus jusqu'ici, mais elle permet encore de prévoir la formation de plusieurs centaines de millions de corps gras analogues qu'il est désormais facile de produire de toutes pièces, en vertu de la loi générale qui préside à leur composition », il marquait ainsi non seulement à l'industrie chimique moderne son orientation pour de longues années, mais encore il fixait une époque de l'histoire de la science et de la civilisation. Chaque époque a son empreinte. Si le XIX^e siècle a justifié la parole d'Aristote : « Quand la navette marchera toute seule, alors on pourra supprimer l'esclave », le XX^e siècle se prépare à développer, au profit de l'humanité active, les principes fondamentaux posés par l'immortel savant. Aujourd'hui, la science pure a déjà franchi les portes du laboratoire ; elle a pris contact avec la vie. Et de ce contact est née une conception industrielle nouvelle, étonnamment simplifiée et particulièrement féconde. Ce qui nous permet d'affirmer, sur cette formule lapidaire et imagée, que plus la science progresse, plus la nature, en quelque sorte, régresse.

La portée sociale des synthèses

L'ORDRE naturel étant déchu de la suprématie, l'ordre technique bouleversé, l'ordre social ne peut demeurer indifférent. Chaque progrès d'une industrie synthétique suscite, en effet, dans tous les domaines de l'activité, des perturbations sensibles. Selon l'étendue des champs d'application, il met en émoi ou le domaine économique, ou le domaine financier, ou les deux simultanément. Il apporte des troubles dans les rapports entre les Etats, troubles commerciaux, troubles nationaux. Il dérive les courants d'échange, s'il ne les rompt pas. Il rend indépendant qui était tributaire et appauvrit qui était riche.

N'est-ce point la découverte de l'azote synthétique et son exploitation industrielle qui valent à l'Allemagne une économie annuelle de un milliard de marks, économie dont bénéficie sa balance commerciale ? En contre-partie, n'est-ce point l'extension industrielle formidable de cette même découverte qui menace aujourd'hui toute la vie nationale chilienne ? L'industrie nitratière stagnant, le gouvernement chilien voit se figer dans une inertie inquiétante le rendement des taxes à l'exportation qu'il prélève sur le produit. Par cela même, son budget

est en instance de déséquilibre, et ses prévisions futures menacées. Que sa crise s'affirme et se développe, et d'autres épaules que les épaules des nitratières devront porter le fardeau fiscal chilien. Et tout cela, pourquoi ? Parce qu'il y a vingt ans à peine, un savant allemand, travaillant en silence dans les laboratoires de la *Badische Aniline*, a mis au point une formule d'union de l'azote et de l'hydrogène en présence d'un catalyseur.

Autre exemple :

A la veille du conflit mondial, aucun laboratoire n'ignorait la possibilité de procéder à la préparation de l'acide nitrique synthétique. Mais aussi, aucun laboratoire n'avait réussi à dépasser l'ordre quantitatif infini-tésimal. Au delà d'un décigramme, les formules étaient vaines.

Aucun laboratoire, non, car là où tous avaient échoué, l'Allemagne avait réussi. En grand secret, comme à l'accoutumée.

En si grand secret même qu'au lendemain de l'ouverture des hostilités, le patriotisme allemand s'effara. L'entrée en guerre de la Grande-Bretagne, le blocus instauré par sa flotte, barraient la voie aux importations de nitrates. Et, sans nitrates, pas d'explosifs.

Mais les premiers jours d'août, un communiqué du gouvernement impérial vint rassurer l'opinion nationale alertée. L'Alle-

magne, disait en substance ce communiqué, ne manquera pas d'explosifs quoi qu'il arrive.

Ce quoi qu'il arrive était l'aveu de la possibilité d'application industrielle d'une formule de préparation d'acide nitrique synthétique. Là encore, la chimie allemande avait pris du champ, et quel champ ! Car n'est-il pas permis de penser que si l'Allemagne n'avait point été en mesure de recréer artificiellement l'acide évolué du produit naturel, la guerre n'aurait pas eu lieu ?

Elle est donc bien réelle la portée sociale de l'œuvre de synthèse. Elle est même bien redoutable, puisqu'elle a pu comporter, pour des millions d'êtres humains, un engagement de vie et de mort. Et, cependant, combien proche de son aurore était cette œuvre. Sept ans après la fin de Berthelot, l'Allemagne comptait par centaines de mille tonnes les produits de synthèse nécessaires à sa vie nationale.

Les grandes synthèses industrielles

Considérons maintenant les grandes formules, les formules initiales, celles dont les incidences générales ont revêtu le plus d'ampleur.

En date comme en qualité, la première est celle de l'ammoniaque par Haber. Elle est bien connue : hydrogène et azote combinés en présence d'un catalyseur (1) que M. Matignon a défini comme devant être du fer associé à quelques centièmes d'alumine. Invariable dans son principe, cette formule a, cependant, donné lieu à des modalités nouvelles, issues soit du choix de la source d'hydrogène, soit de la sélection du corps catalyseur, soit enfin des différences de pression. A Haber se sont superposés Claude et Casale. Mais, de même que le départ chimique était identique, le point d'aboutissement industriel est le même.

Ce point d'aboutissement est, en premier lieu, l'ammoniaque synthétique, puis la fabrication du sulfate d'ammoniaque artificiel, dont la valeur commerciale, fonction de la valeur d'application, est en régression sensible.

De l'ammoniaque à l'acide nitrique, le passage est aisé : oxydation du gaz ammoniac au moyen de l'air et en présence de platine, lequel joue le rôle d'agent catalyseur. Cette seconde formule et les progrès auxquels elle a donné lieu, ont été exposés tout au long dans notre numéro de juillet 1928. Inutile donc de s'y appesantir.

(1) Voir l'article « Qu'est-ce que la catalyse » paru dans le n° 112, page 300, de *La Science et la Vie*.

Toutefois, remarquons la simplicité des processus et jusqu'à un certain point leur identité. Un terme est commun, est obligatoirement commun : l'intervention catalytique, sorte de point final, de *deus ex machina* qui dénoue l'opération.

C'est en pleine guerre que se généralise la fabrication de l'acide nitrique synthétique. Par elle, les nations en lutte tenaient, en parfaite indépendance, la préparation de toute la gamme des explosifs nitrés. Les nitrates chiliens pouvaient disparaître; les services des poudres étaient assurés de ne pas connaître le chômage.

L'importance quantitative de la fabrication de l'acide nitrique synthétique durant la guerre ? La France avait tardivement conçu, devant les besoins toujours croissants en explosifs, deux usines : l'une, sise à Angoulême, d'une capacité de production quotidienne de 165 tonnes ; l'autre, à Toulouse, d'une capacité de 150 tonnes. Si l'on y adjoint les usines privées, la capacité globale des usines d'acide nitrique synthétique devait osciller, à l'armistice, autour de 350 tonnes par jour.

Cette multiplication des usines synthétiques se trouva excéder les besoins immédiats de paix. De surcroît, mille et mille facteurs jouaient, dont la défense nationale n'avait pas à prendre souci, le prix de revient entre autres. Si donc l'invention demeurait avec tout son champ d'immenses applications, le cadre économique était à rénover complètement.

Cette rénovation alla de pair avec les perfectionnements techniques. Perfectionnements si rapides, si étincelants que dix années ont suffi à faire, d'installations neuves, des installations franchement périmées et inutilisables.

Aussi cette période est-elle encore, pour l'acide nitrique synthétique et pour tous les emplois qu'il comporte, une période de mise au point et d'installation industrielle. Les houillères, notamment, entament un vaste programme qui leur permettra d'aboutir à des tonnages importants de nitrate d'ammoniaque. Quand il sera réalisé, l'engrais azoté artificiel primera, sous toutes ses formes, nitrate d'abord, sulfate ensuite.

Au demeurant, sa suprématie est déjà éclatante, et les chiffres du tableau page 499 en témoignent.

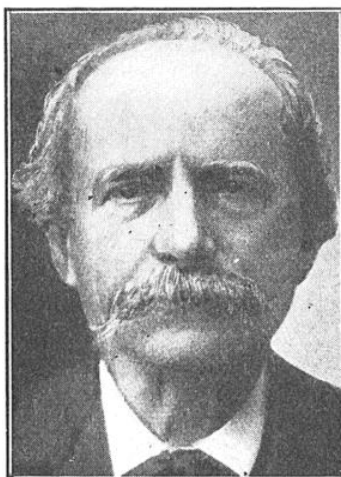
Pour que ces chiffres prennent toute leur valeur, il sied de se remémorer que, en 1913, l'azote synthétique n'existait pas et que, en 1925, il n'avait guère que sept années de vie commerciale. Sept années ont donc

CONSOMMATION MONDIALE D'AZOTE
(en milliers de tonnes d'azote)

	1925-26	1926-27	1927-28
Synthèse ...	585	735	900
Récupération.	300	310	350
Nitrates.....			
Chilines	323	271	390
Totaux	1.208	1.316	1.640

suffi pour jeter sur le marché du monde la bagatelle de 585.000 tonnes d'un produit neuf déjà adapté aux travaux de paix. Fantastique révolution, que ne concevrait pas le cerveau anticipateur d'un Wells.

Quand des formules scientifiques ont fait leurs preuves sur un tel plan, elles appartiennent déjà au passé. L'économiste peut encore les considérer pour les incidences de tous ordres qu'elles comportent. Le technicien, lui, n'a vue que sur l'avenir.



MARCELIN BERTHELOT
(1827-1907)

L'illustre précurseur de la synthèse.

Et l'avenir, quel est-il dans l'ordre des grandes formules ? Il porte ces deux noms prestigieux : le pétrole synthétique et le caoutchouc synthétique.

Le pétrole synthétique

Quoique non illimité, l'enjeu est de taille. Certes, il ne s'agit pas de prétendre à substituer totalement l'hydrocarbure artificiel à l'huile brute naturelle, mais à contre-balancer la suprématie de celle-ci, à restreindre son champ d'expansion et, en fin de compte, à introduire sur son marché, sans cesse en progression, un élément de concurrence, qui, pour certains, sera aussi un élément d'indépendance.

Techniquement, sur le plan du laboratoire,

le problème est résolu selon plusieurs formules, dont les unes s'emploient à l'hydrogénation de la houille, les autres à la carbonisation à basse température des lignites. Sur le plan industriel, certaines de ces formules sont actuellement à réserver, celles qui relèvent de l'hydrogénation de l'hydrocarbure solide.

Ne demeure donc plus que le mécanisme général de la carbonisation à basse température, dont le processus peut se décomposer comme suit :

1^o Carbonisation proprement dite, à la température moyenne de 600°, des lignites ou même des houilles, effectuée dans des fours appropriés. Opération qui donne naissance à un goudron primaire, à du semicoke, à des phénols, de l'ammoniaque et autres dérivés ;

2^o Traitement catalytique de ces goudrons primaires, aboutissant à leur fractionnement. Selon les procédés, ces goudrons sont pris soit avant condensation, soit après condensation.

De ces deux opérations, la seconde est de loin la plus complexe. Néanmoins, elle paraît avoir été menée à bien, en Allemagne, par l'I. G. Farbenindustrie,

qui traite les goudrons après condensation, et, en France, d'après le procédé Houdry Prudhomme, qui les traite avant condensation.

Mais, en matière industrielle, la technique n'est pas tout. De même que le point d'aboutissement inéluctable de l'opération technique est l'opération industrielle, de même le point terminal de l'opération industrielle est-il l'opération marchande. Par cela même s'applique au procédé techniquement sélectionné la nécessité d'un coefficient d'exploitabilité ou, si l'on préfère, de rentabilité.

Or, la matière mise en œuvre est le lignite, dont l'utilisation, en tant que produit cru, est très inférieure à celle de la houille et qui, de ce fait, possède évidemment une



GEORGES CLAUDE (1870)
Le réalisateur de la synthèse.

valeur commerciale infiniment moindre.

Seulement, qui dit lignite dit gisements. Et, sous ce rapport, les nations sont plus ou moins bien pourvues. Telle qui détient un procédé synthétique techniquement valable ne possède pas les moyens économiques de le mettre en œuvre. Ainsi, la France, dont les réserves de lignite sont modestes (dont les qualités sont variables) et dont les difficultés d'exploitation sont parfois considérables. En opposition est l'Allemagne, qui tire annuellement de son sol plus de 130 millions de tonnes d'un excellent lignite, identique en qualité et d'une extraction aisée, donc d'un prix de revient moindre.

Or, ce prix de revient moindre pèse sur la fabrication du pétrole synthétique. Il le commande même, puisqu'il est à la base du prix d'établissement de ce dernier. Si l'on ose dire, il est, en quelque sorte, le noyau du coefficient de rentabilité.

C'est donc autour de ce dernier point que pivote aujourd'hui le problème du pétrole synthétique. Les techniciens ont œuvré ; les marchands et exploitants ont la maîtrise. A eux et à eux seuls de témoigner qu'ils la possèdent réellement.

Or, il ne semble pas que ce témoignage soit déjà administré d'une manière probante. Certes, l'I. G. Farbenindustrie produit du carburant synthétique à raison de 2.000 barils par jour, mais cette production toute modeste (un baril égalant 158 litres) paraît figée et subordonnée, dans son extension, à des concessions d'ordre douanier ou ferroviaire de la part du Reich.

D'où cette conclusion que si, dans l'ordre des hydrocarbures liquides, la synthèse, au cours de ces récentes années, a fait un pas de géant, elle accuse, néanmoins, un retard sur l'application des formules grandioses, de l'ammoniaque synthétique et de l'acide nitrique synthétique. Retard dû, il faut le dire, à ce que ces dernières opérations mettent en œuvre les corps les plus simples et les plus répandus dans l'ordre naturel, cependant que la synthèse du pétrole, telle qu'elle s'applique actuellement, fait appel à un produit sélectionné et inégalement réparti.

Le caoutchouc synthétique

Ici, nous sommes dans l'ordre de l'anticipation, non de l'anticipation imaginative ou scientifique, mais de l'anticipation industrielle.

Chimiquement, le caoutchouc synthétique est réalisé, en ce sens que sa formule

est identique à celle du produit naturel. Physiquement, il ne l'est pas, étant de propriétés très inférieures. Or, ce sont précisément ces propriétés qui font toute la valeur utilitaire du caoutchouc.

Apparemment, le problème n'est pas insoluble. L'I. G. Farbenindustrie, ayant isolé, dans des conditions économiques appréciables, l'isoprène, carbure cyclique de base, s'attache à découvrir les conditions optima d'application de la formule de polymérisation dont dépend l'identité physique. Nul doute qu'elle y parvienne dans un délai plus ou moins long.

Mais, ici, une remarque s'impose. L'isoprène s'obtient aisément. Tous les goudrons en recèlent. Il est donc infiniment plus généralisé que le lignite.

Par ailleurs, entre la production mondiale du caoutchouc et celle du pétrole, existent des marges considérables : 600.000 tonnes de caoutchouc contre 155 millions de tonnes de pétrole. Là donc où le pétrole artificiel, techniquement réalisé, ne peut, sous la formule actuelle, déséquilibrer le marché du produit naturel, le caoutchouc synthétique, techniquement encore à réaliser, est à même de défoncer littéralement le marché du caoutchouc naturel. Et cela d'autant plus que si le pétrole sourd complètement formé des entrailles du sol, le « latex » ne jaillit que d'un hévéa cultivé. Un fonçage de puits n'excède pas une année. Un arbre à caoutchouc a besoin de sept années pour parvenir à maturité.

Done double différenciation : quantitative d'abord, d'exploitation ensuite. Le caoutchouc synthétique est plus proche du plan économique, où s'exerce l'azote synthétique, que n'en est proche le pétrole artificiel. Un jour quelconque, et dans la même proportion, les plantations caoutchoutières de Ceylan, de Malaisie, des Indes néerlandaises connaîtront la crise vitale que traversent en ce moment les nitrates chiliens.

Les synthèses secondaires

Plus économique que technique, la classification ici adoptée nous a conduit à discriminer entre des formules scientifiquement proches les unes des autres et à en établir selon une hiérarchie dont le terme de base est, en quelque sorte, le coefficient d'utilisation des produits créés. Certes, une telle classification n'est pas à l'abri de tout reproche. Notamment, elle affiche un rang secondaire à des formules dont la pure valeur technique est hors de pair. Mais, par contre, elle permet à l'esprit de mesurer la diffé-

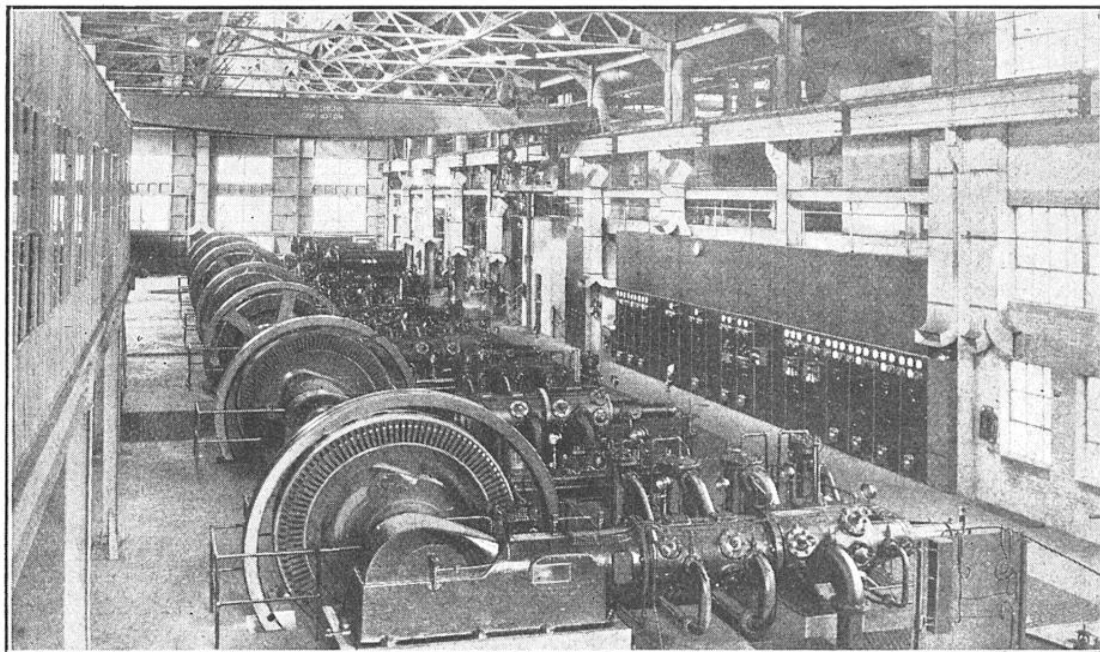
rence d'ordre que l'application industrielle impose aux inventions.

L'alcool de synthèse

En hydrogénant l'oxyde de carbone en présence d'un catalyseur, et en opérant à des pressions égales ou supérieures à 150 atmosphères et à des températures variant entre 220° et 300°, on obtient l'alcool méthylique synthétique. Ce procédé, qui est celui de M. Godard, ancien inspecteur général des poudres, est monté industrielle-

progrès industriel évident. En concurrence avec des produits d'origine différente, pour des fins identiques et quantitativement importantes, il est sans signification commerciale. C'est ainsi que, raisonnablement, en période d'équilibre économique et politique, nul ne peut songer à opposer l'alcool méthylique à l'essence et à le considérer comme un carburant de remplacement.

Dans l'ordre des alcools, il sied de joindre l'alcool éthylique synthétique à l'alcool méthylique synthétique. Au contraire de



VUE D'ENSEMBLE DE LA SALLE DES COMPRESSEURS INSTALLÉS A L'USINE D'AMMONIAQUE SYNTHÉTIQUE DE BELLE (ÉTATS-UNIS)

ment par les Etablissements Kuhlman. D'une ordonnance simplifiée et d'une généralisation aisée, étant donnés les points de départ, il s'inscrit, d'ores et déjà, victorieusement contre l'alcool méthylique.

En outre, par son prix de revient naturel, particulièrement modeste, 1 fr. 30 au kilogramme, il assure une appréciable rémunération aux entreprises qui l'industrialisent, puisque, commercialement, la valeur marchande est de l'ordre de 9 francs le kilogramme.

Certes, cette valeur est fonction de la largeur du marché et des emplois auxquels répond l'alcool méthylique synthétique. En concurrence avec le produit naturel, pour des utilisations nettement déterminées, quantitativement réduites, il représente un

ce dernier, l'alcool éthylique prend pour point de départ l'éthylène du gaz de distillation de la houille. Cet éthylène, isolé par refroidissement et soumis à l'action de l'acide sulfurique, fournit l'acide sulfovinique, lequel, par saponification, donne l'alcool éthylique artificiel. Cette fabrication en deux stades, entreprise par la Compagnie des Mines de Béthune, permet d'obtenir de 13 à 19 kilogrammes d'alcool par tonne de houille distillée. D'une économie semblable à celle de la formule de M. Godart, elle apparaît comme un complément rigoureusement logique des industries procédant à la fabrication de cette métallurgique. Par ailleurs, introduisant une sévère concurrence sur le marché des alcools industriels naturels employés pour la dénatu-

ration, l'alcool éthylique ainsi fabriqué est de nature à perturber un marché de production, auquel la législation de 1919 a déjà porté un coup sensible.

Les matières colorantes

Le détour est long, en apparence, qui mène des produits synthétiques de distillerie à la gamme si variée des produits de base et intermédiaires de l'industrie des matières colorantes, de celle des produits pharmaceutiques et, enfin, de l'industrie des parfums artificiels. Mais combien il est bref, en réalité, puisque, dans la presque totalité des cas envisagés, la matière première de départ est toujours et uniformément la houille. Matière de substitution par excellence, la houille offre, en effet, par voie de distillation à haute température, les sources essentielles, goudrons ou gaz, desquelles dérive la chaîne complexe des produits de base dont les dérivés constituent, finalement, les éléments actifs des industries énoncées.

Considérons, par exemple, l'industrie des matières colorantes. Il fut un temps, un temps qui, du reste, n'est aboli que depuis un demi-siècle à peine, où les teinturiers demandaient le rouge « garance » aux racines du « *rubia tinctorum* » et le bleu « indigo » à l'« indigon », glucoride incolore, tiré de diverses plantes du type « indigofua ». Alors, les colorants étaient d'origine végétale ; alors, les essences étaient d'obtention délicate, nécessitant des mains-d'œuvre considérables et des outillages dispendieux.

Un jour de 1869, à la *Badische Aniline*, un chimiste découvrit que l'alizarine, issue du goudron de houille, était l'élément colorant de la garance, et, vingt ans après, un autre chimiste faisait la même découverte pour l'indigo. Dès lors, l'industrie des colorants naturels était battue en brèche par une industrie plus jeune, plus active et qui ne cessait d'améliorer ses prix de revient. C'est ainsi que, en trente années, de 1880 à 1923, les prix de revient des colorants issus de goudron marquèrent à la *Badische Aniline* une amélioration de 30 %.

De cette amélioration, ainsi que de l'extension de ces fabrications, les producteurs de végétaux ne tardèrent pas à se ressentir. Alors que, pour la période de 1902 à 1907, les surfaces cultivées aux Indes, en plantes du type « indigofua », étaient de 487.000 ares, en 1924 elles n'étaient plus que de 162.700 ares. Et, bien que les statistiques fassent défaut pour la période ultérieure, tout porte à croire que la régression s'est encore accusée.

En 1926, M. Frossard, vice-président de l'Union syndicale des Fabricants de matières colorantes, définissait ainsi, dans l'*Illustration économique et financière*, la position technique de l'industrie des matières colorantes :

« Les matières colorantes sont des produits chimiques organiques de synthèse, le plus souvent de constitution très complexe ; avant d'arriver au terme de fabrication de ce produit, il est nécessaire de passer par l'intermédiaire de nombreux produits de transformation, qui, partant des produits de distillation de la houille, sont successivement transformés en dérivés chlorés, sulfurés, nitrés, amylés, méthylés, phénylés. La seule énumération de ces fonctions laisse entrevoir la liste des produits qui sont nécessaires à ces fabrications ; ce sont tous les constituants de la grande industrie chimique : chlore, acide sulfurique, oléine, acide nitrique, soude, carbonate de soude... »

On ne saurait être plus explicite en moins de mots : matières premières d'abord, produits intermédiaires ensuite, et, issus de ces derniers, toute une gamme de dérivés d'où naissent les colorants proprement dits.

Sont matières premières les carbures cycliques extraits du goudron de houille. Sont produits intermédiaires les composés issus des carbures et résultant de l'action des réactifs de la chimie minérale sur ces derniers. Sont enfin matières colorantes les produits lumineux nés des réactions de ces produits intermédiaires les uns sur les autres ou sur des aldéhydes, des acides, des chlorures d'acide, etc...

Comme on le pressent, ce type de fabrication synthétique est à changement complexe et met en œuvre des industries très diverses. Si l'opération commence au four à coke, elle ne se termine que dans une usine de grande industrie chimique.

L'agencement vertical n'existe pas encore pour elle, en France du moins. Car il y a belle date que l'industrie allemande a modifié et uni sous une même direction technique et financière tous les éléments actifs participant à une même œuvre.

Manifestement, dans l'ordre technique d'abord, dans l'ordre industriel ensuite, l'Allemagne avait conquis une avance considérable pour tout ce qui concernait la fabrication des colorants de houille. Cette avance était telle qu'avant 1914, l'alizarine nécessaire à la teinture des pantalons rouges de l'armée française était importée de la *Badische Aniline*. Aucune firme française ne fabriquait, en pleine indépendance, des colo-

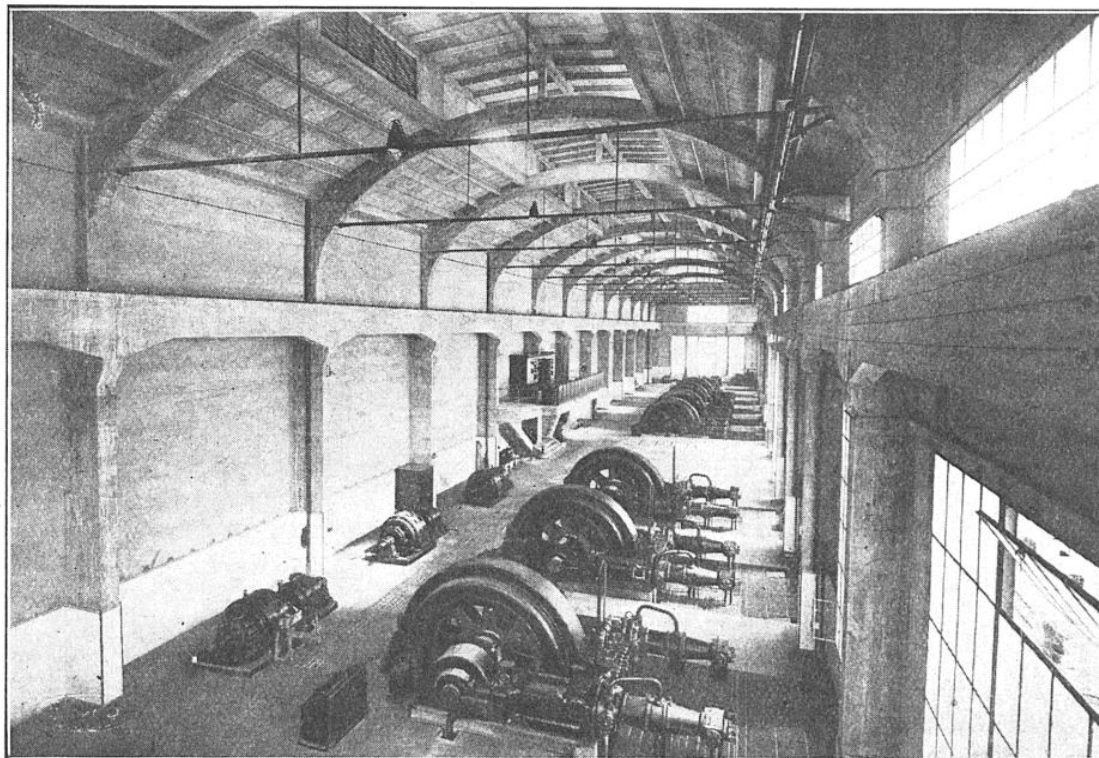
rants artificiels. Toutes étaient tributaires de la chimie d'outre-Rhin. C'est dire suffisamment que l'industrie nationale des matières colorantes était inexistante.

Cinq années de conflit ont suffi à renverser la situation. Aujourd'hui, l'essor de l'industrie française des colorants artificiels est considérable. Aujourd'hui, elle jette sur le marché national plus de 12.000 tonnes de produits synthétiques, réduisant à presque rien le chiffre des importations.

d'activité qu'elle énonce ont gagné à l'institution, sur le territoire national, d'une industrie des colorants synthétiques.

Les produits pharmaceutiques

Des matières colorantes aux produits pharmaceutiques synthétiques, le passage est direct. N'est-ce pas, en effet, M. le professeur Carl Duisberg, président du conseil d'administration de l'*I. G. Farbenindustrie*, qui, avec toute l'autorité qui s'attache à son



HALL DES COMPRESSEURS A 231 ATMOSPHÈRES DE L'USINE DE L'OFFICE INDUSTRIEL DE L'AZOTE, A TOULOUSE

Et si l'on veut mesurer à sa juste valeur l'importance de cette situation économique, due exclusivement à l'effort combiné des houillères et de la grande industrie chimique, il n'est que de se reporter à ce passage du livre de M. Herriot : *Agir* :

« L'industrie des matières colorantes tient sous sa dépendance tout au moins l'industrie textile : coton, laine, soie naturelle, soie artificielle, jute, ramie, lin, etc... ; l'industrie du cuir, l'industrie des fourrures, l'industrie du papier... »

L'énumération se suffit à elle-même, et il n'est nul besoin de commenter pour se représenter ce que les différentes branches

nom, à sa situation, à ses travaux, a écrit :

« Les matières premières indispensables à la synthèse des médicaments sont les mêmes, en principe, que celles nécessaires à la fabrication des colorants organiques. Il n'est donc pas surprenant que ces fabriques allemandes de colorants d'aniline se soient, les premières, tournées vers ce champ nouveau d'action. »

Affirmation, ou plus exactement constatation, qui atteste la liaison des industries, en même temps qu'elle généralise le phénomène de concentration à base unique. Car, au départ, une fois encore et toujours, se retrouve l'opération de distillation de la houille.

Mais, chose curieuse, ce développement de l'industrie pharmaceutique de synthèse est sans rapport encore avec le développement de l'industrie des colorants. D'une part, en effet, une évolution scientifique datant du milieu du XIX^e siècle et opérée à pas comptés, comme en tolère la plus rigoureuse des méthodes d'investigation scientifique ; d'autre part, une marche précipitée, engagée sur un fait de hasard, mais accélérée promptement et bénéficiaire d'une expérience considérable acquise dans la branche voisine. Fait du hasard, dirons-nous. Mais lequel ?

Lisons l'anecdote sous la plume même de M. le professeur Carl Duisberg. Son attrait est en rapport avec la modestie qu'elle implique :

« Vers l'année 1880, écrit M. Carl Duisberg, deux médecins strasbourgeois se proposèrent d'étudier l'action de la naphthaline sur les vers intestinaux. Le pharmacien chargé de l'exécution de l'ordonnance se trompa de flacon, mit dans les cachets, au lieu de naphthaline, de l'acétanilide, et l'on découvrit alors, grâce à cette erreur, les propriétés antipyrétiques de ce qu'on appela alors l'« antifibrine ». La notion de l'effet surprenant de cette substance chimique, connue depuis fort longtemps, se répandit rapidement dans le monde savant, et l'acétanilide devint, en chimie pharmaceutique, l'exemple et la preuve typique du fait que des remèdes antipyrétiques pouvaient être obtenus non seulement à partir de bases cycliques analogues à la quinine, mais encore par la synthèse de corps de constitution plus simple. »

De cette découverte, due au seul hasard, devait jaillir une gamme de conséquences aux aspects aussi imprévus que variés. C'est ainsi que les « Elberfelder Fabriken » détenaient, aux alentours de 1881, un stock important de paranitrophénol, produit phénolé de la distillation des huiles phénoliques de goudron de houille. Ce stock atteignait 30.000 tonnes. Il s'accroissait tous les jours et, par surcroît, il était inutilisable pour la préparation et la fabrication des matières colorantes.

Or, deux chimistes éminents, Duisberg et Hinsberg, réussirent à retirer de ce paranitrophénol inutilisable, et par conséquent onéreux, l'éthoxy-acéténilide, plus communément dénommé phénécitine. De cette phénécitine dérive toute une série de produits du même ordre et ayant des effets thérapeutiques identiques ou supérieurs. Aujourd'hui encore, du reste, la phénécitine et les médicaments de la série sont universellement

utilisés. Et, cependant, la découverte de ces produits synthétiques date de près de quarante-cinq ans.

Rappellerons-nous la découverte faite, en 1909, du « Selvasten », par Paul Erlich ; la mise au point du « Stoxastol », très proche parent du Coc, puisque, par réduction, il fournissait le « diacetylarsénobenzol », produit dont la terminologie dit assez la provenance. Expliquerons-nous la suite des recherches entreprises en 1904 avec le « trypanroth », médicament appartenant à la série des matières colorantes dérivées de la benzidine, recherches qui aboutirent, en 1921, à la mise au point du fameux « 205 Beyer » ou « Germanion » et auxquelles on doit, aujourd'hui, la guérison de la maladie du sommeil. Enfin, ferons-nous état des déclarations de M. le professeur Muchlem, au 89^e congrès de la Société des naturalistes et médecins allemands, déclarations aux termes desquelles l'I. G. Farbenindustrie préparait de nouveaux médicaments synthétiques contre le paludisme. Encore que ces déclarations aient été volontairement masquées d'une certaine réserve et qu'il ne soit pas possible de déterminer les séries dont seront issus les médicaments annoncés, n'est-il pas permis de concevoir quelque émerveillement de ce labeur formidable exécuté en vue de la défense de l'homme contre les mille maux dont la nature l'assaille ? Et surtout n'est-il point permis de nourrir quelque gratitude à ces goudrons de houille, aux flots épais et noirs, d'où dérivent des produits artificiels si salutaires et bienfaisants ?

Les parfums synthétiques

Des produits pharmaceutiques synthétiques aux parfums synthétiques, le passage est aussi direct que des matières colorantes de synthèse aux produits pharmaceutiques artificiels. Car, une fois encore, la matière de départ est la même. Quand, il y a cinquante ans, Friedel et Crafts découvrirent une méthode générale de fixation des radicaux alcooliques sur les carbures aromatiques par l'action du chlorure d'aluminium, ils ouvrirent, ainsi que le rappelle justement M. Justin Dupont, la voie à l'industrie des parfums artificiels. Appliquée à des corps différents, cette méthode devait conduire à l'obtention du butyltoluène, lequel, après nitration, donne le musc artificiel. Par le travail des acides acétyléniques, des éthers au parfum de violette furent découverts. Et tant d'autres encore dont l'hydroxycitronnellaldéhyde, dont le parfum évoque à s'y méprendre celui de la fleur de cyclamen et qui,

combiné à des parfums naturels, donne un « muguet » d'une suavité toute printanière. Ainsi désirez-vous une essence d'amandes amères? Oxydez du chlorure de benzine, vous obtiendrez l'aldéhyde benzoïque, véritable essence artificielle. Préférez-vous une essence de jasmin? L'acétate de benzyle va vous l'offrir. Un brin de musc? Le trinitrobutyltoluène vous satisfera.

Si sèche et brève qu'elle soit, cette énumération suffit néanmoins à exprimer la part que la synthèse détient aujourd'hui dans ces parfums.

Certes, ici, ce n'est point l'importance économique qui est en jeu. Les statistiques douanières évaluent encore en grammes les importations et les exportations de parfums synthétiques. Mais à défaut de la partie économique encore incertaine, la partie sociale mérite de ne pas être méconnue. Le parfum n'est pas qu'un produit de luxe. Ses liens avec l'hygiène sont étroits. Quelques gouttes d'une quelconque essence supposent au préalable l'emploi du savon, celui-ci fût-il vulgairement du savon de Marseille. Or, les parfums synthétiques, infiniment moins coûteux que les parfums naturels (ne faut-il pas trois années pour qu'une plante de jasmin parvienne à maturité), ont opéré dans le sens d'une démonétisation. Ils offrent, en effet, ce brin de superflu qu'appellent si vivement ceux auxquels l'utile sens est accessible. Ils facilitent les coutumes d'hygiène. Et s'il est vrai que le soin du physique implique celui du

moral, ils contribuent à affiner la tenue générale de la masse populaire, à l'élever et, partant, à l'améliorer.

Les résines synthétiques

Sans grande liaison économique avec les précédentes réalisations synthétiques et, cette fois, sans aucun rapport technique et

industriel, apparaissent les produits artificiels dérivés des résines naturelles ainsi que les résines synthétiques.

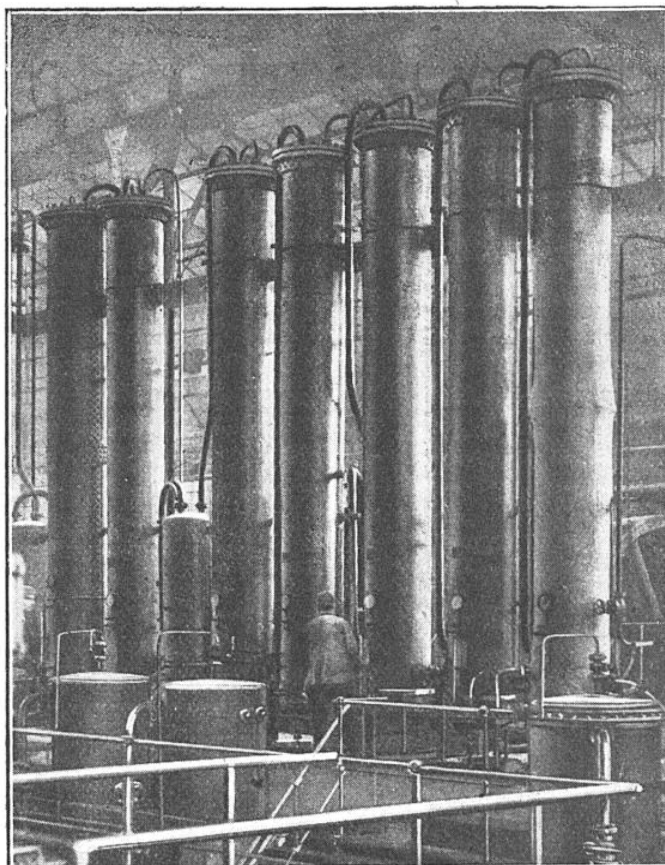
Le traitement des essences de pins conduit à l'obtention de l'essence de thérébentine, mélange de deux constituants principaux : la pinène et le nopinène. Produit terminal pour certaines utilisations, l'essence de thérébentine est également une matière de départ pour la préparation de produits synthétiques divers, dont le camphre et le terpinéol synthétique.

Le camphre

Certaines méthodes de préparation du camphre synthétique

sont connues. D'autres font encore l'objet de réserves industrielles bien compréhensibles. A ces réserves force nous est donc de participer.

Un moyen de préparer le camphre synthétique est de transformer l'essence de thérébentine en chlorhydrate de pinène en utilisant l'action de l'acide chlorhydrique à basse température. Par traitement alcalin, on passe ensuite du chlorhydrate de pinène au camphrine, lequel par oxydation directe est à son tour transformé en camphre.



GRUPE DE COLONNES D'ÉPURATION DES GAZ DE FOURS A COKE AUX MINES DE BÉTHUNE (NORD)

Ce groupe correspond à la fabrication de 10 tonnes d'ammoniaque synthétique par jour.

Jusqu'à présent, ce procédé, le plus simple de tous les procédés connus, n'a pas encore donné de résultats industriels bien probants. Est-ce à dire qu'il doit être rejeté ? Il ne le semble pas, les raisons de semi-échec étant moins techniques que commerciales, le prix de revient du camphre synthétique apparaissant comme supérieur au prix de revient du camphre naturel dont le Japon, grand fournisseur, tient fermement le marché.

Les résines synthétiques

Outre le camphre de synthèse, l'essence de thérébentine est également apte à fournir le terpinéol. Au lieu de partir du pinène comme pour le camphre, on part de la nopinène. Par voie d'hydratation, l'essence de thérébentine donne, en présence d'acides minéraux, très étendus, la terpine, intermédiaire du terpinéol. Ce dernier est réalisé après une forte déshydratation de la terpine, opération correctrice de celle du début de sa fabrication. Ainsi que nous l'avons dit précédemment, le terpinéol est l'un des parfums de synthèse les plus vulgarisés. Si l'essence de thérébentine, produit naturel né de la résine, sert de point de départ à la préparation de deux fabrications synthétiques, la résine elle-même n'est point demeurée sans concurrence. Des substituts artificiels lui ont été cherchés. Et de ces substituts, le plus connu est la « bakélite », découverte par le Dr Backeland.

En condensant à l'autoclave en présence de catalyseurs un mélange de phénol et d'aldéhyde, un produit analogue à la résine naturelle est obtenu. Les proportions et les conditions des corps réagissant, la résine artificielle acquise est plus ou moins dure et solide. Mieux, ces résines présentent sur les résines naturelles un avantage considérable : celui de pouvoir être insolubilisé sur l'objet qui leur sert de support.

Outre la bakélite, d'autres substituts sont aujourd'hui mis au point. La résine de Coumarone en est le plus important comme le plus connu. Elle dérive de la condensation du Coumarone et de l'indine, tous deux inclus dans les huiles rectifiées résiduelles provenant de la fabrication de l'acide benzoïque.

Cette résine a une utilisation intensive comme vernis, quoi qu'en prétendent certains auteurs. Elle sert notamment au vernissage des carènes de navire et les Anglais en sont fort friands. Comme succédané de

l'huile de lin, pour certains usages, elle n'est pas non plus à dédaigner. En tout cas, la Société Française Huiles, Goudrons et Dérivés lui consacre une sollicitude et une vigilance toutes particulières.

Conclusions

Comment enclore en quelques pages la relation d'un progrès scientifique, industriel et social dont la seule apparition a suffi à révolutionner le monde ? Comment attribuer à une œuvre dont la grandeur de conception n'a d'égale que l'ampleur de la réalisation, le caractère surhumain qui est vraiment le sien ? Pour nous, la tentative est vaine et nous le marquons humblement.

En moins d'un demi-siècle, dans l'ordre de la chimie organique, la face de la science s'est renouvelée. Du piédestal où l'avaient hissée des millénaires d'efforts humains, la nature a chu tout soudain. Il a suffi d'un homme pour rendre aux hommes la certitude de leur majesté intellectuelle. Mais l'homme n'est rien qui n'engendre point des forces de discipline et n'inculque pas aux futurs tenants du flambeau la voie et la méthode à suivre.

C'est pourquoi, après avoir rendu au précurseur, à Marcelin Berthelot, l'hommage qui lui était dû, nous devons compléter notre devoir fervent en associant à son nom comme à son œuvre tous ceux qui, dans un cadre plus modeste, mais tout aussi rigide, se sont révélés comme les complémentaires de sa pensée maîtresse.

La science, avons-nous déjà eu l'occasion d'exposer, n'est point pure gymnastique intellectuelle, jeu abstrait d'équations. Elle est la grande dominatrice d'une vie aux formes toujours plus complexes, plus interdépendantes. Ces incidences sont illimitées. Sa portée est sans borne. Indifféremment génératrice de bien comme de mal, elle modèle les formes de civilisation et porte haut le « standing » humain. Pas à pas, elle arrache à la nature les plis bienfaisants de ses secrets. Pas à pas, elle recrée. Hier, les fertilisants ; aujourd'hui, le pétrole ; demain, le caoutchouc. Et quand ce triple cycle sera clos, un autre s'ouvrira. Si bien que l'enchaînement de ses successives synthèses apparaîtra plus tard comme le déroulement d'une chaîne sans fin, mais dont chaque maillon porte en soi la révélation d'un monde nouveau, d'une victoire plus belle et d'un effort plus grand.

R. CHENEVIER.

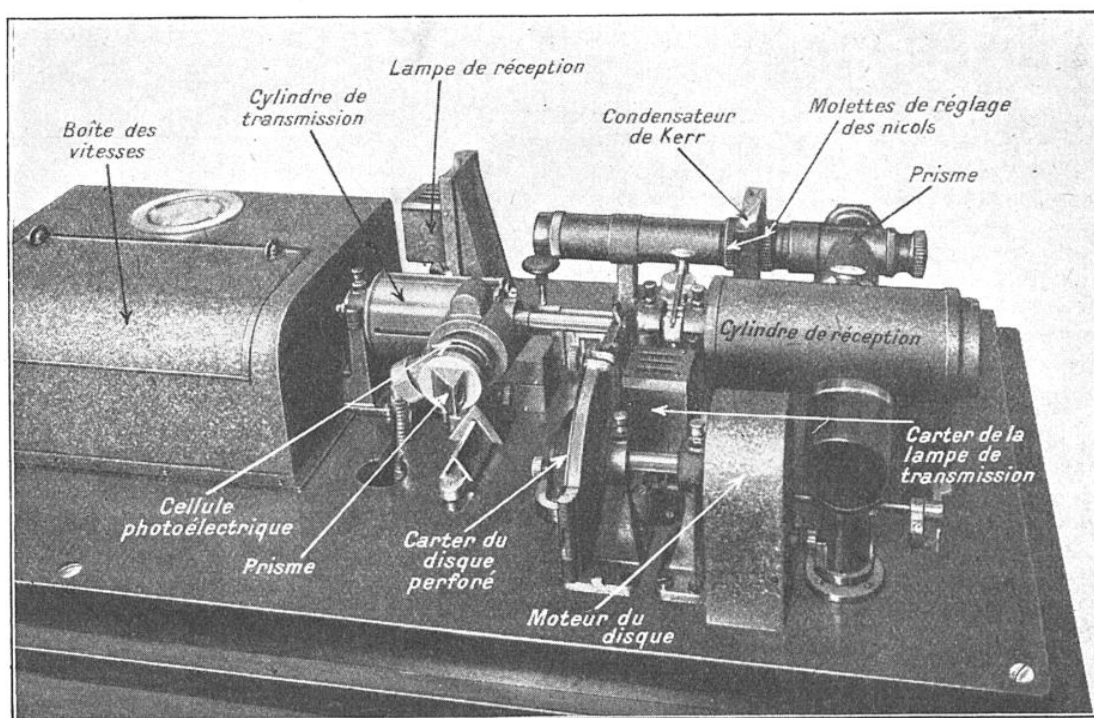
LA PHOTOTELEGRAPHIE AU SERVICE DE LA PRESSE

Par Lucien FOURNIER

DEUX des plus importants quotidiens de Paris, le *Petit Parisien* et *Excelsior*, viennent d'être reliés par un circuit téléphonique à un journal étranger, le *Daily Mail*, de Londres, pour l'échange de photographies. Il y a exactement vingt-deux ans que le premier essai d'un semblable service avait été tenté déjà, entre Paris et Londres, par notre confrère l'*Illustration*, utilisant les appareils du professeur Korn.

comment est conçue l'installation qui fonctionne, chaque soir, entre Paris et Londres, par l'intermédiaire d'un circuit téléphonique.

Dans cette installation, le cylindre de transmission et celui de réception sont entraînés par un moteur synchrone qui réalise le synchronisme entre les deux postes correspondants. Les deux moteurs sont sous la dépendance directe de deux électro-diapa-



ENSEMBLE DES ORGANES TRANSMETTEURS ET RÉCEPTEURS DU SYSTÈME SIEMENS-KAROLUS-TELEFUNKEN POUR LA TRANSMISSION TÉLÉGRAPHIQUE DES IMAGES PHOTOGRAPHIQUES

Les appareils, installés dans l'immeuble même de la Rédaction de *La Science et la Vie*, ont été imaginés par le professeur Karolus et construits par la Société Siemens-Telefunken. Notre collaborateur J. Roussel en a exposé ici même le principe (voir n° 117, mars 1927). Pour cette raison, nous nous contenterons d'indiquer, très sommairement,

sons, vibrant à 1.500 périodes par seconde, et maintenus à la même température par un thermostat. Les branches des diapasons oscillent entre des bobines à noyaux en fer insérées dans le circuit de grille ou dans le circuit de plaque d'un tube amplificateur. Elles induisent donc, en vibrant, des tensions qui, après amplification, commandent

une roue phonique qui fonctionne comme génératrice quand le moteur à courant continu auquel elle est accouplée tourne trop vite ; quand le moteur tourne trop lentement, la roue fonctionne en moteur et augmente la vitesse. La synchronisation est ainsi assurée.

Le fait de commander les deux cylindres, dans chaque poste, par le même arbre moteur, permet la transmission et la réception simultanées de deux épreuves photographiques, mais à la condition que les stations soient desservies par deux circuits téléphoniques. Actuellement on n'utilise qu'un seul circuit, de sorte que les transmissions s'effectuent alternativement dans les deux sens.

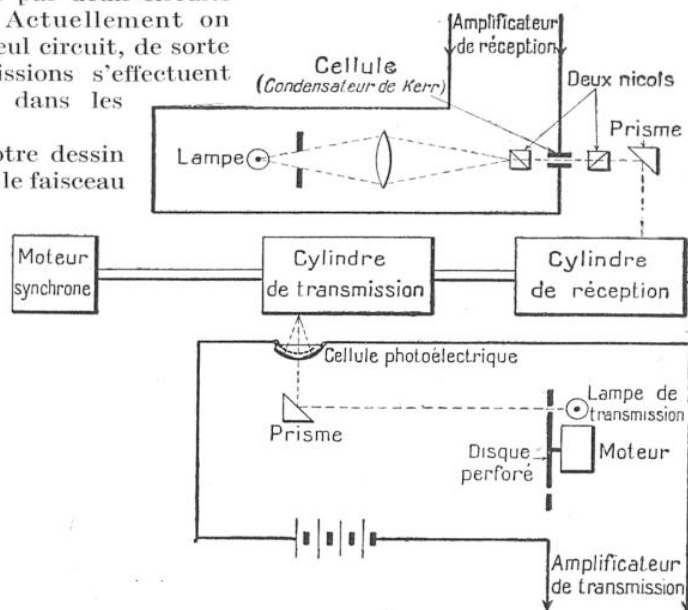
On voit sur notre dessin schématique que le faisceau lumineux, issu de la lampe de transmission, est condensé en un point sur l'image à transmettre, qui entoure son cylindre, par l'intermédiaire d'un prisme et en passant par le centre d'une cellule photoélectrique. Chaque point de l'image en rotation réfléchit ce faisceau sur les électrodes de la

cellule, qui laisse alors passer le courant. Il est bien évident que la partie claire de la photographie réfléchit plus de lumière que les parties grises et surtout que les parties noires. La lumière réfléchie sera donc modulée par la photographie elle-même, et les courants émis par l'intermédiaire de la cellule également modulés dans les mêmes conditions. Afin de transmettre sur la ligne et au poste récepteur les vibrations de courant correspondant aux valeurs lumineuses de l'image, on les superpose à une fréquence porteuse. Ce résultat est obtenu en interrompant à une fréquence très rapide le faisceau lumineux. Dans ce but, un disque perforé, animé d'une grande vitesse de rotation, est intercalé sur le passage du faisceau. La fréquence porteuse ainsi obtenue est modulée dans la cadence des courants

photoélectriques et amplifiée sans changement de l'amplitude et de la fréquence avant d'entrer en ligne.

Le poste récepteur comporte également un amplificateur qui amplifie les tensions alternatives qui lui parviennent et qui sont dirigées sur la cellule de Kerr. Celle-ci comporte un petit condensateur, avec du nitrobenzol comme diélectrique, dont les armatures sont reliées à la sortie de l'amplificateur. Un rayon lumineux passe entre les armatures ; mais, avant sa pénétration, il est polarisé linéairement par un prisme Nicol.

Sous l'action du champ électrique, le nitrobenzol est biréfringent, l'angle existant entre le rayon ordinaire et le rayon extraordinaire étant fonction de l'intensité du champ. Ces deux rayons forment donc, à la sortie de la cellule de Kerr, une lumière électriquement polarisée, dont une composante est séparée par un deuxième Nicol



DESSIN SCHÉMATIQUE DE LA TRANSMISSION ET DE LA RÉCEPTION PHOTOGRAPHIQUES À L'APPAREIL SIEMENS-KAROLUS-TELEFUNKEN.

et employée à la production de l'image. Ajoutons que l'intensité de cette composante dépend de l'intensité du champ électrique du condensateur ; elle est ainsi modulée dans la cadence de la tension alternative, fonction elle-même de la cellule photoélectrique du poste transmetteur et, en définitive, de l'éclat du point éclairé de l'image. Cette lumière étant concentrée en un point au moyen de lentilles, on obtient la reproduction fidèle de l'image transmise, puisque le tambour récepteur tourne en synchronisme avec le tambour transmetteur.

La transmission d'une épreuve 18×16 dure onze minutes. Chaque soir, un grand nombre de phototélégrammes sont ainsi échangés, pour permettre aux deux correspondants d'illustrer, dans leurs éditions du matin, la relation des événements journaliers. L. F.

LE RAID TRANSATLANTIQUE DU DIRIGEABLE « COMTE-ZEPPELIN »

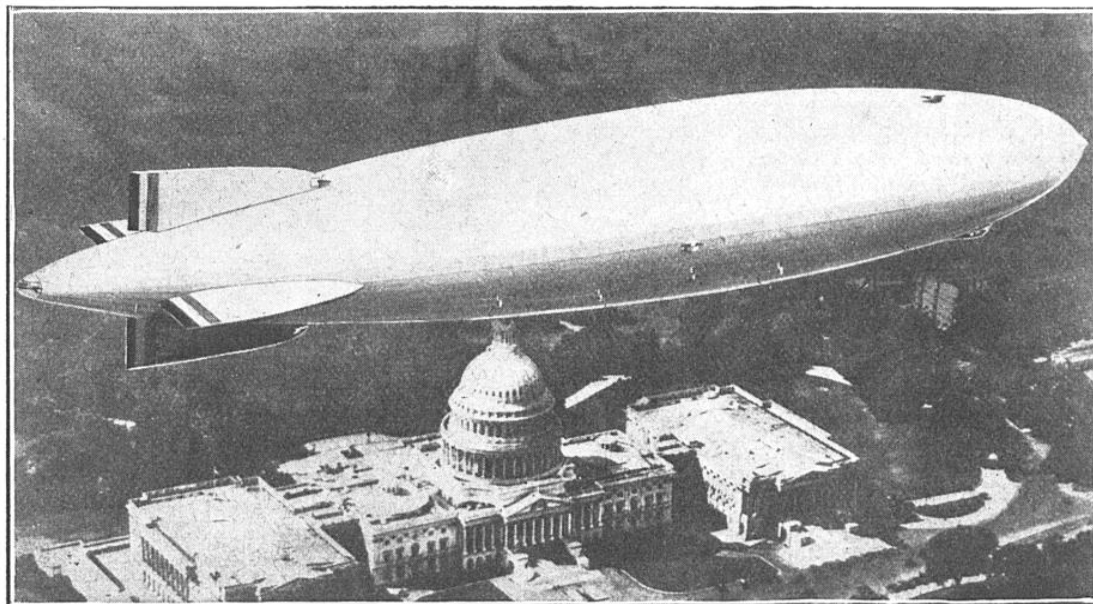
Par Jean MARTON

Pour la troisième fois, l'Atlantique a été traversé par un « plus léger que l'air ». Le 2 juillet 1919, le dirigeable anglais R-34 avait, en effet, réussi la traversée d'Ecosse à New York, avec retour huit jours après. Le dirigeable allemand LZ-126 accomplit le même exploit le 25 octobre 1924, en quatre-vingt-une heures dix-sept minutes. Le Comte-Zeppelin, dénommé LZ-127, a mis cent onze heures quarante-sept minutes pour se rendre, le 11 octobre 1928, de Friedrichshafen à New York, malgré des conditions atmosphériques défavorables. Loin de conclure à la faillite du dirigeable, ainsi que certains ont cru devoir le faire trop précipitamment, il faut, au contraire, admirer et rendre hommage à la grandeur de l'effort accompli dans des circonstances particulièrement difficiles, alors que l'on se demande avec inquiétude ce que serait devenu un avion dans une situation semblable. Dans l'article ci-dessous, nos lecteurs trouveront les caractéristiques de ce nouveau « croiseur aérien », qui présente, au point de vue technique, des particularités dignes d'être notées et susceptibles d'intéresser tous ceux qui se passionnent pour l'évolution de la construction aéronautique dans le monde.

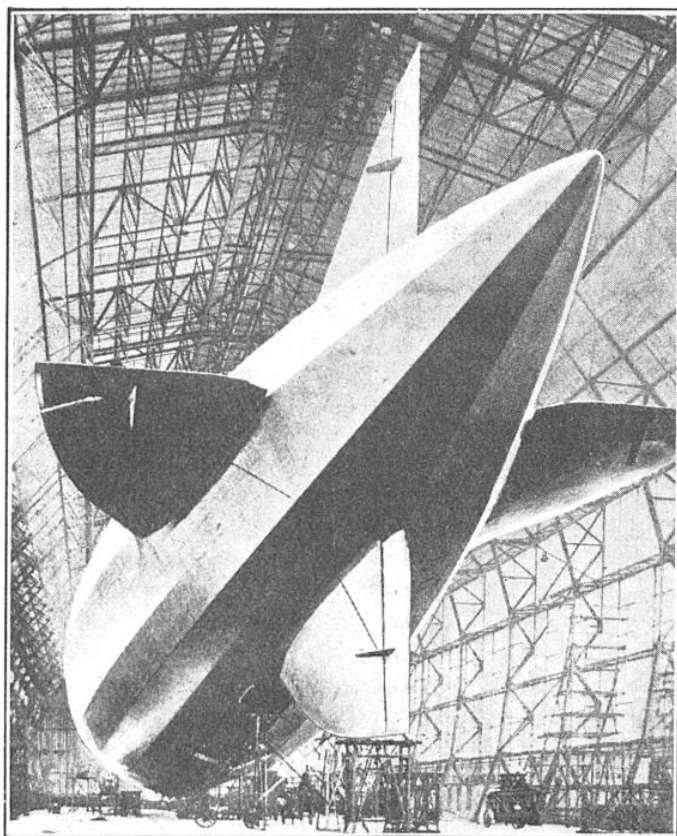
Au début du mois d'octobre dernier, le Dr Eckener, président de la Compagnie Zeppelin, annonçait que le nouveau dirigeable géant, le LZ-127, dont nous avons déjà parlé à nos lecteurs, (1) allait, dans un raid transatlantique Friedrichshafen-New York, démontrer que le « plus

léger que l'air » devait pouvoir résister aux tempêtes et lutter contre les vents contraires. Le voyage, effectué du 11 au 15 octobre, a-t-il confirmé cette assertion? Les opinions diffèrent à ce sujet. Il n'en reste pas moins que c'est une fort belle démonstration qu'a accompli le LZ-127, en surmontant les grosses difficultés qu'il a rencontrées. Notre but

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 131, page 417.



AVANT SON DÉPART POUR NEW YORK, LE « LZ-127 » SURVOLE BERLIN
On aperçoit la cabine de commandement et des passagers à l'avant du dirigeable.



LE « LZ-127 » DANS SON HANGAR
DE FRIEDERICHSHAFEN

Cette vue de trois quarts arrière montre les différents gouvernails de l'aéronef.

n'est pas, d'ailleurs, de discuter sur les avantages réciproques que peuvent présenter les avions et les dirigeables, mais d'exposer ici les caractéristiques du nouveau dirigeable géant.

Ce qu'est le « LZ-127 »

Le dirigeable *Comte-Zeppelin*, le cent dix-huitième établi dans les ateliers Zeppelin de Friedrichshafen, mesure 236 m 6 de long. Son plus grand diamètre atteint 30 m 5 ; sa plus grande hauteur, 33 m 7. Il déplace, au total, 105.000 mètres cubes.

Sa propulsion est assurée par cinq moteurs Maybach, développant chacun 530 ch, soit, au total, 2.650 ch. Chacun d'eux actionne une hélice propulsive.

A pleine puissance, ces moteurs

peuvent imprimer à l'aéronef une vitesse de 128 kilomètres à l'heure et à régime normal (2.150 ch), une vitesse de 117 kilomètres-heure.

Le LZ-127 peut emporter une charge utile de 15.000 kilogrammes sur un parcours de 10.000 kilomètres, à la vitesse de 100-110 kilomètres-heure.

Quant à sa charpente métallique, elle ne présente que peu de nouveautés sur celles des dirigeables précédents. Cependant nous devons mentionner qu'elle a été construite avec un nouveau métal léger tenu secret dont la résistance est 20 % plus élevée que celle du duralumin. 30 tonnes de métal et 120 kilomètres de câbles ont été employés pour la



LA CUISINE SE FAIT, BIEN ENTENDU, A L'ÉLECTRICITÉ,
SUR LE DIRIGEABLE « LZ-127 »

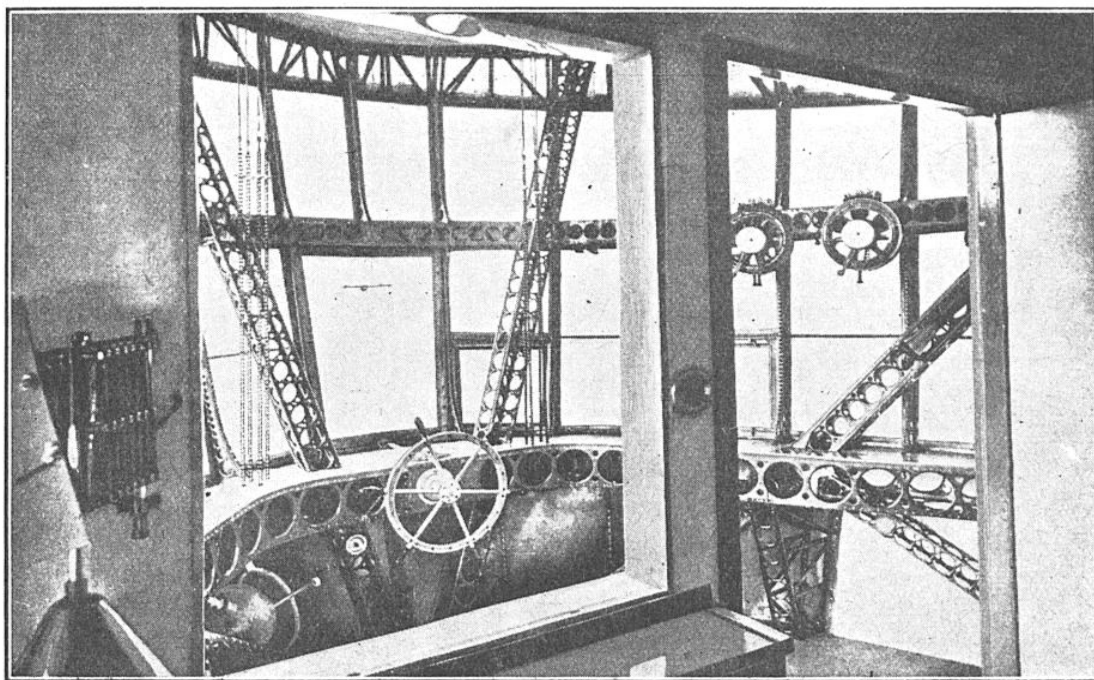
construction de la carcasse de l'aéronef.

La particularité la plus marquante de cette charpente est d'être divisée longitudinalement en deux parties : l'une, supérieure, est destinée à recevoir les dix-sept ballonnets contenant les 75.000 mètres cubes d'hydrogène assurant la force ascensionnelle du ballon, et l'autre, inférieure, renferme les douze ballonnets de « gaz moteur » (30.000 mètres cubes).

compenser la perte de 23.000 kilogrammes d'essence et de 1.300 kilogrammes d'huile, près de 24.000 mètres cubes d'hydrogène valant environ 36.000 francs. Cette dépense prend des proportions énormes si l'on songe qu'en Amérique le gaz employé est l'hélium, dont le prix dépasse 30 francs le mètre cube.

Il fallait donc pouvoir alimenter les moteurs sans vider le dirigeable.

On songea, tout d'abord, à fabriquer du



VUE INTÉRIEURE D'UN DES POSTES DE PILOTAGE DU « LZ-127 »

On remarque ici la construction métallique très ajourée, qui a pu être réalisée grâce à l'emploi d'un nouveau métal léger et très résistant, dont la composition est encore tenue secrète.

Le nouveau carburant gazeux

L'innovation la plus intéressante appliquée sur le LZ-127 est certainement l'emploi d'un combustible gazeux.

On peut dire, en effet, que, jusqu'à présent, une grande partie de la force ascensionnelle (environ le tiers au départ) servait à emporter le combustible liquide employé pour l'alimentation des moteurs.

Puis, au fur et à mesure de la consommation de ce carburant liquide, la force ascensionnelle augmentant, il fallait laisser s'échapper de l'hydrogène, d'où une perte sensible. Ainsi, pour donner un exemple, le *Zeppelin-III*, qui a franchi l'Océan en 1924, a dû libérer pendant la traversée, pour

lest en l'air en condensant l'eau contenue dans les gaz d'échappement. Ce procédé fut essayé aux Etats-Unis sur le *Shenandoah*. Le condenseur qui fut construit, donna une récupération en eau de 110 % du poids de l'essence utilisée, mais l'engin était immense, peu pratique et pesait 681 kilogrammes.

On chercha autre chose, et le Dr Lempertz, ancien collaborateur du comte Zeppelin, pilote de dirigeable, météorologue et physicien, s'attela à la tâche.

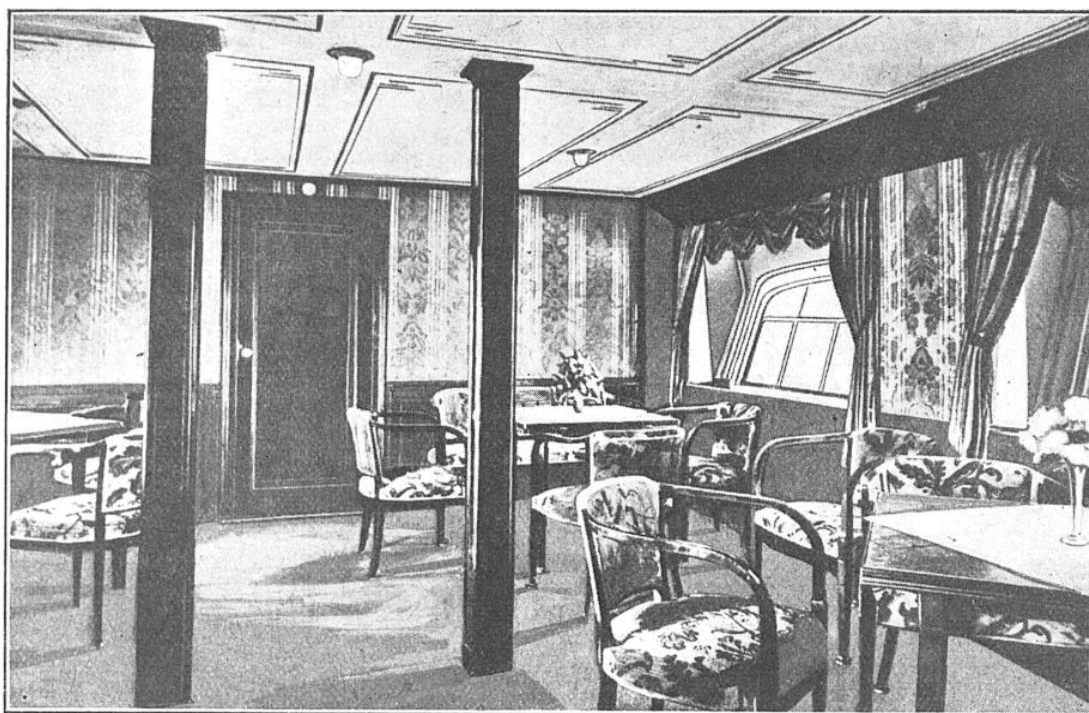
On songea alors à utiliser un carburant gazeux ayant la densité de l'air. Une nombreuse série d'hydrocarbures mi-lourds, tels que l'acétylène, l'éthane, le méthane, fut essayée et, par des dosages de divers d'entre eux, le Dr Lempertz obtint un carburant qui

ne pesait rien par rapport à l'air et qui avait une énergie thermique de 14.000 à 16.000 calories, c'est-à-dire un rendement supérieur à ce qui existait déjà. Ces études, qui portèrent également sur la stabilité du nouveau gaz et son action sur les enveloppes des ballonnets, furent menées en collaboration avec le Dr Blau de « l'Augsburger Blaugas Akt. Ges. ». Après de nombreuses difficultés,

29 octobre dernier, s'est effectué dans les conditions que chacun sait.

L'aménagement du dirigeable

La cabine de pilotage, située à l'avant, mesure 26 mètres de long sur 5 mètres de large. En arrière d'elle, sont situés le poste de T. S. F. et la cuisine électrique. En se dirigeant toujours vers l'arrière, on trouve la



LE SALON-SALLE A MANGER DU « COMTE-ZEPPELIN » NE MANQUE NI DE CONFORT NI D'ESPACE

le blaugas fut réalisé en août 1928. Ce serait, paraît-il, de l'éthylène obtenu en partant de la distillation sèche de la houille ordinaire.

Ce blaugas, disposé dans douze compartiments en toile imperméable, alimente les moteurs directement par des tubes en duralumin. Le passage à l'alimentation-essence se fait sans aucune difficulté.

Ajoutons que pour effectuer le voyage de retour, le Dr Eckener pense remplacer le blaugas par du gaz naturel que l'on trouve dans le Kentucky et qui a été emmagasiné à Lakehurst.

Ce voyage de retour, qui a eu lieu le

salle à manger-salon (5 m × 5 m), un grand couloir central de 12 mètres de long et 0 m 95 de large, sur lequel s'ouvrent les portes des dix cabines à deux lits, mesurant chacune 1 m 60 sur 2 m 20.

Telles sont les caractéristiques du dirigeable géant LZ-127. Mais voici que l'on annonce la fabrication, en Angleterre, de deux dirigeables plus grands : le R-100 et le R-101, qui cuberont 141.500 mètres cubes, dont le diamètre atteindra 40 mètres et qui seront propulsés par dix moteurs à pétrole de 700 ch ; la force ascensionnelle de ces aéro-nefs sera de 156 tonnes ! J. MARTON.

LA CONSTRUCTION AUTOMOBILE EN 1929 D'APRÈS LES ENSEIGNEMENTS DU SALON DE PARIS

Par CAPÈRE

LA SCIENCE ET LA VIE a coutume, après les Salons internationaux de l'Automobile et plus particulièrement celui de Paris, de demander à une « compétence » affirmée d'exposer les tendances de la construction automobile pour l'année nouvelle. Sous le pseudonyme de Capère se dissimule l'un de nos ingénieurs les plus remarquables, qui, en toute indépendance, développe ici son opinion technique sur l'évolution de la construction automobile. Nous lui laissons donc le soin de décrire les nouveautés techniques du dernier Salon, où nous avons enregistré avec satisfaction l'augmentation des « six cylindres » et des « huit cylindres », ainsi que nous l'avons laissé prévoir à la suite du Salon de 1927 (1). C'est ainsi que, sur 117 marques exposantes, nous avons relevé 45 « huit cylindres », dont 23 françaises et 22 étrangères ; 124 « six cylindres », dont 63 françaises et 61 étrangères, le reste étant constitué par des « quatre cylindres » dans la proportion de 43 %. Nos lecteurs verront, en outre, les efforts accomplis par les constructeurs pour améliorer les boîtes de vitesses, qui comportent maintenant une « troisième » aussi silencieuse que la prise directe et réalisant ainsi, en quelque sorte, deux prises directes, l'une pour la route, l'autre pour la ville, ce qui permet d'obtenir un meilleur rendement et de réaliser une consommation plus faible, dans les deux cas envisagés. Le graissage central est de plus en plus en honneur ; l'emploi du caoutchouc se généralise sur certains modèles, même en grande série, pour obtenir le silence de la mécanique, en supprimant le graissage de certains organes. Notons également la tendance vers l'amélioration des cylindrées et, par suite, vers l'accroissement des accélérations ; l'allumage par batterie, de plus en plus répandu ; l'embrayage à disque conique, de plus en plus adopté ; le servo-moteur, de plus en plus répandu ; la suspension encore améliorée, etc... Ainsi, ce magnifique effort de la construction européenne et américaine aura-t-il abouti, pour 1928, à une production mondiale de 4.838.725 automobiles (d'après les prévisions du Department of Commerce des Etats-Unis). Les Etats-Unis, à eux seuls, y compris le Canada, auront mis au monde, cette année, 4.200.000 véhicules, alors que la France en aura « sorti » 200.000, l'Angleterre 250.000, l'Allemagne 91.000, l'Italie 55.000. Un bel avenir est encore réservé à la production française, qui, de plus en plus, s'affirme avec succès dans le domaine de la mécanique comme dans celui de la carrosserie solide et élégante et de l'équipement rationnel de la voiture.

LA vulgarisation de l'automobile exige l'abaissement des prix, que l'on peut obtenir par le développement intensif de la fabrication en série, laquelle exige la réduction du nombre des modèles et la standardisation des pièces. C'est là, d'ailleurs, une tendance mondiale, et il serait grandement souhaitable qu'en France, l'Etat s'efforçât de faciliter cette évolution en réduisant les charges qui pèsent si lourdement sur l'automobiliste.

C'est pour cette raison que le travailleur français réclame et apprécie la petite voiture de faible puissance, 5 à 7 ch, à cause de sa faible consommation, alors que ce type de voitures est à peu près inconnu aux Etats-Unis.

(1) V. La Science et la Vie, n° 127, janv. 1928, p. 46.

L'influence américaine est indéniable

Etant donné l'importance de la production américaine (aux Etats-Unis, il y a, actuellement, plus de 22 millions de véhicules en service), il était fatal que les tendances mondiales soient fortement influencées par elle (1).

(1) Il est bon de rappeler, à cet égard, que les Américains ont eu l'idée d'adopter, pour permettre une appréciation comparée facile des diverses voitures, une formule particulière, absolument artificielle d'ailleurs, qui est la suivante, en unités décimales :

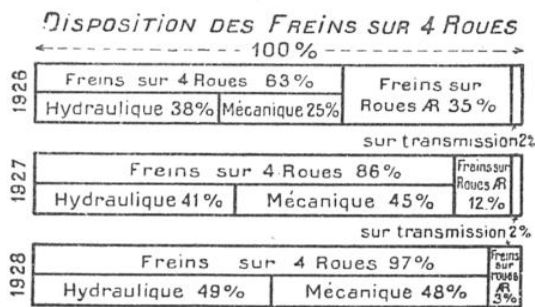
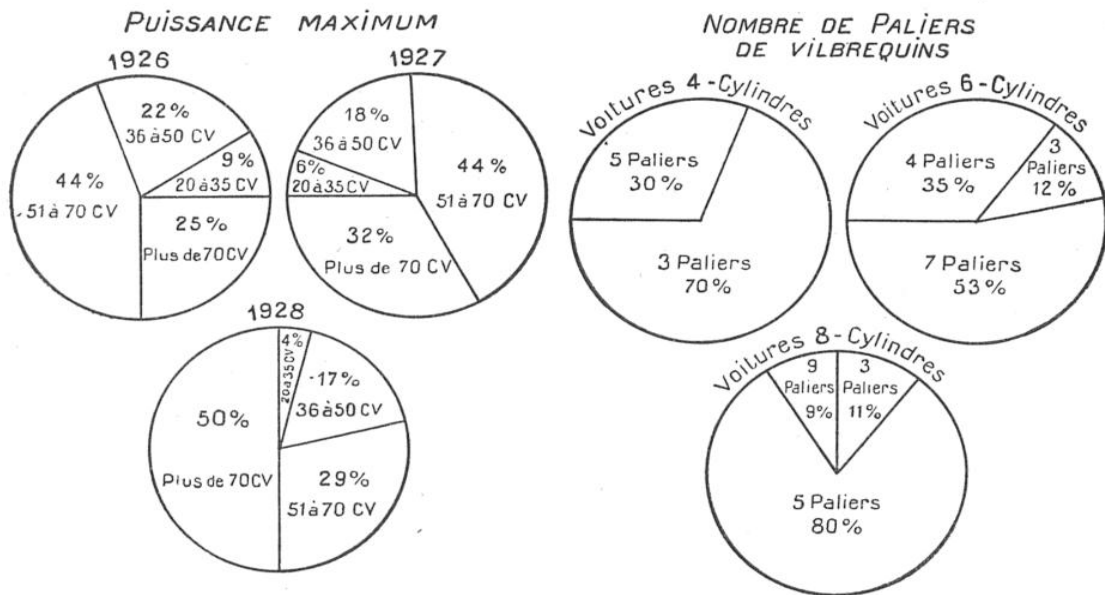
$$K = \frac{8,46 \times C \times R}{P \times D}$$

dans laquelle :

C est la cylindrée en centimètres cubes ;

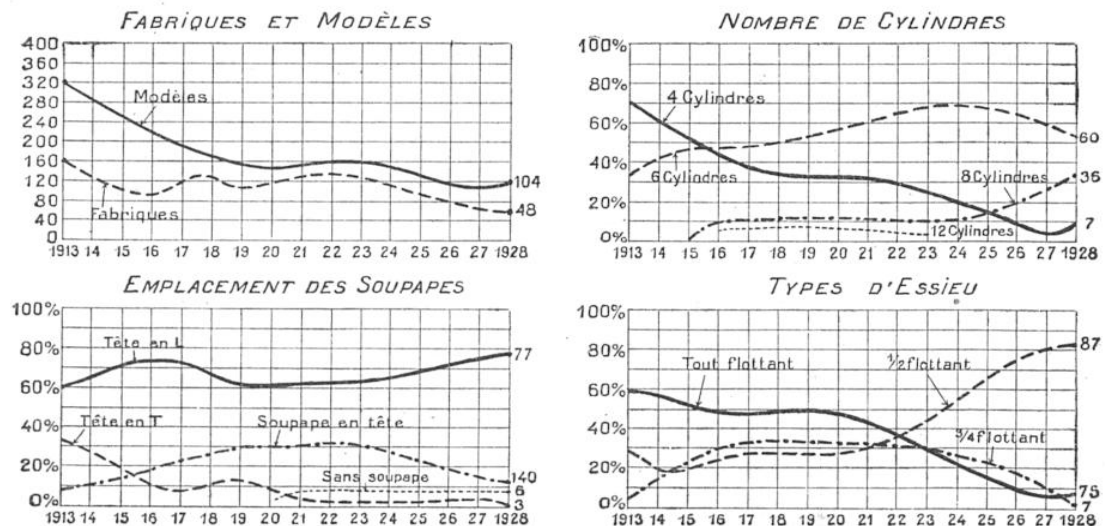
R la démultiplication du pont $\frac{60 \text{ dents}}{12 \text{ dents}} = 5$, par exemple ;

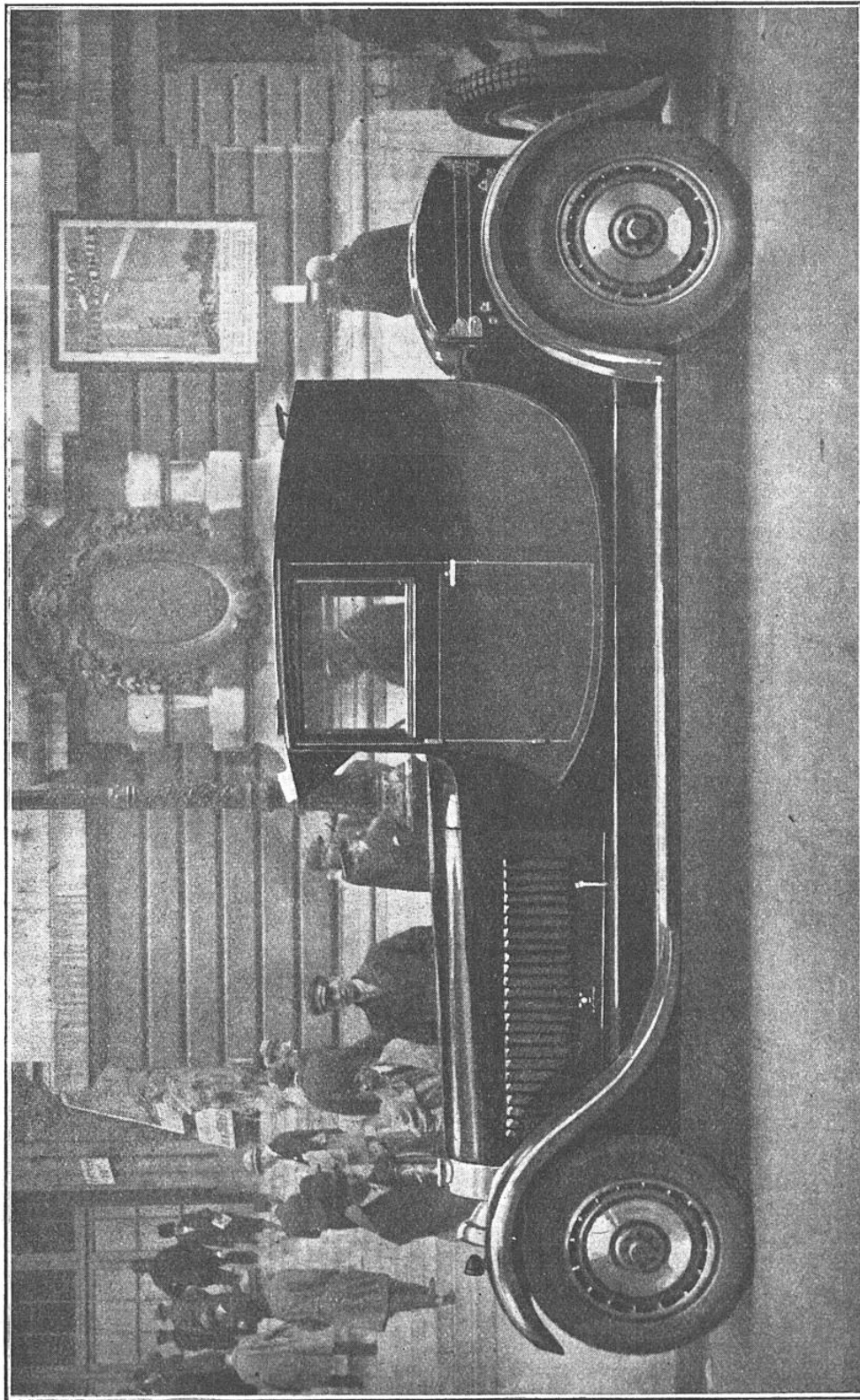
(Suite de la note, page 517.)



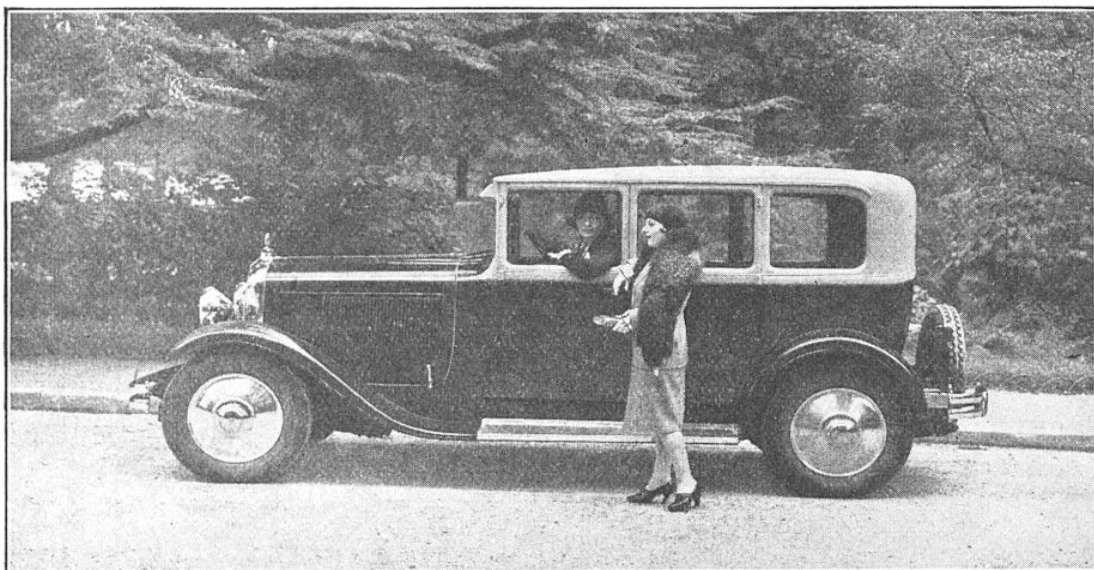
LES GRAPHIQUES RASSEMBLÉS SUR CETTE PAGE PERMETTENT DE SUIVRE AISEMENT LES MODIFICATIONS APPORTÉES À LA VOITURE AUTOMOBILE, AINSI QUE LES DIVERSES SOLUTIONS ADOPTÉES PAR LES CONSTRUCTEURS

De gauche à droite et de haut en bas, on trouve successivement : le pourcentage des puissances adoptées sur les voitures présentées aux Salons de Paris en 1926, 1927, 1928 ; le nombre de paliers de vilebrequins suivant le nombre de cylindres ; les divers systèmes de freinage montés sur les voitures ; enfin quatre graphiques montrant la diminution du nombre de modèles et de fabriques, l'augmentation du nombre de cylindres, l'emplacement des soupapes et les types d'essieu.

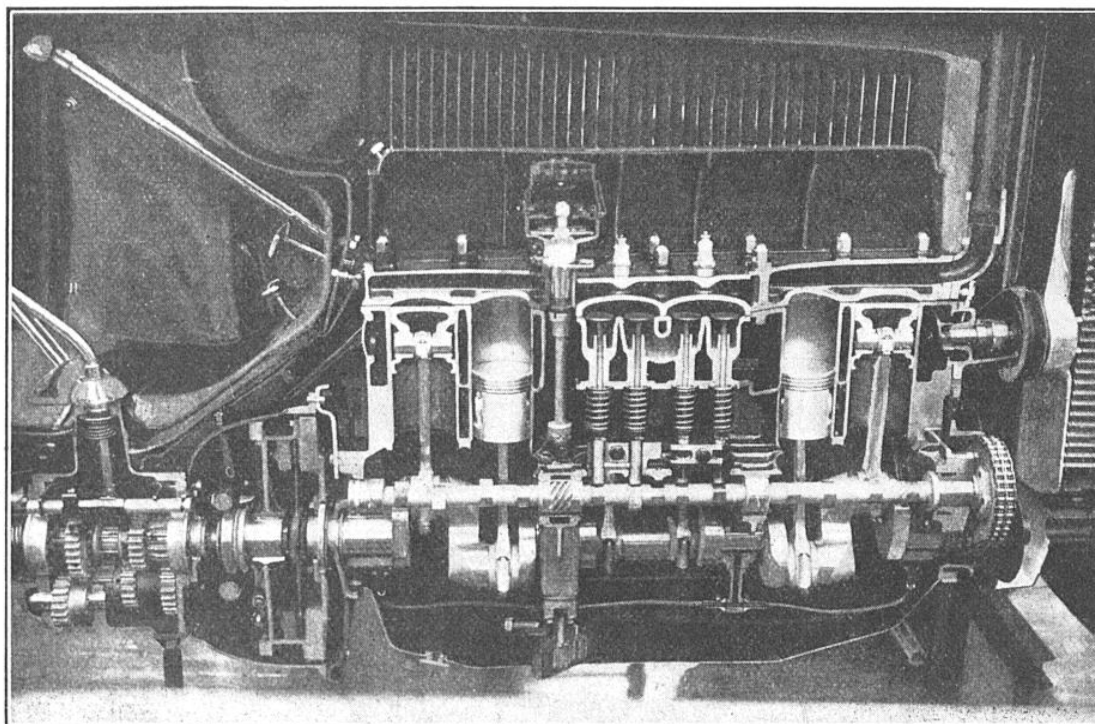




COUPÉ-BERLINE « NAPOLEON 1^{er} » CONSTRUIT PAR UNE GRANDE MARQUE FRANÇAISE. PUISSANCE 300 CH A 1.800 TOURS
Cette voiture, équipée avec un moteur 8 cylindres de 15 litres de cylindrée, dont le châssis vaut 500.000 francs, réalise un confort, une élégance et une puissance inconnus jusqu'à ce jour. On pouvait la voir stationner, pendant le Salon, devant la Porte d'Antin du Grand Palais.



LA VOITURE 14 CV 6 CYLINDRES CITROËN, TRÈS REMARQUÉE AU SALON, DONT LA CONSTRUCTION EN SÉRIE MONTRE QUE LE MOTEUR A 6 CYLINDRES ACQUIERT DE PLUS EN PLUS LA FAVEUR DES CONSTRUCTEURS ET DU PUBLIC, PAR SA SOUPLESSE, SA MARCHÉ SILENCIEUSE ET SES ACCÉLÉRATIONS RAPIDES



VUE EN COUPE DU MOTEUR 6 CYLINDRES CITROËN

La coupe passe par l'axe des 2 cylindres de chaque extrémité et par l'axe des commandes des soupapes des 2 cylindres du centre. On peut voir également, sur cette coupe, le vilebrequin et ses paliers, la boîte de changement de vitesse, le dispositif d'embrayage, l'arbre à cames commandant les soupape

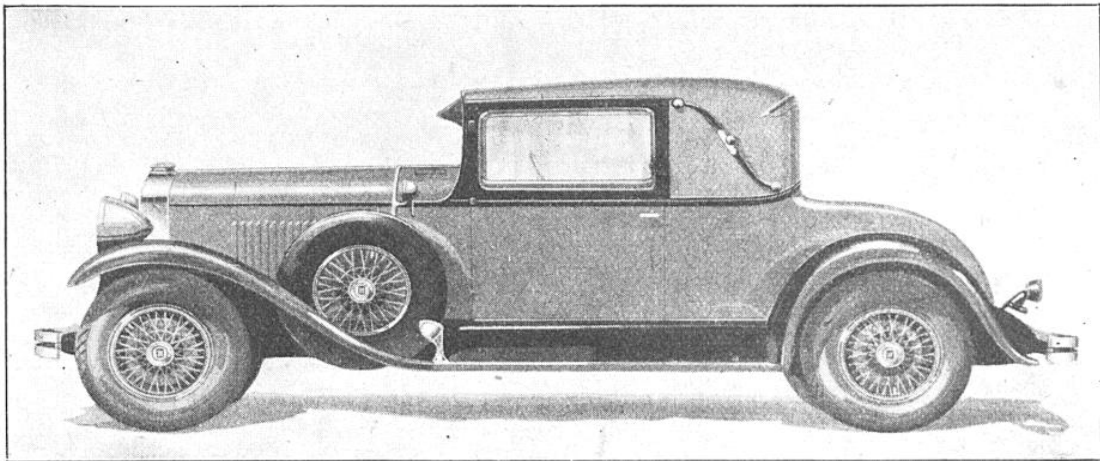
Cette formule permet, par un calcul assez facile, de se faire une opinion comparée des diverses voitures qui peuvent se concurrencer sur le marché.

Les voitures américaines se caractérisent, d'une manière générale, par un excès de souplesse dû précisément aux exagérations ci-dessus. On y préfère rester, à tout prix, en prise directe, même sur des rampes assez prononcées, afin d'éviter la manœuvre du levier de changement de vitesses.

En France, à cause du prix élevé des

combustibles et des lubrifiants, on cherche à réaliser une marche plus économique en s'astreignant à quelques manœuvres.

Les voitures américaines sont à grosses cylindrées, tandis que les voitures européennes sont à cylindrées très faibles. En même temps, les démultiplications dans les ponts ont été peu à peu augmentées pour rendre possibles l'utilisation pour les moteurs de régimes de vitesses très élevés. En fait, des régimes de 3.000, 4.000 tours-minute et au delà semblent pratiques et désirables.



TYPE D'UNE VOITURE AMÉRICAINE 8 CYLINDRES 25 CH CARROSSÉE EN CABRIOLET (2 PLACES AVEC SPIDER) QUI DONNE UNE IDÉE EXACTE DE LA « LIGNE AMÉRICAINE » A LA FOIS PUISSANTE ET ÉLÉGANTE DE LA VOITURE A CONDUIRE SOI-MÊME EN 1929

(Suite de la note de la page 513.)

P, le poids du véhicule en kilogrammes en ordre de marche ;

D, le diamètre des roues en millimètres.

En principe, ils choisissent, dans l'élaboration de leurs voitures, des valeurs respectives de C, R, P, D, pour que le coefficient K qui en résulte ait une valeur voisine de 0,110.

C'est ainsi que l'ancienne voiture Ford, type T, donnait pour K la valeur de 0,118.

A titre documentaire, cette formule, appliquée à diverses voitures connues, donne les chiffres suivants :

32 ch Hispano-Suiza.....	0,100
14-16 ch Delaunay-Belleville.....	0,090
Ancienne Ford type T.....	0,118
Nouvelle Ford type 2 Européen....	0,085
Ancienne Citroën type B2.....	0,057

Dans la pratique, plus le coefficient trouvé K est grand, plus la voiture est souple et agréable ; c'est, d'ailleurs, facile à prévoir.

Grosse cylindrée, grande démultiplication, voiture légère, ont, forcément, pour conséquence plus de souplesse, quitte à consommer d'une manière exagérée.

En France, nous avons intérêt à nous tenir dans une moyenne raisonnable. Il semble qu'en se bornant à prendre pour K une valeur de 0,08 à 0,09, on réalisera une voiture très suffisamment souple.

La nouvelle Ford type 2 Européen donne pour K, comme nous le disons plus haut, le chiffre de 0,085, qui correspond bien à nos conclusions.

Mais avec les blocs-moteurs qui éloignent la boîte de vitesses du pont arrière, il faut prévoir des arbres de transmission très longs, pour lesquels des vitesses de rotation aussi élevées ne sont possibles que si ces arbres sont constitués par des tubes très minces et de très gros diamètre.

Avec ces régimes excessifs, nous nous sommes trouvés en présence de vibrations et de bruits qu'il était très difficile de supprimer complètement, alors que les voitures américaines, à régime plus modéré, se présentaient avec un silence de marche tout à fait remarquable.

Nous pouvons, d'ailleurs, rappeler qu'avant la guerre, nous avions, aussi bien en France qu'en Angleterre, résolu le problème de la voiture absolument silencieuse : Delaunay-Belleville, Renault, Rolls, en particulier, produisaient des voitures remarquables par leur silence en marche.

Finalement, c'est la solution classique, dégagée du passé, qui reste la règle pour

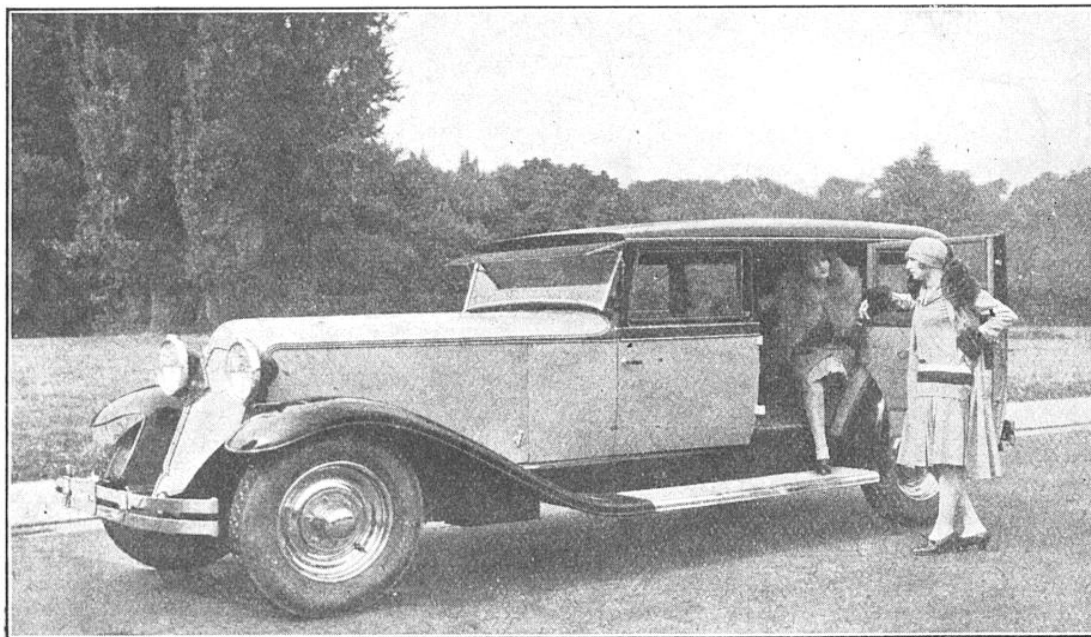
l'avenir. Les autres, non classiques, en extrême minorité, demeurent intéressantes par les problèmes qu'elles soulèvent et qu'elles solutionnent parfois. Il faut les analyser, quand elles se présentent, avec toute l'attention qu'elles méritent.

Les tableaux graphiques page 514 montrent nettement le sens exact dans lequel évolue la construction mondiale ; ils vont nous permettre d'examiner successivement chaque élément constitutif de la voiture.

accuse encore une légère augmentation au détriment de celles par engrenages.

Ces dernières, très sûres, silencieuses et faciles à repérer, sont parfois d'un dessin assez encombrant.

Avec la chaîne, on peut relier, d'un seul coup plusieurs arbres assez éloignés les uns des autres sans recourir à un carter trop important. On dispose, actuellement, de chaînes parfaites et on sait comment réaliser, avec elles, un ensemble silencieux et durable.



LA VOITURE DE GRAND TOURISME ET DE GRAND CONFORT, C'EST LA « REINASTELLA », DE RENAULT, MOTEUR 8 CYLINDRES 40 CH

Un coup d'œil sur les châssis

1^o Moteur. — Le moteur à 4 cylindres est en diminution constante ; celui à 6 cylindres, qui semblait, jusqu'en 1926, devoir prendre toute la place, commence à perdre un peu de terrain au profit du 8 cylindres.

La recherche du silence et de la souplesse de marche nous vaut cette tendance générale. Pourtant, il semble que le 6 cylindres, dont l'équilibrage est naturel, le couple moteur très soutenu et l'alimentation assez facile à bien réaliser, devrait constituer le moteur le plus désirable.

Avec lui, de splendides voitures souples, silencieuses et exemptes de vibrations ont été réalisées. On y reviendra peut-être lorsqu'on sera fatigué des complications.

Pour la distribution, la commande par chaîne silencieuse, déjà en grande majorité,

En ce qui concerne les soupapes, on constate la disparition à peu près totale des soupapes de part et d'autre des cylindres (tête en T), la diminution du nombre des soupapes en dessus, commandées par culbuteurs ou par arbres à cames en dessus, et l'augmentation corrélative des soupapes sur un seul côté (tête en L), avec culasse à turbulence genre Ricardo ou analogue.

Cette dernière solution donne des résultats très comparables à ceux que l'on obtient, généralement, avec les soupapes en tête ; de nouveaux progrès sont à espérer dans cette voie.

Comme conséquence des grandes vitesses de régime, les arbres vilebrequins sont actuellement de très gros diamètre, avec forage intérieur important, pour éliminer toutes chances de vibration. Ils sont supportés par des paliers naturellement assez nom-

breux, comme nous l'indiquons plus loin.

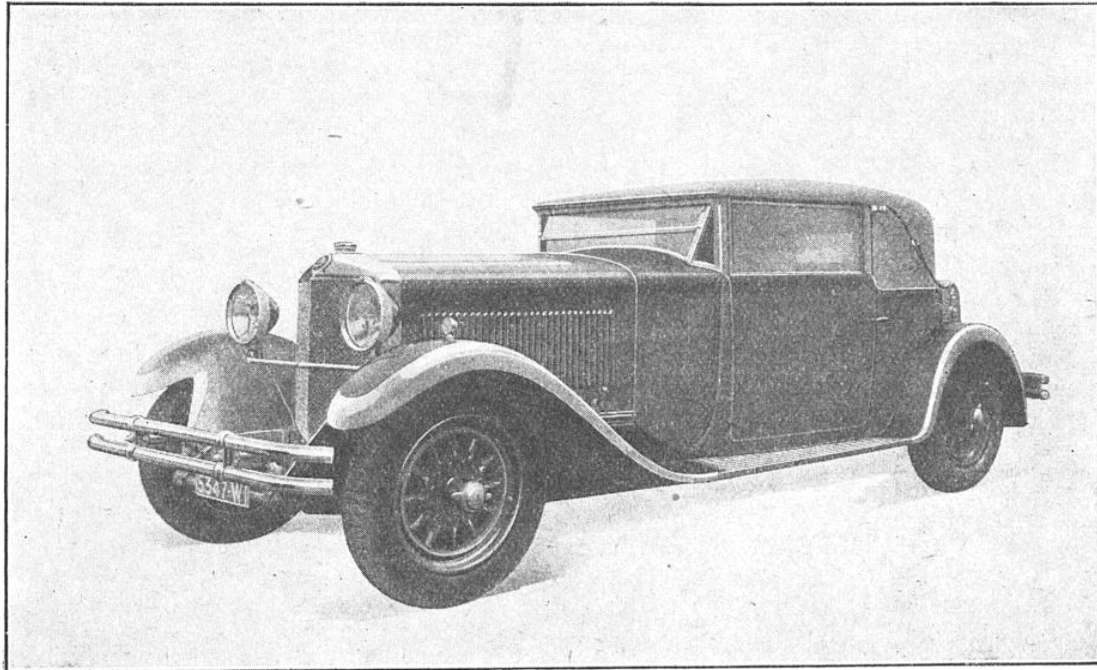
Pour les moteurs à 4 cylindres, à part ceux de très faible alésage, dans lesquels, avec un vilebrequin très robuste, on peut se contenter de deux paliers, on relève environ les deux tiers des moteurs avec trois paliers et un tiers avec cinq paliers.

Dans les 6 cylindres, le moteur à sept paliers domine, suivi de près par celui à quatre paliers, puis par le moteur à trois

rapidement le terrain perdu. Il ne faut pas oublier que l'allumage par batterie et bobine des débuts a été remplacé par les premières magnétos à bougies, qui, vers 1906, marquaient déjà une sécurité de fonctionnement très supérieure à la première formule.

L'avenir réglera certainement cette question avant peu.

Nous n'insisterons pas sur le graissage, parce que la question peut être considérée



UNE DES RARES 8 CYLINDRES FRANÇAISES DE MOYENNE CYLINDRÉE (15 CH. BALLOT)

paliers. Avec le moteur à 8 cylindres, quelques constructeurs n'ont pas reculé devant la difficulté d'aligner neuf paliers ; mais la règle est de cinq paliers, qui découlent des trois paliers du moteur à 4 cylindres.

Le « sans-soupapes », qui n'est guère admissible dans une construction en série économique, reste l'apanage des quelques firmes qui l'ont si magistralement mis au point parce qu'elles étaient les maîtresses de la construction automobile.

Une offensive de grand style a été menée contre la magnéto d'allumage, en faveur de l'allumage par batterie et bobine, qui équipe la presque totalité des voitures américaines. Mais, en France, où nous avons toujours eu d'excellentes magnétos, la défaite de celles-ci n'est pas encore consommée. Il est même à prévoir que les magnétos à induit fixe, comme la Voltex, par exemple, reprendront

comme à peu près définitivement résolue.

Le pourcentage des pistons en aluminium ou en alliage léger, par rapport aux pistons en fonte, est en voie d'augmentation. C'est encore la conséquence de l'adoption des régimes de vitesse élevés, parce qu'on cherche à réduire le plus possible les forces d'inertie.

La métallurgie est parvenue à réaliser un alliage léger qui possède un coefficient de dilatation assez comparable à celui de la fonte ; on n'a plus à craindre, avec des pistons ainsi construits, les bruits de claquement à froid, dus aux pistons ordinaires en aluminium. Tout au plus peut-on reprocher au piston en alliage léger de causer une usure un peu plus rapide des cylindres, mais c'est assez insensible, surtout si on adopte en même temps les filtres à air.

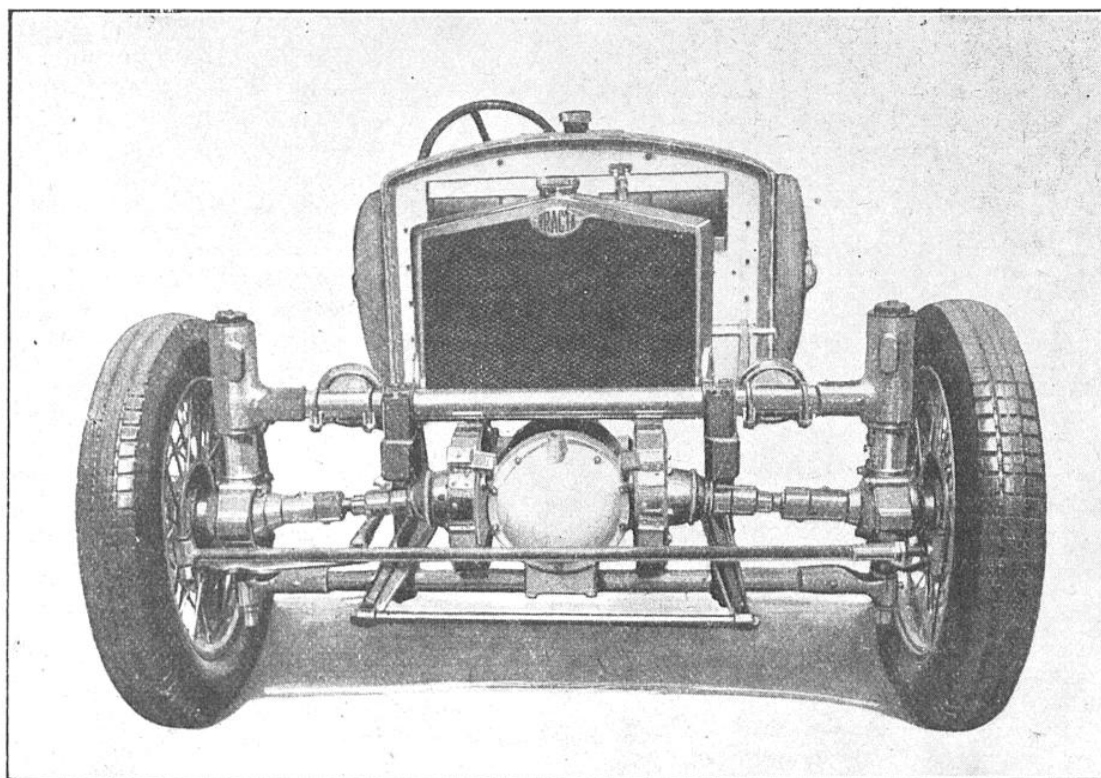
Les types de carburateurs sont trop nombreux pour que nous puissions nous y attar-

der ; nous nous bornerons à rappeler que, chez quelques spécialistes, comme Solex, Zénith, par exemple, la question de la carburation a fait de très grands progrès.

2° *Embrayage*. — Nous assistons à la généralisation à peu près complète de l'embrayage à disque simple ou à disques multiples, dans la proportion de 80 % pour le premier et de 18 % pour le second, qui est l'apanage des voitures puissantes.

les raisons qui peuvent militer en faveur de l'une ou de l'autre de ces deux combinaisons.

Nous devons, toutefois, rappeler que, pour un service de ville, la boîte à trois vitesses, alliée à un moteur assez souple, convient mieux que celle à quatre vitesses. L'exemple est donné par les autobus et la plupart des taxis. Pour une voiture de tourisme exposée à voyager surtout dans les régions acci-



VUE DE FACE DU CHASSIS « TRACTA », DONT LES ROUES AVANT SONT A LA FOIS MOTRICES, DIRECTRICES ET INDÉPENDANTES

Dans les deux cas, l'embrayage à sec l'emporte sur l'embrayage dans l'huile, parce qu'il est toujours comparable à lui-même, tandis que la qualité de l'huile et sa variation de fluidité avec la température influent sur la souplesse de l'embrayage et peuvent même en provoquer le collage.

D'ailleurs, la totalité des embrayages actuels donne toute satisfaction au double point de vue de la commande et de la sécurité.

3° *Boîtes de vitesses*. — La boîte de vitesses à baladeurs continue à rallier tous les suffrages ; elle comporte toujours trois ou quatre vitesses et il serait trop long ici de discuter

dentées, la boîte à quatre vitesses semble préférable.

4° *Transmission*. — Nous trouvons toujours en présence les deux solutions classiques simples du « tout par les ressorts » et de la poussée par les ressorts avec réaction par tube central.

La première est appliquée à peu près généralement sur les châssis légers de 10 à 12 ch au plus. C'est la solution la plus simple ; elle exige deux joints de cardan sur l'arbre de transmission, mais, si on conserve les flectors en caoutchouc, aucun entretien n'est à prévoir. Les ressorts sont fixés à l'essieu sur un patin fixe sans tourillonnement, donc

sans exiger de graissage. Le fonctionnement mécanique est à peu près parfait, il présente, même, une certaine élasticité dans la transmission des efforts moteurs ou résistants.

Quant à la réaction par tube central avec la poussée seulement par les ressorts, elle est adoptée sur les voitures puissantes et exceptionnellement sur les voitures légères ; cette solution ne comporte qu'un seul joint de cardan et les ressorts sont reliés à l'essieu par l'intermédiaire d'un palier permettant le tourbillonnement, qu'il faut évidemment graisser.

Quelques marques, qui n'ont pas adopté le bloc-moteur, ont fixé la boîte de vitesses sur l'extrémité du tube central. Cela raccourcit d'autant plus l'arbre de transmission et facilite un peu la chasse aux vibrations, si difficile avec les arbres trop longs et les grandes vitesses de régime.

5° Essieux moteurs. — Quelques solutions d'essieux avant moteurs, avec roues motrices et directrices, sont à signaler. Cette disposition, qui groupe toute la partie mécanique à l'avant, supprime l'arbre à cardan habituel et facilite la construction de carrosseries basses, habitables quand même. Malheureusement, la réalisation n'est pas chose simple, il faut prévoir des joints de cardan multiples, des fusées creuses ; le graissage et l'entretien sont difficiles et les organes de liaison compliqués. Aussi peut-on admettre que l'essieu moteur classique, placé à l'arrière, a encore devant lui de beaux jours ; il s'attribue, en tout cas, pour l'instant, une écrasante majorité.

La denture en spirale est de règle dans la constitution des couples d'engrenages d'angle des ponts. Signalons, toutefois, l'apparition, sur quelques voitures, des engrenages hypoid, dont l'adoption permet d'abaisser légèrement l'arbre longitudinal à cardans.

Cette nouvelle denture tient le milieu entre la transmission par engrenages d'angle à axes concourants et la transmission par vis sans fin, dans laquelle la vis est placée au-dessus et au-dessous de la couronne d'engrenages. Dans l'hypoid, le pignon engrène avec la couronne d'engrenage dans la région située entre les deux solutions précédentes. Même avec un très petit nombre de dents, le pignon peut être réalisé avec une denture beaucoup plus robuste. Cette robustesse peut être très appréciée pour permettre la construction de ponts très démultipliés pour camionnettes. Avec cinq ou six dents au pignon, on peut obtenir, d'un seul coup, des démultipliations de 6, 6,5 et même 7 à 1.

6° Suspension et bandages. — En ce qui

concerne la suspension, la solution classique par ressorts droits conserve la majorité ; elle permet, d'ailleurs, si elle est calculée et exécutée par un spécialiste, de résoudre parfaitement la question.

Nous avons tous connu, bien avant la guerre, des voitures extrêmement confortables, suspendues par des moyens simples et qui marchaient aussi régulièrement qu'un chronomètre.

La simplicité s'impose dans tous les organes mécaniques, et cela d'autant plus que la surveillance y est plus difficile. Comme, en général, les dessous des voitures sont relativement très peu accessibles et même très peu visibles, que les avaries des organes qui s'y trouvent ont le plus souvent, des conséquences fatales, la logique veut qu'ils soient d'une conception assez simple et assez rustique pour n'exiger à peu près aucun soin ni aucune surveillance.

Quant aux bandages pneumatiques, ils ont réalisé des progrès considérables ; leur durée en service a plus que quadruplé. Le pneumatique à basse pression, qui se généralise, a beaucoup amélioré le confort, il est maintenant tout à fait au point et, en raison de son plus grand aplatissement sur le sol, qui correspond à une moindre pression unitaire, les crevaisons sont elles-mêmes devenues plus rares. Notons, en passant, la victoire définitive du pneu à tringles sur le pneu à talons.

Avec la jante à base creuse Dunlop et la jante excentrée Bibendum-Michelin, le montage ou le démontage d'une enveloppe à tringle est devenu un jeu d'enfant.

7° Freins. — Il n'est plus nécessaire de rompre des lances en faveur du freinage intégral sur les quatre roues ; la victoire est complète : tous les constructeurs ont adopté le frein sur les quatre roues, dont l'action est augmentée par un servo-frein, soit mécanique, soit à dépression.

Il semble que le servo-frein à dépression soit assez en faveur. On utilise même la dépression qui existe dans la tubulure d'aspiration du moteur pour actionner divers mécanismes ou organes : servo-frein, élévateur d'essence, essuie-glace, etc...

Les tendances en carrosserie

Un très grand nombre de carrosseries souples et de carrosseries garnies en similicuir sur carcasse rigide, toutes très belles, sont en service et on leur accorde des qualités de silence tout à fait remarquables ; mais il semble que, pour une fabrication en série, quand on dispose de l'outillage nécessaire, la

carrosserie tout acier permette seule de réaliser une production intense capable de satisfaire aux exigences du monde entier.

La carrosserie moderne est caractérisée par la recherche de l'abaissement de tout l'ensemble et l'adoption de formes fuyantes ou arrondies, plus compatibles avec la vitesse.

Aussi bien pour les torpedos que pour les conduites intérieures, les hauteurs totales diminuent ; le centre de gravité de la partie moyenne de la voiture est plus bas que dans les voitures des années précédentes.

Il faut reconnaître qu'un véhicule bas, logiquement étudié, est plus sûr, plus facile à manier ; on y entre plus aisément ; il possède plus de stabilité sur la route et offre moins de résistance à l'avancement.

Mais, pour être rationnel, il ne faut pas envisager l'adaptation d'une carrosserie très basse sur un châssis ordinaire. Le véhicule doit avoir été étudié dans son ensemble.

La réduction de la hauteur intéresse plus le constructeur du châssis que le carrossier ; elle exige, en fait, la collaboration étroite de ces deux spécialistes.

Le châssis classique demandera des roues relativement petites, les longerons relevés à l'arrière pour permettre un débattement suffisant, indispensable à une bonne suspension, une installation de sièges le plus bas possible, quitte à ménager, pour les jambes des occupants, des puits à plancher plus bas que les longerons.

Il y a une tendance heureuse à organiser le châssis et la carrosserie pour que toute la charge ainsi que la partie motrice soient comprises en avant de l'essieu arrière et à utiliser l'espace au-dessus et en arrière du pont arrière pour une plate-forme destinée aux bagages et aux roues de recharge.

Avec cette disposition, on obtient une ligne très basse ; la répartition des poids est très bonne ; les roues, les bagages, le réservoir d'essence à l'arrière s'équilibrent très correctement avec les voyageurs et la charge au milieu.

Les puits, destinés à loger les pieds des voyageurs, permettent de gagner 0 m 15 à 0 m 20 de hauteur, mais le châssis doit être construit en conséquence.

Comme, malgré tout, l'arbre cardan ne peut être déplacé, on peut partager la voiture en deux parties par l'arbre cardan, en enlevant un peu de la liberté de mouvements pour les voyageurs, surtout à l'arrière.

Voisin a été le novateur du système ; la voiture Sensaud de Lavaud, déjà exposée l'an dernier, est également pourvue de puits. Cet inventeur a utilisé un châssis en alumi-

nium fondu en une seule pièce avec des puits très spacieux de 0 m 20 de profondeur ; les sièges sont placés directement sur le châssis, avec le système de suspension adopté, la partie supérieure du châssis se trouve à hauteur du moyeu des roues au lieu d'être à une certaine distance au-dessus.

On obtient ainsi les cotes suivantes : partie supérieure du châssis à 0 m 46 du sol ; siège des voyageurs à 0 m 60 du sol, avec fond des puits à 0 m 30 ; hauteur totale de l'intérieur 1 m 50. C'est une des voitures surbaissées les plus rationnelles. Avec la suspension à roues indépendantes comme Harris, Léon Laine, et avec les voitures à essieu avant moteur, on peut réaliser très facilement des voitures semblables.

S'il n'existe, en effet, aucune partie mécanique en arrière du tablier, on peut adopter à l'arrière un essieu coudé et choisir le plancher de la carrosserie aussi bas que l'on veut.

La firme Blum-Latil, pour ses camions spéciaux et ses vans automobiles, a précisément adopté cette solution.

Que sera la voiture de demain ?

Malgré quelques tentatives de solutions spéciales, que l'on voit surgir chaque année sous des formes plus ou moins nouvelles : voiture à suspension par roues indépendantes, voiture à roues avant motrices, voiture à bloc-moteur à l'arrière, le classique ordinaire continue à être la règle générale.

La partie mécanique n'a pas à suivre la mode, elle doit seulement assurer un fonctionnement parfait, silencieux et durable et être conçue d'une manière assez simple pour rester facile d'entretien et de réparation. Par contre, la carrosserie, qui se voit et qui doit assurer le confort, doit évoluer dans un sens ou dans l'autre, au goût de la clientèle.

Pour le châssis de puissance moyenne, on s'en tient finalement au moteur à 6 cylindres avec embrayage à disque unique à sec, boîte de vitesses à baladeur, transmission par cardan, attache de pont, tout par les ressorts, suspension par ressorts droits, engrenages de pont à denture, spirale ou *hypoid*, freinage sur les quatre roues avec servofrein, pneu à basse pression à accrochage à tringles.

La conduite intérieure, de préférence de type surbaissé, avec formes arrondies ou fuyantes, bagages et roues à l'arrière, conserve son acquit. Ajoutons, enfin, que le constructeur s'efforce d'adapter à sa voiture tous les accessoires désirables, et nous sommes d'ailleurs passés maîtres en la matière.

CAPÈRE.

L'ÉLECTRICITÉ AU SERVICE DU PHONOGRAPHE

Par Jacques MAUREL

L ne faut pas faire appel à des souvenirs bien éloignés pour se reporter au temps où le mot phonographe évoquait immédiatement l'idée de sons désagréables, nasillards, sans timbre, tous sur le même plan. On avait admiré, à juste titre, l'invention d'Edison, mais la déception suivit de près cet enthousiasme, car la mise au point s'annonçait longue et délicate.

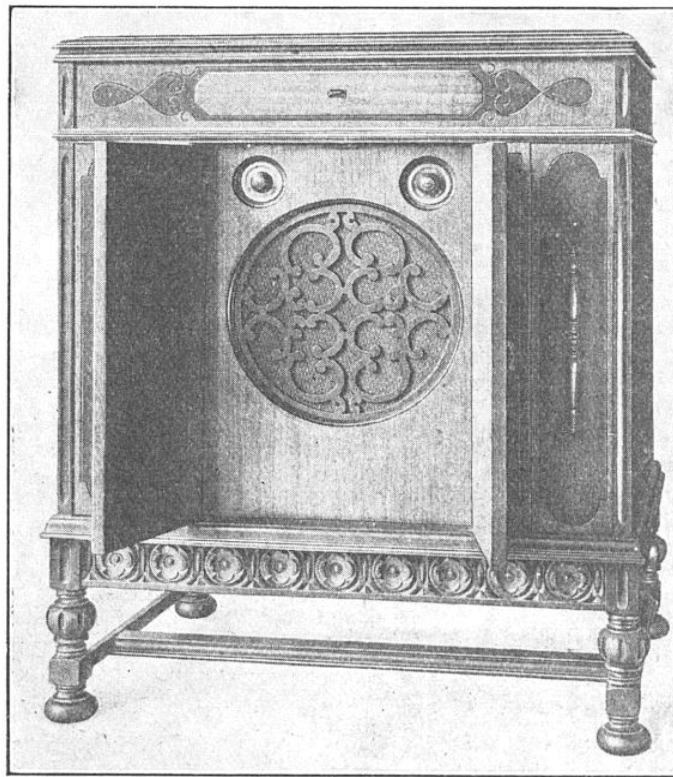
Nul n'ignore que la préparation d'une audition phonographique comprend deux parties bien distinctes : l'enregistrement de la parole ou des sons, d'une part, leur reproduction, d'autre part. Tout le monde sait également comment était réalisée « l'impression » des disques. Le conférencier, le chanteur ou le musicien se faisaient entendre devant un pavillon qui transmettait acoustiquement le son aux appareils enregistreurs (diaphragme transmettant à une aiguille frottant sur la cire du disque les vibrations reçues). Il était donc très difficile d'enregistrer un morceau de musique joué par un orchestre, puisque tous les instruments ne pouvaient se placer à la fois devant le pavillon.

L'enregistrement électrique des sons

L'électricité a apporté à l'enregistrement un perfectionnement remarquable. Un simple microphone, placé dans la salle d'audition, est relié par des fils électriques (dont la longueur n'a aucune influence) aux appa-

reils électriques d'enregistrement. Les vibrations reçues par le microphone sont transformées en courants électriques modulés, qui peuvent être amplifiés et qui, à leur tour, font vibrer une pièce mécanique portant l'aiguille qui frotte sur la cire du disque. La sensibilité du microphone a ainsi permis d'enregistrer des chœurs comprenant plus de douze mille exécutants ou des auditions données dans des grandes salles de spectacle (Opéra, salle Pleyel, etc.). Grâce à l'enregistrement électrique, chaque son de chaque

instrument est reproduit avec une grande fidélité, avec son timbre propre. Il n'est pas exagéré de dire que ce perfectionnement est à la base des grands progrès du phonographe, qui ont donné à cet appareil un essor rapide au cours de ces dernières années.



VUE EXTÉRIEURE DU MEUBLE CONTENANT LE PHONOGRAPHE, L'AMPLIFICATEUR ÉLECTRIQUE ET LE DIFFUSEUR
Les portes étant ouvertes, on voit, en haut à gauche, le bouton interrupteur de courant ; à droite, le bouton de réglage de l'amplitude du son ; au centre, le diffuseur.

La reproduction des sons se fait aussi par l'électricité

La première partie du problème phonographique ainsi résolue, il restait à perfectionner aussi la reproduction. On sait que celle-ci est assurée par le frottement d'une aiguille sur le disque, aiguille qui suit les sinuosités de la ligne enregistrée et qui, par conséquent, fait vibrer la membrane située à la base du pavillon. Donc, successivement, le diaphragme, puis le pavillon amplificateur furent scientifiquement étudiés (1) et, aujourd'hui, on établit des appareils vraiment remarquables qui donnent à l'auditeur les plus belles sensations artistiques.

Jusqu'ici, l'électricité n'avait donc rien à voir avec la reproduction, si ce n'est par le moteur électrique faisant tourner le disque dans certains appareils.

Elle allait bientôt rentrer en jeu pour permettre d'amplifier, sans les déformer, les auditions phonographiques. L'idée d'utiliser un amplificateur avec lampes à 3 électrodes était toute naturelle. Il fallait simplement envoyer à l'appareil amplificateur des courants modulés par le disque lui-même. Ce fut le rôle du Pick-up, bien connu de nos lecteurs. Dans le Pick-up, l'aiguille, au lieu de commander une membrane vibrante, actionne une petite masse métallique située entre les branches d'un électro-aimant. Les variations de champ résultant des vibrations de cette masse

métallique, intimement liées aux sonorités de la ligne suivie par l'aiguille, produisent les courants modulés dont nous parlions plus haut, courants qui sont amplifiés et envoyés dans un haut-parleur.

Le principe étant trouvé, il fallait passer à l'exécution et créer des appareils d'une pureté absolue, en raison même de l'amplification des sons. Remarquons, en passant, que le

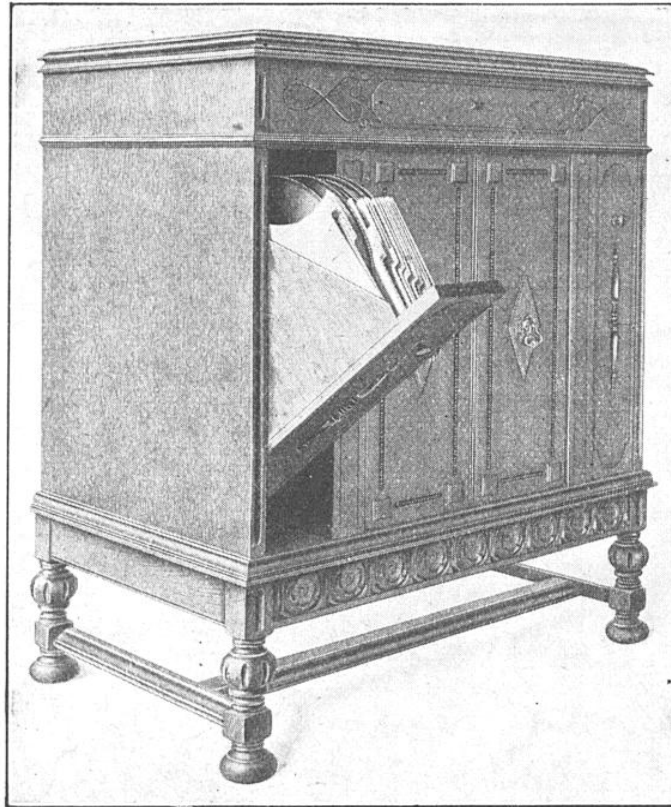
bruit de l'aiguille n'intervient plus, puisqu'il n'est pas transmis au haut-parleur.

Dans un précédent numéro, nous avons déjà parlé du Pick-« Brown » (1). Désireux de tenir nos lecteurs au courant de cette importante question, nous tenons à leur signaler, aujourd'hui, un excellent appareil de ce genre : le « Viva Tonal Columbia Kolster ».

Extérieurement, cet appareil se présente comme un meuble en chêne, d'apparence sobre et élégante ; aucun appareillage extérieur, pas de piles, pas d'accumulateurs ; une simple prise

de courant relie l'appareil au secteur électrique d'éclairage courant alternatif. Consommation : 2 ampères, 2 A 5, soit très peu de chose. A gauche de l'appareil, derrière les portes qui s'ouvrent en ordre de marche, un bouton sert à donner ou à couper le courant. De l'autre côté, un bouton symétrique permet d'obtenir n'importe quelle intensité de son, depuis le silence jusqu'à une ampleur suffisante pour remplir n'importe quelle salle de spectacle, ou

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 127, de janvier 1927, page 83.



VUE EXTÉRIEURE DU MEUBLE-PHONOGRAPHE ÉLECTRIQUE, LES PORTES CENTRALES FERMÉES

A droite et à gauche se trouvent les placards basculants contenant les disques.

pour faire danser des centaines de personnes.

Le plateau qui supporte le disque est entraîné par un moteur électrique, avec arrêt automatique à fin du disque.

Ce moteur électrique, spécialement étudié, a une vitesse rigoureusement constante, ce qui assure une uniformité absolue dans la reproduction des sons.

Sur le plateau repose le Pick-up. Un shunt, placé en dérivation sur l'arrivée des fils Pick-up, permet de faire varier le courant modulé par la simple manœuvre d'un bouton, ce qui donne une audition aussi affaiblie ou aussi puissante qu'on le désire. Ce courant est ensuite amplifié par deux lampes à 3 électrodes et arrive finalement à un diffuseur à double bobinage d'un modèle spécial et d'une perfection de reproduction absolue.

Du côté prise de courant sur le secteur, une lampe à résistance intérieure supporte les variations de tension qui peuvent se produire et sert, en quelque sorte, de régulateur. Ce courant passe dans le primaire d'un transformateur, sur le secondaire duquel sont branchées un certain nombre de dérivations allant directement aux divers points d'utilisation. Deux lampes redresseuses à 2 élec-

trodes donnent le courant continu nécessaire au fonctionnement des lampes amplificatrices et du diffuseur. Les tensions maximums utilisées sont de 550 volts aux plaques des lampes redresseuses.

L'ensemble de l'appareillage se trouve entièrement dissimulé à l'intérieur du meuble, de même que tous les transformateurs, condensateurs, etc...

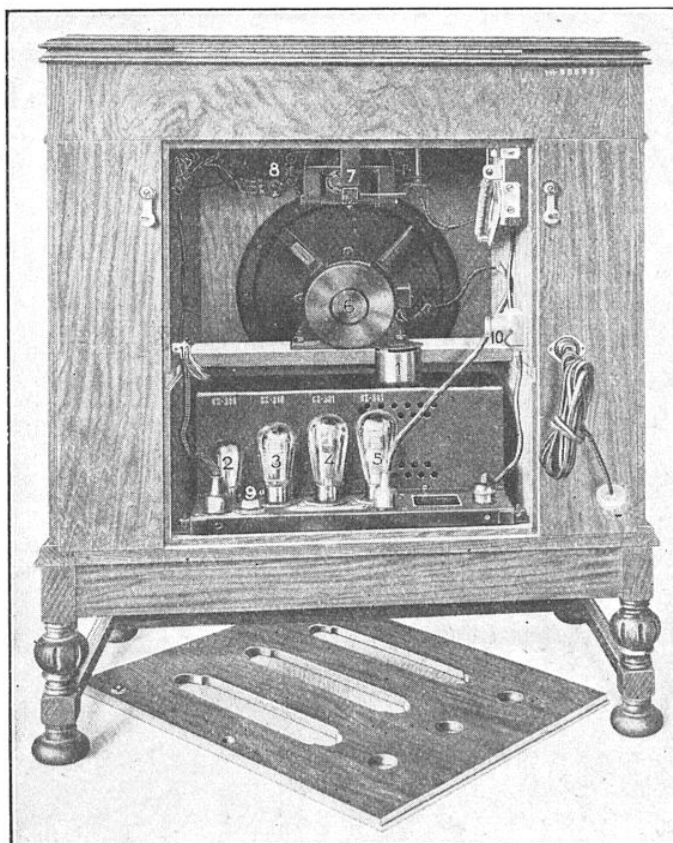
La construction est des plus robustes; nous pourrions citer, à cette occasion, une épreuve subie involontairement par un de ces appareils... qui a fait une chute de deux mètres sans être déréglé. Seul le meuble eut à souffrir de cet accident.

Ainsi donc le problème phonographique est aujourd'hui parfaitement résolu. Un exemple, pour terminer et pour montrer la pureté de l'audition.

Lors d'un gala donné, la saison dernière, à l'Opéra-Comique, un de ces instruments avait été dissimulé derrière les rideaux, dans les coulisses.

Un disque du doyen de nos chanteurs français, M. Lucien Fugère, fut donné sans qu'aucune annonce n'ait été faite au public. A la fin de l'audition, les applaudissements éclatèrent, nourris, et tout le monde réclama Lucien Fugère, que tous croyaient présent.

J. MAUREL.



INTÉRIEUR DU « VIVA TONAL COLUMBIA KOLSTER »

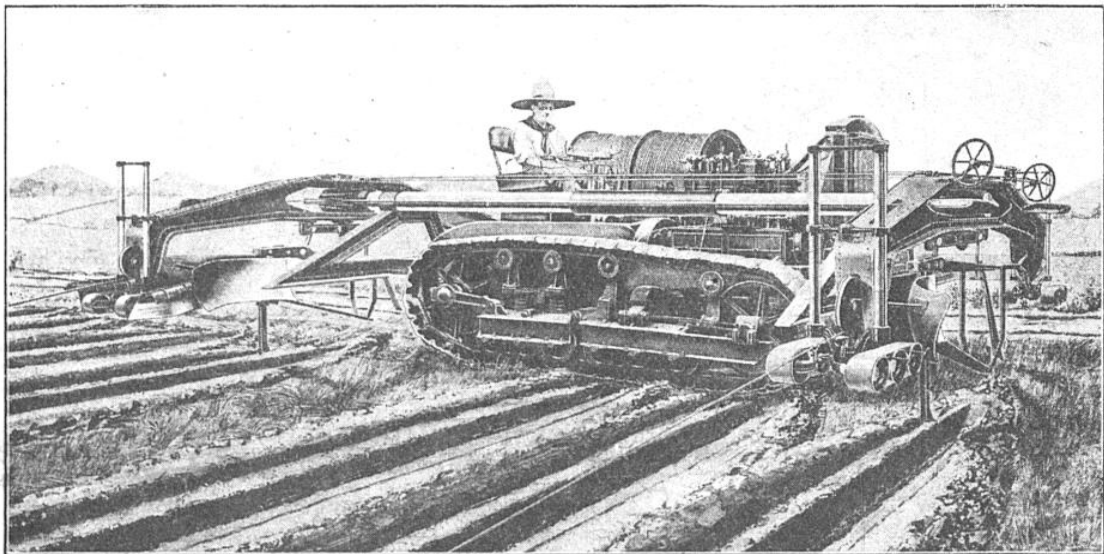
1, lampe à résistance ; 2,3, lampes amplificatrices ; 4,5, lampes redresseuses de courant à deux électrodes ; 6, diffuseur spécial ; 7, moteur électrique ; 8, bouton de réglage de l'intensité du son ; 9, rhéostat de chauffage ; 10, fusible de protection.

UNE MACHINE A GRAND RENDEMENT POUR CREUSER LES RIGOLES NÉCESSAIRES AUX PLANTATIONS DE CANNE A SUCRE

Le façonnage mécanique de rigoles rapprochées, profondes, rectilignes et parfaitement parallèles, dans de bonnes conditions de vitesse et d'économie, constitue un problème technique particulièrement délicat, tel que le pose la plantation rationnelle de la canne à sucre (notamment à Java, où, malgré la densité de la population, les plantations ont pris un développement à ce point important qu'il y a pénurie de main-d'œuvre).

Le dispositif nouveau qui vient d'être construit pour creuser les rigoles nécessaires aux plantations de canne à sucre se compose de deux tracteurs à chenilles, semblables à celui qui est représenté ci-dessous, et d'une « charrue rigoleuse ». Les tracteurs étant chacun à une extrémité de la plantation, la charrue, tirée au moyen de câbles, effectue rapidement son travail dans son mouvement de va-et-vient entre les tracteurs. Cette charrue se compose, en réalité, de deux charrues identiques, reliées entre elles par une sorte de portique. De plus, chacun peut travailler indifféremment dans n'importe

quel sens. Ainsi deux rigoles, espacées d'une longueur égale à la largeur du portique, sont tracées en même temps. En faisant la navette entre les deux tracteurs, la charrue creuse progressivement les rigoles. En fin de trajet, le tube de jonction des deux corps de charrue entre en contact avec un plan incliné du tracteur, gravit celui-ci, enlevant la charrue entière qui s'immobilise ensuite, ayant perdu tout contact direct avec le sol. A ce moment, les deux tracteurs — l'un portant la charrue — se déplacent parallèlement pour prendre une nouvelle position de travail. Après pivotement des dispositifs de creusement, la charrue descend le plan incliné et reprend sa course vers le tracteur opposé. Tous les dispositifs de détail nécessaires au bon fonctionnement de l'appareil sont prévus et rendent la manœuvre très aisée. Ajoutons que l'effort des appareils moteurs étant entièrement transformé en travail utile, à l'exclusion des manœuvres longues et hésitantes, la consommation de carburant est strictement proportionnée à ce travail.



L'UN DES TREUILS TIRANT, AU MOYEN DE CÂBLES, LA MACHINE A CREUSER DES RIGOLES

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

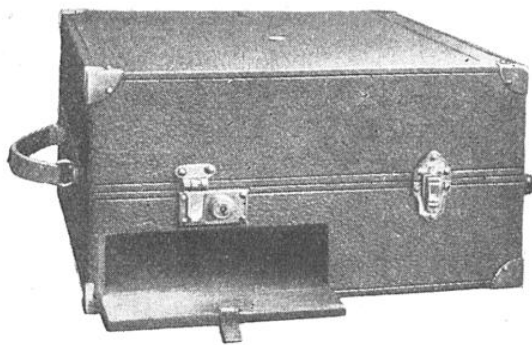
Nouveau phonographe portatif

Nous avons déjà signalé, dans *La Science et la Vie* (n° 121, page 81), le diaphragme « Miraphonic », remarquable par les qualités du son qu'il permet d'obtenir, en particulier pour les notes graves. La membrane est en duralumin ; sa partie centrale est en forme de cône, auquel est fixé le porte-pointe. Ce cône, qui ne vibre pas lui-même, est simplement destiné à transmettre à la couronne périphérique qui l'entoure et qui a été ondulée à la presse, les vibrations reçues du porte-pointe.

Ce diaphragme est précisément appliqué sur l'appareil représenté ci-contre, la mallette portative « Son d'or ». Cet appareil se présente sous la forme d'un joli coffret à coins nickelés et fermé par deux serrures. Une poignée latérale permet de le transporter aisément. Il utilise tous les disques,



LE PHONOGRAPHE « SON D'OR » OUVERT POUR CHANGER LE DISQUE



NORMALEMENT, LE « SON D'OR » JOUE FERMÉ, LA PORTE DU PAVILLON OUVERTE. LES DISQUES SONT AINSI A L'ABRI DE LA POUSSIÈRE

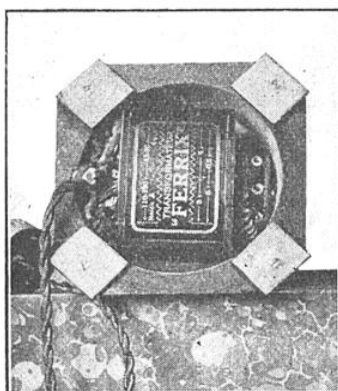
et son cornet amplificateur, situé dans la boîte, a été minutieusement étudié. Le cornet aboutit sur le devant de la boîte, et un volet mobile permet de régler à volonté le volume de son sans nuire à sa pureté. Normalement, l'appareil joue fermé, et ainsi les disques sont complètement à l'abri de la poussière.

Une lampe de chevet pratique

La lampe de chevet doit, semble-t-il, répondre à un double but : permettre la lecture au lit et pouvoir remplir l'office de veilleuse. Il est évident que cette seconde condition est la plus délicate à réaliser, surtout si on désire allier à la faible clarté une dépense presque négligeable. Or les veill-



LA LAMPE DE CHEVET MONTÉE SUR SOCLE QUI CONTIENT LE TRANSFORMATEUR



VUE INFÉRIEURE DU SOCLE DE LA LAMPE DE CHEVET MONTRANT LE TRANSFORMATEUR SOUS LE SOCLE

leuses ordinaires se composent, on le sait, d'une ampoule de faible intensité, dont la lumière est tamisée soit par le corps même de la veilleuse, soit par des abat-jour plus ou moins artistiquement décorés. L'économie est donc nulle, car la lampe brûle constamment au maximum.

M. Charpentier a pensé qu'une excellente solution de ce petit problème de confort consisterait à ne fournir à la lampe qu'une tension réduite pour la mettre en veilleuse. Rien de plus facile grâce à un transformateur abaisseur de tension à deux circuits. Parler de transformateur équivaut à signaler *ipso facto* la nécessité de ne brancher l'appareil que sur du courant alternatif, forme de courant qui se généralise de plus en plus.

Donc, la simple manœuvre d'un commutateur permettra de mettre en fonction l'un ou l'autre circuit du transformateur ayant deux tensions différentes.

En veilleuse, la consommation de courant est presque nulle, 1,5 à 2 watts-heure, soit à peine 3 centimes par nuit de dix heures.

En éclairage normal, la lampe donne 5 bougies consommant 6 watts-heure (1 centime l'heure environ).

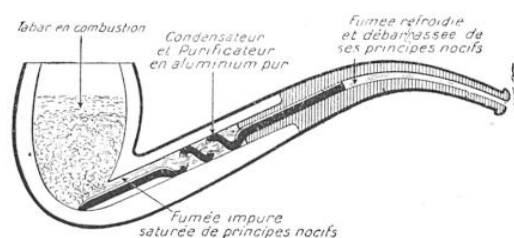
Inutile d'ajouter que l'entretien du transformateur placé dans le socle de la lampe (ce qui assure en même temps un bon équilibre de l'appareil) est complètement nul, et son aération est assurée par la forme même du socle et par la colonnette-support.

Un interrupteur-poussoir sur le fil d'amenée de courant permet de couper le circuit.

En résumé, ampoule unique travaillant à volonté sous la tension normale du réseau ou sous une tension réduite, telle est la caractéristique de cette véritable lampe de chevet.

Cette pipe, pratiquement imbouchable, débarrasse la fumée de sa nicotine

Dès son apparition, nous avons signalé, il y a plus de quatorze ans (*La Science et la Vie*, n° 14, de mai 1914, page 268), la pipe L. M. B., qui, grâce au dispositif spécial contenu dans son tuyau, débarrasse



COUPE DE LA PIPE L. M. B.

la fumée de la nicotine qu'elle contient.

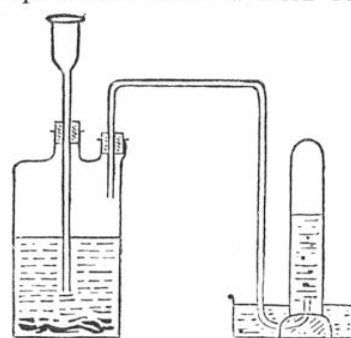
Ce dispositif, constitué alors par une pièce d'aluminium pur comportant trois rondelles échanecrées, vient d'être modifié. Il est formé, aujourd'hui, par une gouttière demi-cylindrique en aluminium pur se prolongeant, d'une part, presque sous le foyer de la pipe et, d'autre part, jusqu'au tuyau. Cette gouttière est ondulée en son centre et taillée à échanecrures contrariées, formant ainsi des chicanes, qui retardent la circulation de la fumée en l'obligeant à parcourir les sinuosités successives; la fumée se refroidit aussi à son contact, laissant déposer une grande partie de sa nicotine (38 %).

La photo ci-dessus montre évidemment que la pipe est pratiquement imbouchable et qu'il suffit, pour la nettoyer, de retirer le « condensateur » et de l'essuyer avec un linge imbibé d'alcool ou un simple papier.

Pour faire de petites expériences de chimie

La chimie a besoin d'expériences pour être bien comprise. L'élève a donc tout intérêt à pouvoir reproduire à volonté les préparations qu'il a vu effectuer par son professeur. Point n'est besoin, pour cela, d'un matériel très compliqué, et c'est ce qu'a fort bien compris le constructeur du coffret dénommé le « Petit Chimiste ». Suivant qu'il s'agit d'expériences faites à froid ou à chaud, il existe deux modèles de coffrets: c'est-à-dire qu'en réalité le coffret n° 2 complète le n° 1, destiné seulement aux expériences à froid.

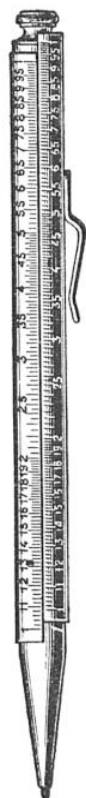
Ce coffret permettra de préparer de l'anhydride carbonique, de l'oxygène, du bioxyde d'azote, etc...



LA PRÉPARATION D'ANHYDRIDE CARBONIQUE SE FAIT EN VERSANT UN ACIDE SUR DE LA CRAIE MISE DANS LE GRAND FLACON

A la fois porte-mine et règle à calculs

LA vogue si justifiée des porte-mines à mines de faible diamètre, qui évitent complètement tout appointage, a incité les fabricants à munir ces objets de tous les perfectionnements désirables. Ainsi, ces porte-mines contiennent tous une réserve assurant leurs propriétaires contre toute panne d'écriture.



LE
« STY-
LO-
MINE »

Nous avons déjà signalé à nos lecteurs (1) le « stylomine », dont la parfaite fabrication garantit un sûr fonctionnement. Mais voici que ce « stylomine » vient de s'enrichir d'un nouvel instrument fort important sous la forme d'une règle à calculs éminemment portable. Nous avons donné, dans le numéro 101 de *La Science et la Vie*, tous les détails permettant d'effectuer avec une règle à calculs les principales opérations d'arithmétique et même de petits problèmes. C'est ainsi que les règles de trois ou les proportions, les racines carrées, etc., sont rapidement faites au moyen de cet instrument.

Il nous suffira donc de dire que ce nouveau « stylomine » comprend une règle fixe, soudée au porte-mine, et un fourreau coulissant sur le corps de l'appareil. La règle et le fourreau portent des graduations identiques, comme une règle à calculs ordinaire. En faisant coulisser l'une sur l'autre, suivant les règles ordinaires suivies pour la règle à calculs, on peut donc multiplier, diviser, élever au carré, prendre une racine carrée, etc...

Nul doute que ce petit appareil ne soit apprécié comme il convient par tous ceux qui ont à effectuer des calculs rapides en dehors de leurs bureaux : ingénieurs, commerçants, architectes, représentants, étudiants.

Un aspirateur de poussières qui fonctionne sans électricité

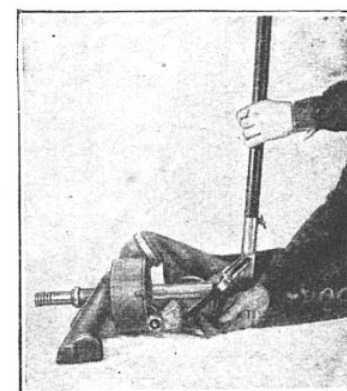
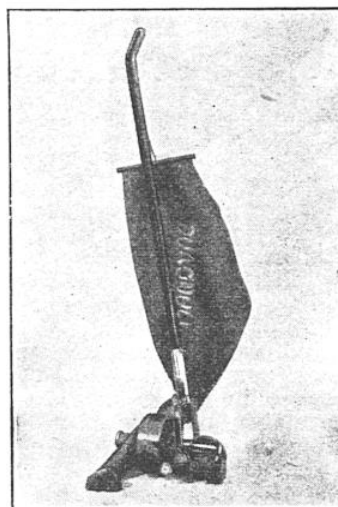
LES commodités offertes par les aspirateurs de poussières sont, aujourd'hui, trop connues pour que nous nous y étendions à nouveau. Rappelons simplement que seul l'aspirateur *enlève* la poussière, alors que le balayage ordinaire ne fait, en grande partie, que la déplacer, et que, seul, il permet de maintenir propres tapis et tentures, sans qu'il soit nécessaire de les taper et de les brosser. Chacun connaît le fonctionnement de cet appareil. Un moteur électrique entraîne la roue d'une petite turbine,

qui aspire les poussières par l'intermédiaire d'une « bouche » appropriée et les rejette dans un sac imperméable aux particules solides, mais perméable à l'air.

Oui, mais... si l'on n'a pas l'électricité, doit-on se priver du confort fourni par l'aspirateur? On peut aujourd'hui répondre négativement, grâce aux appareils uniquement mécaniques créés par les Etablissements Grandjean.

Le « manovac » se compose simplement d'une brosse tournante et d'une tuyauterie avec ventouse, le tout dirigé au moyen d'un manche spécial. Il suffit de promener la brosse tournante sur les tapis pour actionner mécaniquement la turbine et aspirer la poussière.

Lorsque l'on veut nettoyer des tentures, on branche un tuyau flexible sur l'appareil, et une très petite modification permet d'actionner la turbine par un simple mouvement de va-et-vient du manche.



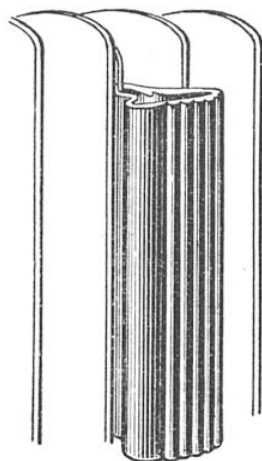
LE « MANOVAC » AU REPOS ET AU TRAVAIL. — EN BAS, COMMENT ON LE TRANSFORME POUR LE NETTOYAGE DES TENTURES

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 63, page 149.

Il faut humidifier l'air des appartements chauffés

CHACUN de nous a observé l'impression désagréable produite par la respiration d'un air desséché par le chauffage des appartements. Aussi prend-on souvent la précaution de placer sur les poêles des récipients contenant de l'eau, que la chaleur fait évaporer. Cependant, ces récipients ne sont guère pratiques avec les radiateurs de chauffage central, et, de plus, ils ne peuvent assurer une évaporation assez rapide de l'eau qu'ils contiennent. En effet, d'une part, le radiateur chauffe relativement peu sur une petite surface, et, d'autre part, le contact entre le fond du récipient et le radiateur n'est pas assez intime.

Or personne n'ignore que l'évaporation est fonction de la surface libre du liquide. Partant de ce principe, M. Seigle a pensé que, pour augmenter cette surface, il était



COMMENT ON PLACE LE RÉCIPIENT EN TERRE POREUSE SUR UN RADIATEUR

indiqué d'utiliser des vases poreux. Il a donc établi l'appareil représenté ci-contre, en terre poreuse, qui, suspendu au moyen d'un crochet de fil de fer entre les tubes d'un radiateur, se trouve par sa forme même tout près de la surface chauffante. Ainsi la chaleur dégagée assure constamment une évaporation rapide de l'eau qui « transpire » à la surface du vase poreux.

Grâce à cette humidification, les poussières sont diminuées (et par suite les risques de contagion), le bois des meubles travaille moins, la croissance des plantes d'appartement est très favorisée.

Le modèle de l'appareil varie suivant qu'il s'agit d'un radiateur ordinaire ou d'un radiateur à petits tubes.

Pour conserver la moutarde à l'abri de la poussière

ON connaît les inconvénients des pots à moutarde ordinaires. Non seulement, lorsqu'ils sont découverts, la poussière pénètre à leur intérieur, mais encore il arrive parfois que l'on se contente de faire le plein du pot sans enlever ce qui



UNE LÉGÈRE PRESSION DU POUCE SUR LE PISTON DE CE MOUTARDIER FAIT SORTIR LA QUANTITÉ VOULUE DE MOUTARDE

se trouve au fond de celui-ci, qui se dessèche.

L'appareil représenté ci-dessus remédie à tous ces inconvénients. Il se compose d'un vase en verre dont la partie supérieure comporte un orifice plat, par lequel s'échappe la moutarde sous la poussée d'un piston de verre garni d'un caoutchouc mousse spécial, assurant une étanchéité parfaite. Le vase est vissé sur un support métallique nickelé. Pour garnir ce moutardier, on dévisse ce support, on retire le piston et on remplit le vase de verre en laissant la place du piston. On engage lentement celui-ci, de biais, afin d'éviter le plus possible d'emmagasiner de l'air, et on revisse le support.

Une légère pression du pouce sur la tige du piston suffit pour faire sortir la quantité de moutarde désirée. Par friction sur le bord de l'assiette, on enlève toute bavure sur l'orifice du vase.

Adresses utiles pour les « A côté de la science »

Phonographe « SON D'OR », 80, faubourg Saint-Denis, Paris.

Lampe de chevet : PIERRE CHARPENTIER, ingénieur, à Dax (Landes).

Pipe imbouchable : PIPE L. M. B., 17, rue de Bucy, Paris (6^e).

Coffret de chimiste : ÉTAB^{LS} SEIVE, 26, rue Saint-Gilles, Paris (3^e).

Stylomine : M. ZUBER, 2, rue de Nice, Paris (11^e).

Aspirateur de poussières : ÉTAB^{LS} ADOLPHE GRANDJEAN, 235, rue La Fayette, Paris (10^e).

Saturateur pour radiateurs : M. SEIGLE (square Vaugenas), 279, rue de Vaugirard, Paris (15^e).

Moutardier : M. MILLÈTRE, 109, cours de Vincennes, Paris (20^e).

LA T. S. F. ET LES CONSTRUCTEURS

Ce qu'est le haut-parleur à bobine mobile (moving coil)

LE haut-parleur a pour but, personne ne l'ignore, de transformer une énergie électrique en énergie mécanique, de façon à convertir les variations d'un courant modulé en vibrations d'une masse d'air assez importante pour impressionner l'oreille.

Le haut-parleur le plus simple résulte de l'utilisation d'un écouteur téléphonique à membrane. Cette membrane, fixée à sa périphérie, vibre sous les effets du flux magnétique variable engendré dans un aimant par le courant modulé. En adjoignant un pavillon ou un diaphragme à l'écouteur, on transmet les vibrations de la membrane à une masse d'air assez grande pour qu'elles deviennent audibles à distance.

La grande difficulté rencontrée dans l'établissement d'un haut-parleur provient de la gamme très étendue des vibrations couverte par les notes de musique, gamme que ce haut-parleur doit reproduire fidèlement.

Or la membrane, d'une part, le volume d'air contenu dans le pavillon, d'autre part, ont, chacun, une période de vibrations

propre, et c'est naturellement pour les notes correspondantes à ces périodes que le haut-parleur « rendra » le mieux. Ce n'est que par une étude très approfondie des conditions de vibration de la membrane, de la forme du pavillon et de la matière qui le constitue, que l'on a réussi à obtenir de bons résultats.

L'utilisation d'un cône vibrant, à la place de la simple membrane, a permis déjà d'obtenir des notes basses, pourvu que le haut-parleur soit alimenté par un amplificateur d'une puissance suffisante.

On a cherché à baser le fonctionnement du haut-parleur sur un autre principe, sur une action électrodynamique.

Au lieu de se servir d'un diaphragme ou d'une anche, avec lesquels les vibrations sont limitées par la proximité des pièces polaires, le diaphragme, qui agit sur l'air, est mis en mouvement par une petite bobine de fil qui

se déplace librement dans un logement annulaire ménagé dans le champ des aimants.

Un espace est laissé entre la pièce polaire d'un électro-aimant *M* (schéma ci-dessus), dont le bobinage se trouve indiqué en *W*, qui lui assure un puissant magnétisme. Dans cet espace se déplace une petite bobine *C* en fil fin, qui se trouve fixée à l'arrière d'un

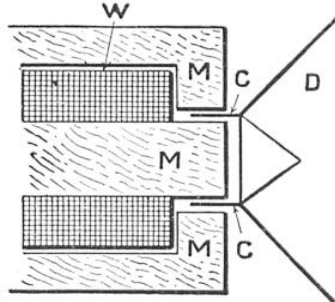
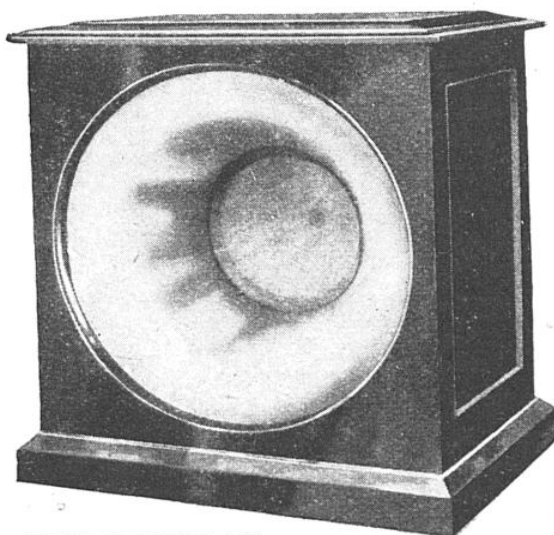
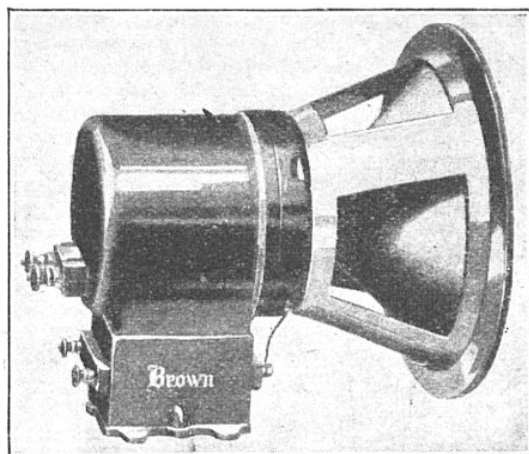


SCHÉMA D'UN HAUT-PARLEUR A BOBINE MOBILE

W, enroulement ; *M*, électro-aimant ; *C*, bobine mobile ; *D*, diaphragme.



HAUT-PARLEUR MOVING COIL « CUBIST » A AIMANT PERMANENT



HAUT-PARLEUR A BOBINE MOBILE, NÉCESSITANT L'EMPLOI D'UNE SOURCE DE COURANT AUXILIAIRE

diaphragme conique *D*. Le courant d'un amplificateur traverse la bobine, qui entre en vibration par suite de la réaction du champ magnétique et du courant qui la traverse ; celle-ci fait vibrer le diaphragme à une période correspondante aux vibrations du son.

Un tel montage permet, évidemment, des déplacements de grande amplitude de la bobine et du diaphragme. Aucun risque de contact avec la pièce polaire existante, une impulsion suffisante peut être donnée au diaphragme pour reproduire les notes les plus basses avec la puissance voulue.

Une des difficultés rencontrées pour l'utilisation de ces appareils provient de ce qu'ils demandent, pour alimenter l'électro-aimant, une source constante de courant. Si l'installation se trouve dans une maison où l'on dispose de l'électricité, le prix du courant servant à l'alimenter sera infime ; dans le cas contraire, on sera obligé d'avoir recours à un accumulateur.

Toutefois, et c'est le cas du haut-parleur « Cubist » Brown, il est possible d'avoir des aimants permanents en acier au cobalt qui ne demandent pas de courant d'alimentation. Dans le cas où l'on voudrait obtenir un maximum de puissance, il serait préférable d'avoir recours à un appareil à alimentation soit par le courant de lumière, soit par une batterie d'accumulateurs. L'énergie absorbée sera de 10 à 20 watts.

Il est curieux de constater que, dès 1910, S. G. Brown fit breveter ce principe de haut-parleur. Toutefois, à cette époque, ce dispositif spécial ne pouvait être exploité, car le « broadcasting » n'existait pas et les lampes amplificatrices étaient encore inconnues.

S. G. Brown présente actuellement deux modèles de haut-parleur équipés avec moving coil.

Le « Cubist » est un appareil à aimants permanents, évitant ainsi les difficultés de la batterie d'alimentation des éléments. Ce haut-parleur est muni d'un transformateur, qui permet de le connecter immédiatement sur n'importe quel poste récepteur de bonne qualité. Il est présenté dans une ébénisterie d'acajou verni et le diaphragme se trouve protégé par un pavillon en métal oxydé, le tout formant un ensemble d'une apparence très agréable.

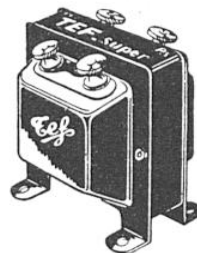
Le deuxième appareil mis sur le marché par S. G. Brown est un mécanisme complet à « moving coil », destiné à être monté à l'intérieur d'un poste récepteur ou d'un amplificateur de phonographe. Il a été spécialement étudié pour pouvoir donner le maximum de puissance en même temps qu'une pureté de reproduction incomparable. Il fonctionne avec batterie d'alimentation de 6 ou 12 volts, sa consommation sous 6 volts étant d'environ un demi-ampère. Il est muni d'un transformateur de sortie,

qui permet de le connecter immédiatement à n'importe quel amplificateur ou poste récepteur.

Le transformateur basse fréquence T. E. F.

On sait que la pureté et le rendement d'un récepteur de T. S. F. sont fonction des qualités des transformateurs basse fréquence utilisés. Aussi cherche-t-on à créer des transformateurs présentant le minimum de déformation pour la parole ou la musique et ayant le rendement maximum.

Les transformateurs « T. E. F. » ont été spécialement étudiés pour toutes les fréquences musicales de la radiophonie. Ils sont établis avec des matériaux d'excellente qualité : tôles minces au silicium à faibles pertes ; fils de cuivre émaillés et contrôlés ; carter émaillé au four évitant toute influence des champs magnétiques environnants. Aucune vis, aucun rivet ne traversent le circuit magnétique.



LE TRANSFORMATEUR T. E. F.

Le bobinage assure un minimum de capacité entre les enroulements. L'isolement est très soigné et les essais de claquage sont poussés jusqu'à 1.000 volts.

Chaque transformateur est essayé non seulement au point de vue électrique, mais encore au point de vue pratique de la pureté des sons qu'il permet d'entendre en radiophonie.

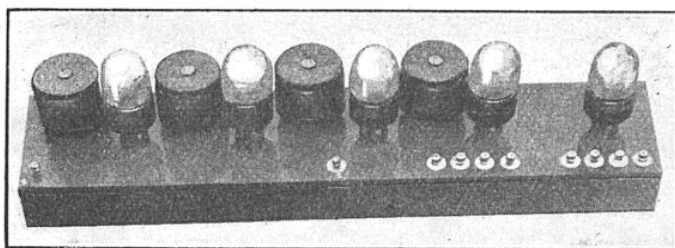
Comment construire soi-même un récepteur à changement de fréquence

Les postes du type superhétérodyne connaissent de plus en plus la faveur des auditeurs, par suite de leur puissance et de leur sélectivité. Nombreux sont donc les amateurs désirant en établir un eux-mêmes. La complication du montage, le réglage minutieux des organes les font malheureusement souvent reculer.

Nous avons déjà signalé comment les Ateliers de Constructions électriques de Rueil (A. C. E. R.) avaient résolu ce problème (1). Ils ont apporté d'importants perfectionnements à cette réalisation intéressante.

Ces perfectionnements, concernant surtout la facilité de manœuvre, la sensibilité et la qualité musicale de l'appareil, découlent principalement de l'emploi d'un nouveau type de transfos M. F. Les transformateurs A. C. E. R. « capacité écran » assurent un accord rigoureux des étages moyenne fréquence et une clarté de réception égale à celle des amplificateurs « neutrodyne », dont un transformateur B. F., spécialement étudié, conserve toute la pureté.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 129, page 255.



LA PLAQUE-SUPPORT DES LAMPES ET DES ÉLÉMENTS
MOYENNE FRÉQUENCE

Le principe caractéristique du montage, tendant vers une grande simplification de construction et une sûreté absolue du rendement, repose sur l'emploi de blocs amplificateurs moyenne fréquence tout montés et tout réglés. Ces blocs sont étudiés pour se raccorder le plus simplement possible aux organes de contrôle (condensateurs, rhéostats, etc.) du poste, de telle sorte que toute erreur de connexion, mauvaise disposition des pièces, couplages parasites, etc... se trouvent radicalement éliminés. Le montage complet du Super S six « A. C. E. R. » s'effectue au moyen de treize connexions en tout. Il suffit, pour les exécuter, de se reporter à un plan d'une simplicité élémentaire. Un amateur moyen peut, sans aucun outil spécial, sans un trou à percer ou une pièce à ajuster, exécuter, en trois ou quatre heures, le montage complet, avec la certitude que l'appareil fonctionne aussitôt les sources branchées et les lampes allumées.

En ce qui concerne les résultats, l'emploi des nouveaux transfos et oscillatrices « A. C. E. R. » permet d'élargir singulièrement le rayon de réception habituel. En dehors des stations européennes, faciles à capter pour l'amateur convaincu, le Super six permet l'écoute de plus en plus intéressante sur ondes courtes

de 20 à 80 mètres et, sur ces longueurs d'onde, la réception puissante, régulière et facile, garantie par le constructeur, de quelques stations américaines de broadcasting.

Un nouveau superhétérodyne 6 lampes fort intéressant

Les Établissements Lemouzy, spécialisés depuis quinze ans dans les fabrications radio-électriques, ont exposé au dernier Salon un superhétérodyne 6 lam-

pes, montage à changement de fréquence par lampe bigrille, d'un fonctionnement irréprochable, à un prix vraiment intéressant.

Monté sur ébonite, cet appareil comporte des transformateurs moyenne fréquence accordés, bobinés en fil isolé soie sur carcasse bakélite. Tous ses condensateurs fixes sont isolés au mica. Les transformateurs basse fréquence sont des « Bardon » blindés, les oscillatrices sont disposées d'une façon fixe à l'intérieur, et le passage des petites aux grandes ondes s'effectue par la simple manœuvre d'un bouton poussoir. Un commutateur permet le fonctionnement sur 5 lampes pour la réception des stations locales et sur 6 lampes pour la réception des stations lointaines. Le dispositif de renforcement est commandé par un potentiomètre, dont l'action est extrêmement douce et progressive. Le soin apporté à la mise au point de cet appareil permet de garantir la séparation, à Paris, de Langenberg et des P. T. T., de Radiola et de Daventry.

Sa sensibilité est suffisante pour assurer, sur le nouveau cadre Lemouzy à quatre enroulements (modèle réduit), la réception en bon haut-parleur des principales stations européennes, telles que Budapest, Vienne, Milan, Barcelone, Cologne, Hilversum, Toulouse, Londres, Berlin, Stuttgart, etc... Cette réalisation heureuse est encore une preuve des efforts faits par les constructeurs pour établir des postes excellents à des prix constamment meilleur marché. Cette tendance aura sûrement une répercussion intéressante sur la diffusion de la T. S. F.

Adresses utiles pour

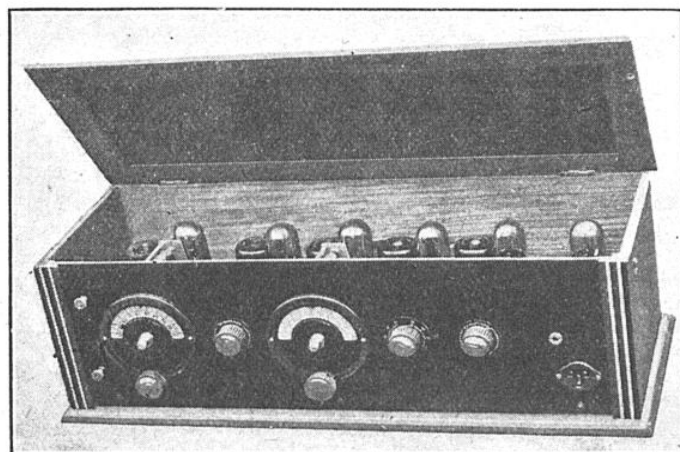
« la T. S. F. et les constructeurs »

Haut-parleur à moving coil : S. E. R., 12, r. Lincoln, Paris (8^e).

Transformateurs : MM. TARIDE ET FILS, 93, avenue du Bois-de-Boulogne, Clamart (Seine).

Pour construire un superhétérodyne : A. C. E. R., 4 ter, avenue du Chemin-de-Fer, Rueil (S.-et-O.).

Superhétérodyne 6 lampes : M. LEMOUZY, 121, boul. Saint-Michel, Paris (5^e).



VUE D'ENSEMBLE DU POSTE CHARGEUR DE FRÉQUENCE
A. C. E. R., RÉALISÉE AVEC 13 CONNEXIONS

LE GAZOGÈNE « GÉPÉA » SUR LES CAMIONS

Si, jusqu'à présent, les camions à gazogène n'ont pas eu le développement auquel on était en droit de s'attendre, c'est que, trop souvent, la conduite du générateur de gaz et l'entretien des appareils d'épuration exigeaient un surcroît de travail important de la part du chauffeur.

Il ne suffit pas qu'un gazogène soit doté des qualités fondamentales requises : production d'un gaz de haut pouvoir calorifique, pureté du gaz, rapidité de montée en puissance ; il faut encore et surtout libérer les chauffeurs des soins multiples et souvent fastidieux auxquels les avait trop souvent astreints l'entretien du gazogène.

Pour atteindre ce but, la Société Gépéa a supprimé radicalement tous les organes (dont certains paraissaient jusqu'ici indispensables) susceptibles de s'encrasser rapidement ou nécessitant des soins pénibles et délicats.

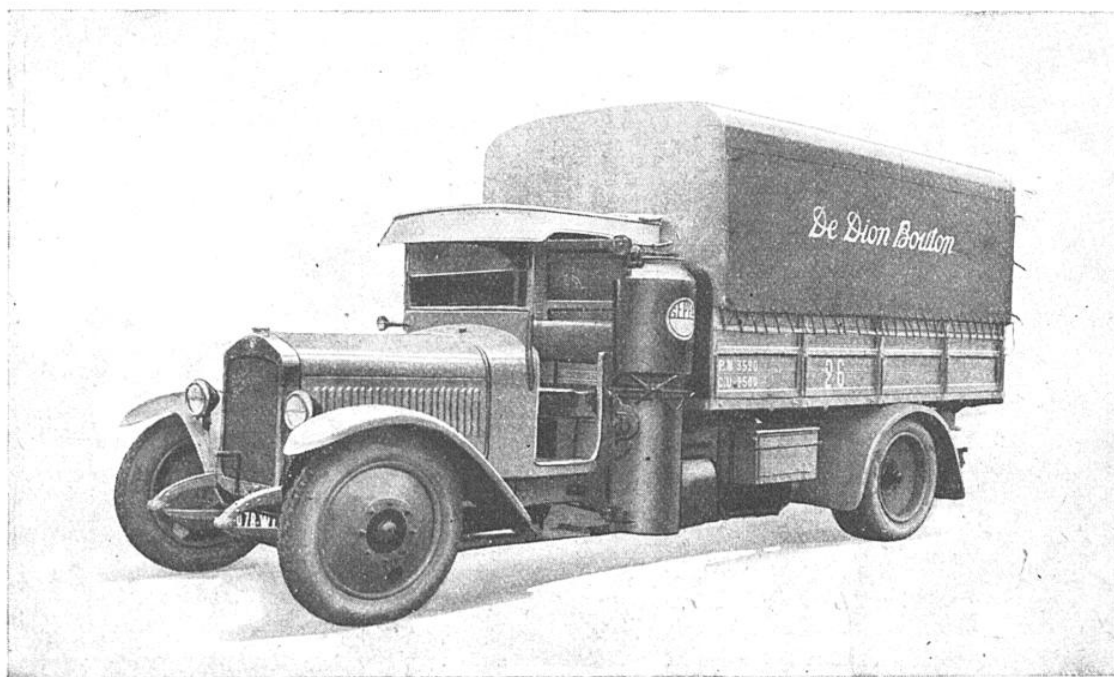
C'est ainsi que la cornue en terre réfractaire, dont on avait l'habitude de garnir les foyers, et sur les parois de laquelle ont tendance à se coller les mâchefers produits par certains combustibles, a été remplacée par un cylindre en métal. Celui-ci ne court aucun risque de détérioration grâce au dispositif de gazéification employé. Les mâchefers

tombent librement avec les cendres, et tous les déchets de la combustion sont évacués par la large ouverture du cendrier.

L'épurateur, qui recueille seulement les poussières impalpables, est cependant de grande capacité, garni de morceaux de coke et de sciure ; un simple lavage à longs intervalles régénère complètement le pouvoir épurateur de ces matières, qui peuvent servir presque indéfiniment. Les procédés spéciaux employés dans la construction de cet appareil permettent d'obtenir un gaz comparable pour sa pureté au gaz de ville.

Le châssis de Dion-Bouton, d'un poids total de 6.250 kilogrammes, que représente notre photographie, équipé avec le gazogène « Gépéa », a effectué le parcours du dernier rallye des carburants, soit 1.691 kilomètres, en consommant une moyenne de 33 kilogrammes de charbon de bois aux 100 kilomètres, ce qui représente une dépense de 16 fr. 50, tandis que celle du combustible liquide eût été de 52 francs, soit un gain de près de 70 % sur la dépense du carburant.

Si l'on ajoute que la vitesse moyenne obtenue a été de 33 km. 500 à l'heure sur l'ensemble du parcours, on voit que ces résultats sont très en faveur de l'utilisation du camion à gazogène.



UN CAMION DE DION-BOUTON ÉQUIPÉ AVEC UN GAZOGÈNE « GÉPÉA »

Le Gérant : Lucien JOSSE

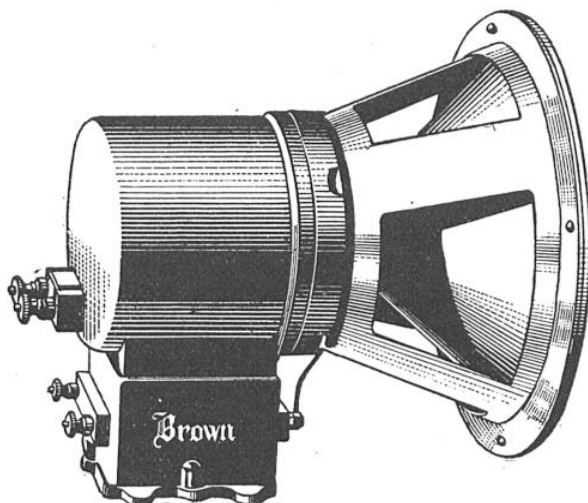
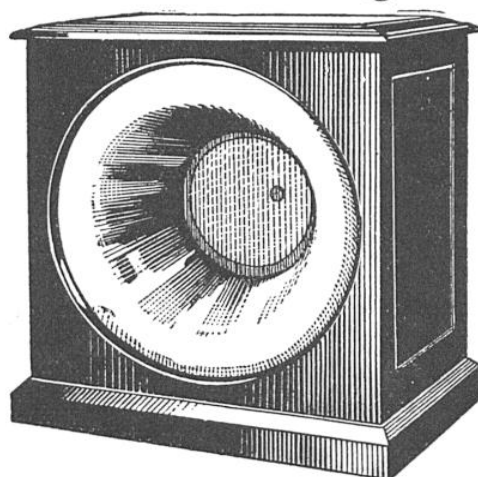
Paris. — Imp. HÉMERY, 18, rue d'Enghien.

2 nouveautés!

HAUT-PARLEURS A BOBINE MOBILE

TYPE "CUBIST"

à aimant permanent, livré avec un transformateur spécial pour suivre tout récepteur de T. S. F. et en général tout amplificateur.



TYPE "BATTERIE"

alimenté sous 6 volts, ne dépense que 0,5 ampère. Livré également avec un transformateur spécial.

Brown

Une notice détaillée sera prochainement éditée, comprenant toutes sortes de renseignements utiles sur ces nouveaux appareils et leur utilisation. Il est prudent de se recommander au plus tôt de "La Science et la Vie" pour être dans les premiers servis.

BROWN S. E. R., 12, rue Lincoln, Paris (8^e)

La MOTOGODILLE

PROPULSEUR amovible (comme un AVIRON) pour tous BATEAUX
(Conception et Construction françaises)

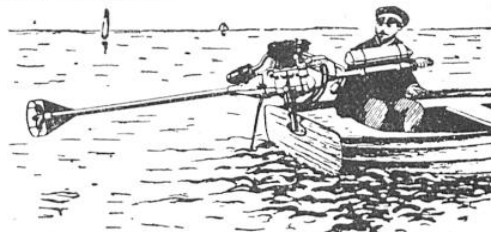
PÊCHES - TRANSPORTS - PLAISANCE

2 CV 1/2 5 CV 8 CV

Véritable instrument de travail
Plus de vingt années de pratique
Nos colons français l'utilisent de plus en plus

G. TROUCHE, 26, pass. Verdeau, Paris (9^e)

CATALOGUE GRATUIT — PRIX RÉDUITS

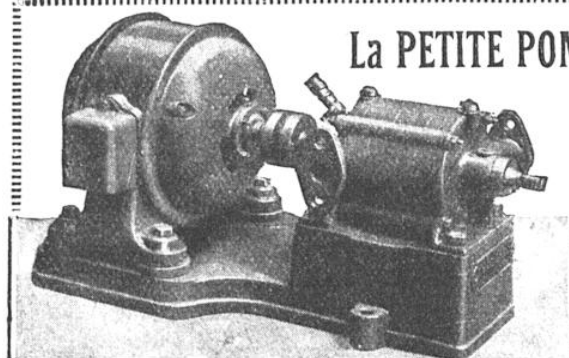


LA PILE DE LONGUE DURÉE



"Rénovolt"

DERUFFE



La PETITE POMPE MULTICELLULAIRE DAUBRON

CENTRIFUGE : Débit de 1.000 à 4.000 l./h.
Elévation de 10 à 40 mètres

ENCOMBREMENT... 0^m 500 × 0^m 300
POIDS 30 KILOGR.
VITESSE 2.800 T./M.

PRIX : A PARTIR de 1.180 francs LE GROUPE
A essence : 3.200 francs

Pompes DAUBRON
57, Avenue de la République - PARIS

R. C. SEINE : 74.456

ELECTROPHONE
VIVA-TONAL
Columbia-Kolster

LE SERVICE TYPOGRAPHIQUE

En vente dans toutes les bonnes maisons d'Instruments de musique, Phonos et Disques.

Agents
Général : **COUESNON & Cie**

Belgique : V. STAELENS, 50, rue Philippe-de-Champagne, BRUXELLES.

Société en commandite par actions au capital de 10.000.000 de fr.

94, rue d'Angoulême, PARIS

Suisse : KAUFMANN, 12, Theaterstrasse, ZURICH.

Égypte : TZOULAKIS, 3, rue de l'Eglise - Grecque, ALEXANDRIE.

Demandez
nos
catalogues



**Pas de beaux dessins
sans bons compas**

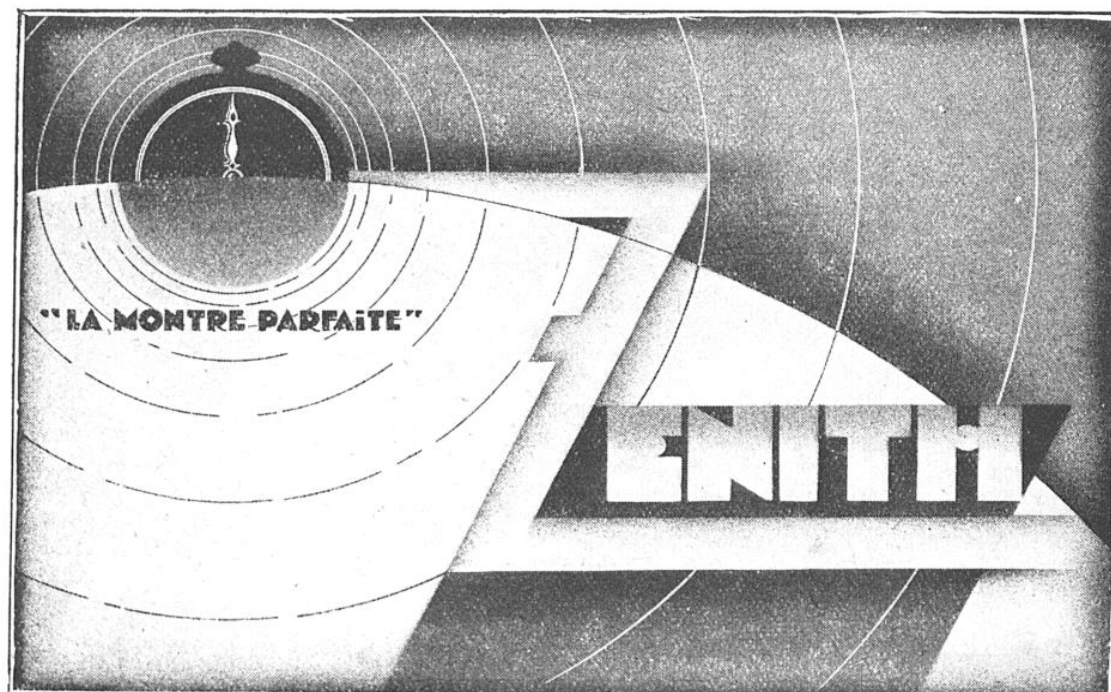
A prix égal, vous ne trouverez pas mieux
que les nôtres
Le métal en est résistant, la finesse extrême
Usinés et finis avec soins, ils ne prennent
pas de jeu à l'usage.

Notre Catalogue vous en présentera un grand
choix ainsi que tous les articles de dessin.

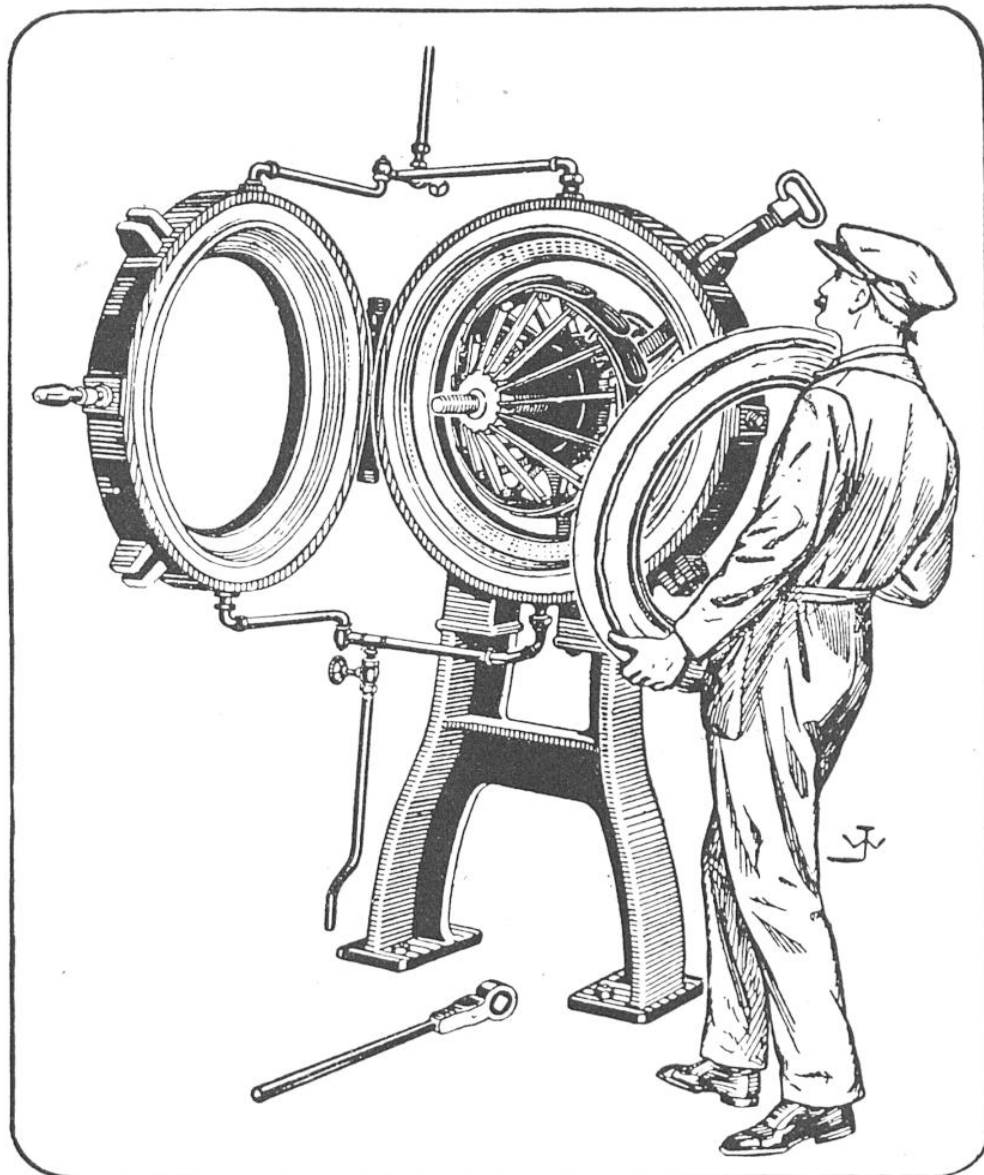
17, Rue Béranger
PARIS (3^e) République
Tél. ARCHIVES 08-89

BARBOTHEU
LA GRANDE MARQUE FRANÇAISE

Usine :
97, Rue de la Jarry
VINCENNES (Seine)



**Les Recaoutchoutages FIT
donnent le même kilométrage que les pneus neufs.**



Il y a, dans le monde, des milliers d'Ateliers de Recaoutchoutage FIT qui enrichissent leurs possesseurs. Si vous êtes garagiste, si vous vous intéressez à l'automobile, si vous cherchez une occupation lucrative et intéressante, vous devez écrire sans tarder à la **Société des Procédés FIT, 139, La Capuche, GRENOBLE (France)**, ou à sa **Succursale de Paris, 126, rue de Javel (15^e arrondissement)**, qui vous enverra gratuitement son catalogue. Si vous êtes déjà installé vulcanisateur, demandez à "FIT" son tarif et un échantillonnage de ses fameux caoutchoucs et tissus pour la réparation des pneus. Si vous venez à Paris, n'hésitez pas à visiter l'atelier de démonstration de la rue de Javel, vous y serez toujours bien accueilli.

LA PERCEUSE ÉLECTRIQUE "CONTAL"

BREVETÉE
FRANCE ET ÉTRANGER

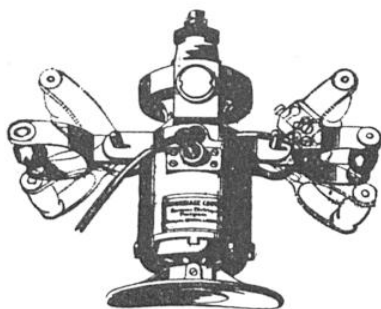


3

**VITESSES
MÉCANIQUES**

MAXIMUM
DE RENDEMENT
MINIMUM
D'ENCOMBREMENT

POIGNÉES ORIENTABLES

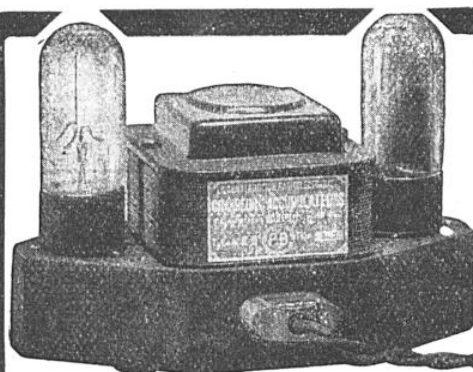


FABRICATION GARANTIE

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



Assurez la durée de
vos **accumulateurs**
en les rechargeant avec le

Chargeur **P.B.**

recommandé par PHILIPS-RADIO

Type AC 6 pour Batteries 230^{FR.}
de 4 et 6 volts

Type AC 80 pour Batteries 300^{FR.}
de 4 et 6 v. et de 40 à 120 v.
valves comprises

remplacez vos piles 80^v
chères et peu durables par le

Redresseur **P.B.**

fonctionnant SANS RONFLEMENT

Type A pour Postes 323^{FR.}
jusqu'à 5 lampes

Type B à 2 tensions 435^{FR.}
pour 6 à 10 lampes

valves comprises

Ces appareils fonctionnent sur tous
secteurs à 50 périodes

Ils sont livrés **emballés et franco**
dans toute la France avec
un **bulletin de garantie** de un an

Indiquer à la commande la tension exacte
du Secteur

LA CONSTRUCTION RADIOÉLECTRIQUE

18 et 20, Rue Amélie, ASNIÈRES (Seine)

Pub. H. DUPIN, PARIS

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

Spiros

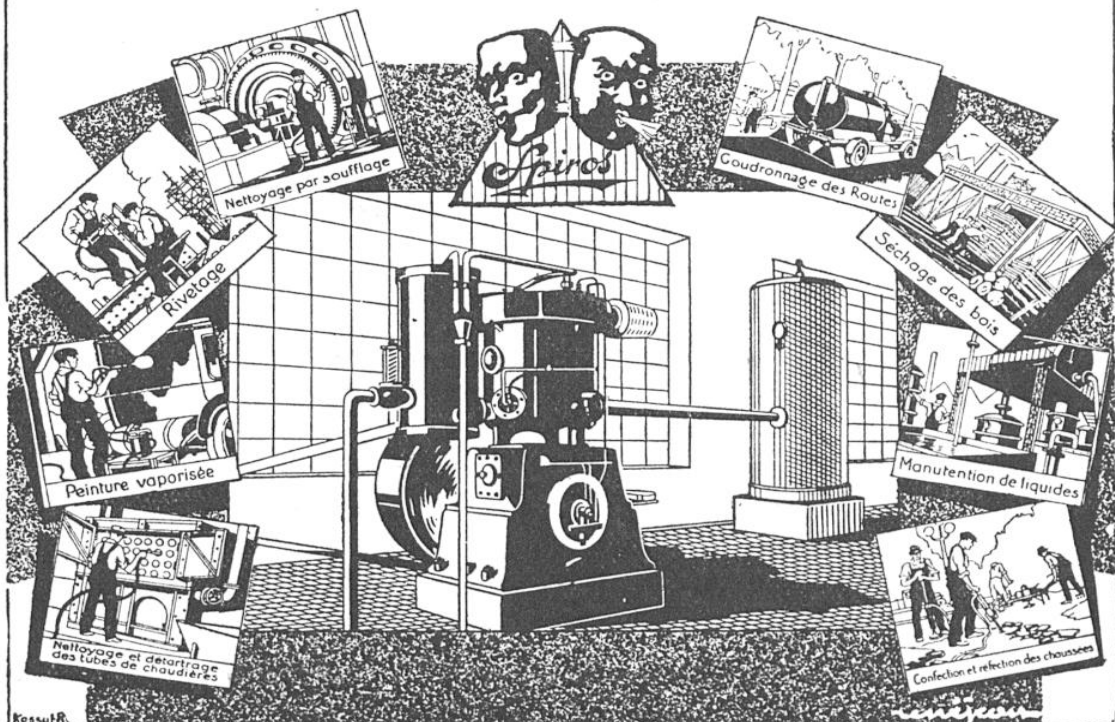
DEPUIS 1842

AIR COMPRIMÉ - VIDE VENTILATION

Usine et Siège Social : 26 à 30, Rue de la Briche, ST-DENIS (Seine)

PARIS.....	67, Rue de Maubeuge
DIJON.....	17, Boulevard de Brosses
LILLE.....	132, Rue du Molinel
MARSEILLE..	10, Avenue du Prado
TOURS.....	110, Rue Origet

BARCELONE - BRUXELLES - LONDRES





4687

(Dum)

construisez vous-même un poste moderne

Pour 5 frs seulement vous
aurez un schéma de montage
"STYGOR"

pour Résonadyne 4 lampes, superhétérodyne 5 et 6 lampes avec bloc M. F. STYGOR, qui vous permettra de construire, sans risque d'erreur, sans la moindre difficulté, un poste conforme aux plus récents progrès de la T. S. F. Demandez à votre fournisseur de T. S. F. le schéma de votre choix, (prix 5 frs) ainsi que toutes pièces "STYGOR" nécessaires à sa réalisation : leur qualité hors pair appréciée des meilleurs constructeurs garantit votre réussite.

Catalogue complet franco : 3 frs.

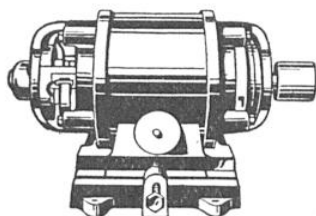
STYGOR

10, rue de Chéroy -- PARIS (17^e)

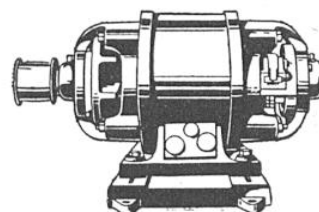
la lampe de marque, la pièce de choix

Nos moteurs "UNIVERSEL" possèdent comme force

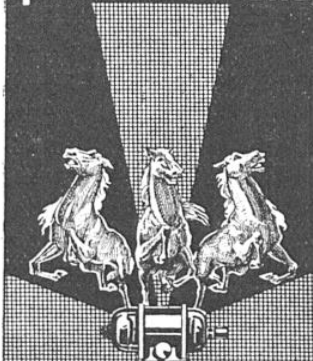
LES CHEVAUX qu'ils annoncent



**MOTEURS
"UNIVERSEL"
ET MONOPHASÉS
À COLLECTEUR
1/4 - 1/3 - 1/2 - 2/3 CV**



**DYNAMOS
ET ALTERNATEURS
TOUS VOLTAGES
GROUPES CONVERTISSEURS
TOUS VOLTAGES**



CONSTRUCTIONS ELECTRIQUES MINICUS

Société Anonyme au Capital de 450.000^{fr}

39, RUE DE PARIS - ASNIÈRES

TELEPHONE GRESILLONS 07-71

Demandez notre tarif B. 15

Toute l'Europe dans une valise

■ ■ ■

Le Super PHAL 6 lampes

Type 29

en coffret-valise, prêt à fonctionner n'importe où, **sans cadre ni antenne, ni terre,**
et **donnant instantanément, en haut-parleur, les grands concerts d'Europe**

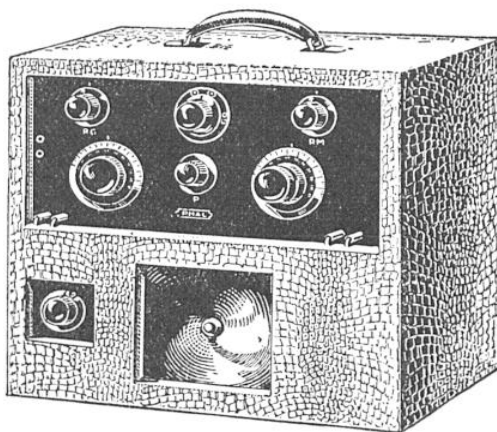
PORTATIF

18 kgs, complet.
Longueur 50 cm.
Hauteur 48 cm.
Épaisseur 26 cm.

○ ○

PUISSANT

Daventry en haut-par-
leur, en plein jour, dans
la rue.



COMPACT

Aucun fil, ni connexion
hors du poste. Sources
d'alimentation et haut-
parleur tout branchés
à l'intérieur.

○ ○

SÉLECTIF

Séparation
garantie de
même à
Paris, de } Radio-Paris,
Daventry,
P. T. T.,
Langenberg,
Toulouse,
Hambourg,
etc.

ÉCONOMIQUE

Le poste en coffret-valise, avec ses enroulements collecteurs d'onde, mais sans accessoire **1.425. »**

Accessoires (6 lampes, 1 accu à liquide immobilisé, pile grande capacité, haut-
parleur, pile de grille) **575. »**

Le poste complet (taxe et licences comprises), fr. **2.000**

Vente à crédit : à la commande. **400. »**
le solde en 12 mensualités de Frs **150. »**

Les Postes de T. S. F. " PHAL "

9, rue Darboy, PARIS-XI^e

Tél. : Roquette 59-79 et 59-89

**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

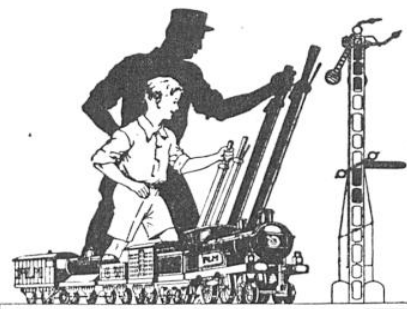
8,5×17

BAISSE DE PRIX

CATALOGUE B SUR DEMANDE

Étab^{ts} J. RICHARD, 25, rue Mélingue, Paris

Magasin de vente : 7, rue La Fayette (Opéra)



Le Rapide est signalé !

L E sémaphoriste actionne le sémaphore pour montrer au mécanicien que la voie est libre et le rapide, qui arrive à toute vitesse, s'arrête devant la gare. Régler la circulation des trains, surveiller les signaux, faire fonctionner les aiguilles, voilà le travail de l'ingénieur, du mécanicien et du sémaphoriste, que vous pouvez exécuter sur votre chemin de fer Hornby.

Le système Hornby n'est pas un jouet quelconque ; c'est un vrai chemin de fer en miniature, comprenant de puissantes locos à ressort ou électriques, une série complète de wagons et un choix d'accessoires.

"Comment s'amuser avec un Train en miniature"

Demandez cette brochure indispensable à votre fournisseur ou écrivez-nous en joignant à votre lettre 1 fr. en timbres-poste. Indiquer sur l'adresse : Service X

Trains Hornby depuis 35 fr. jusqu'à 600 fr.

TRAINS HORNBY HK

MECCANO (FRANCE) LTD - 78-80, rue Rébéval - PARIS-XIX*

**L'ÉLECTRIFIÈRE
RENAULT**

met à la portée de chacun la possibilité d'éclairer sa ferme ou sa maison de campagne. Robuste et simple, cet appareil ne nécessite que le minimum d'entretien et de dépense

Prix : **4.200 FRG**

Dimension d'encombrement :

Hauteur 75 c/m

Longueur 70 c/m

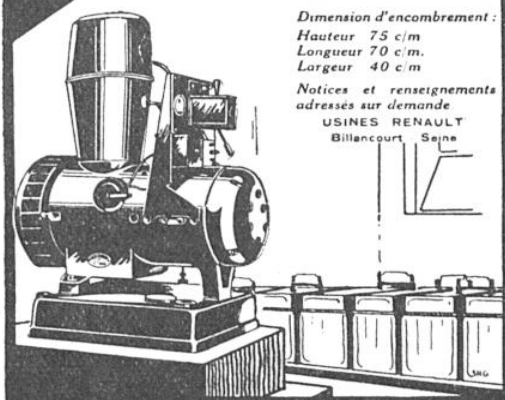
Largeur 40 c/m

Notices et renseignements

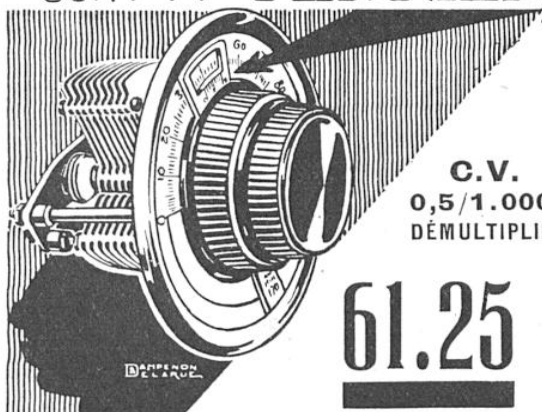
adressés sur demande

USINES RENAULT

Billancourt, Seine



LES C.V. TAVERNIER
1928
SONT À **VERNIER**



C.V.
0,5/1.000
DÉMULTIPLIÉ

61.25

avec son cadran vernier

EN VENTE PARTOUT

VENTE EN GROS : 71^{ter}, rue François-Arago
MONTREUIL (Seine)

Tarif 6 GRATUIT SUR DEMANDE

LA CARRIÈRE D'INSPECTEUR DU CONTRÔLE DE L'ÉTAT SUR LES CHEMINS DE FER

Organisation générale du Contrôle des chemins de fer d'intérêt général

L'État exerce sur les réseaux d'intérêt général un contrôle, qui est actuellement réparti en six Directions suivant la spécialité : lignes nouvelles, voie et bâtiments, exploitation technique, matériel et traction, travail des agents, exploitation commerciale.

Les Inspecteurs du Contrôle de l'État sont à la base de la hiérarchie : seul le contrôle du travail échappe complètement à leur compétence. Leurs chefs sont des Ingénieurs ordinaires et des Ingénieurs en Chef des Ponts et Chaussées ou des Mines pour ce qui concerne la partie technique. En matière commerciale, ils sont sous les ordres des Inspecteurs principaux et Contrôleurs généraux de l'Exploitation Commerciale.

Attributions de l'Inspecteur du Contrôle

L'Inspecteur instruit au premier degré les accidents et incidents d'exploitation, les vœux relatifs à la marche des trains, à la création et à l'amélioration des gares, stations ou haltes et de leurs annexes, au service des passages à niveau ; il surveille la composition et la circulation des trains, l'entretien des locaux et du matériel ; il reçoit les plaintes du public et leur donne la suite qu'elles comportent.

En sa qualité d'officier de police judiciaire, il constate, par ses procès-verbaux, les accidents d'une certaine gravité ainsi que les infractions à la police des chemins de fer. Il recueille la documentation nécessaire à l'examen des propositions relatives aux tarifs, etc.

Nature et caractère de la fonction

L'Inspecteur du Contrôle n'est pas astreint à des heures fixes de bureau ; une partie de son temps est, d'ailleurs, consacrée aux tournées qu'il organise librement, en groupant au mieux les affaires qu'il a à traiter. Il ne lui est imposé de délai relativement court que pour les enquêtes sur les accidents très graves.

Les questions confiées à son examen sont des plus variées. Il lui est, du reste, laissé beaucoup d'initiative. Tout ce qu'il remarque dans ses tournées peut être consigné dans ses rapports.

Dans ces dernières années, l'Administration Supérieure lui a marqué sa confiance en lui laissant le soin de donner la suite définitive aux plaintes déposées dans les gares, ainsi que de préparer l'avis à donner au parquet au cas de procès-verbal dressé par lui.

Son service l'appelle à entrer en relations avec les Chambres de Commerce, les Chambres consultatives des Arts et Manufactures, les Syndicats patronaux, etc. En contact quasi permanent avec les agents et avec les usagers des chemins de fer, il jouit, auprès d'eux, d'une considération certaine.

Lorsqu'il débute dans un poste à plusieurs titulaires, il n'est en rien subordonné aux autres Inspecteurs. Il en est le collègue purement et simplement. S'il est nommé à un poste unique, il trouve en ses voisins des conseillers sûrs, qui lui épargnent tâtonnements ou erreurs.

Ses déplacements dans sa circonscription lui sont rendus faciles grâce à une **carte de circulation**, qui lui permet d'emprunter non seulement tous les trains de voyageurs, mais aussi les trains de marchandises et même les machines, à certaines conditions.

A noter que la plupart des postes sont placés dans des **villes assez importantes**. Enfin, détail qui n'est pas négligeable, l'Inspecteur a, le plus souvent, un **bureau convenablement installé**.

En résumé, fonction intéressante, occupations très variées, service mi-actif, mi-sédentaire, grande indépendance et de la considération.

Résidence

S'il le désire, l'Inspecteur du Contrôle peut avoir tous ses avancements sur place et, par conséquent, ne pas être astreint à des déménagements.

Traitements et indemnités (1)

Les traitements fixes actuels vont de **12.000 à 24.000 francs**. A ce point de vue, les Inspecteurs du Contrôle de l'État sont assimilés aux Ingénieurs des Travaux Publics de l'État.

Sans être automatique, l'avancement de classe a lieu, en fait, tous les quatre ans à l'ancienneté, et tous les trois ans au choix.

Aux traitements s'ajoutent :

L'indemnité de résidence, allouée à tous les fonctionnaires par la loi du 18 octobre 1919 ;

L'indemnité de cherté de vie, s'il y a lieu ;

L'indemnité pour charges de famille, le cas échéant ;

Une indemnité pour frais de tournées.

Certains Inspecteurs ont également le contrôle de voies ferrées d'intérêt local et reçoivent, à ce titre, une indemnité spéciale.

La pension de retraite est acquise à l'âge de soixante ans.

Sur le réseau auquel il est attaché, l'Inspecteur reçoit des **permis de 1^{re} classe pour les membres de sa famille** dans les mêmes conditions que les agents eux-mêmes. Sur les autres réseaux, l'Inspecteur et les siens ont également des facilités de circulation. A l'heure où les voyages sont si onéreux, cet avantage est réellement appréciable.

Congés

L'Inspecteur a un congé de 15 jours par an. En outre, depuis quelques années, il lui est donné, tous les mois, un repos supplémentaire de 3 jours groupés, ce qui fait, en tout : 15 plus 36 = 51 jours par an.

Accès aux grades supérieurs

L'Inspecteur du Contrôle peut accéder au grade d'Inspecteur Principal de l'Exploitation Commerciale, soit par le concours ordinaire au bout de six années de service, soit par l'**examen professionnel** après douze ans.

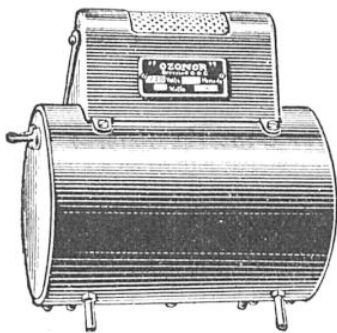
A remarquer que les Contrôleurs généraux sont recrutés, sans examen, parmi les Inspecteurs Principaux.

Conditions d'admission (2)

Aucun diplôme n'est exigé ; une bonne instruction primaire peut suffire. Pour les matières spéciales au concours, l'Ecole Spéciale d'Administration, 4, rue Férrou, Paris, 6^e, s'est assuré le concours de gens qualifiés.

(1) Fixe et accessoires, compte tenu des services militaires, le début peut former le chiffre d'environ 16.000 à 18.000 francs.

(2) Aucun diplôme n'est exigé. Âge : de 21 à 30 ans. Demander les matières du programme à l'Ecole Spéciale d'Administration, 4, rue Férrou, Paris (6^e).



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 (CAILLIET, BURDAIS & C^{ie}), 12, rue St-Gilles, Paris-3^e
Téléphone : Turbigo 85-38

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.



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 (6^e)
64, rue Saint-André-des-Arts

qui enverra notices, tarifs, catalogues et Ferrix-Revue
contre enveloppe timbrée à votre adresse.

Protégez vos fabrications **ROUILLE**
..... contre la

PAR LA

PARKERISATION

EXIGEZ DE VOS FOURNISSEURS DES MARCHANDISES

PARKERISÉES

dont la durée sera illimitée

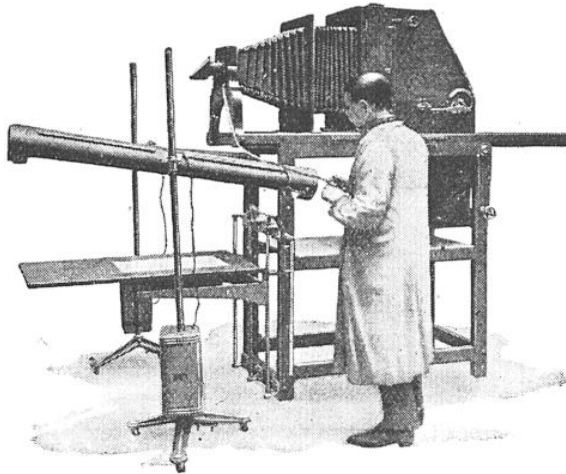
Société Continentale
PARKER

Société Anonyme
au Capital de 5.200.000 francs
42, rue Chance-Milly
à CLICHY (Seine)

Téléphone :
Levallois 13-75

ATELIER ANNEXE :
27, rue Würtz, Paris-13^e

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.

**Avec le REPROJECTOR
vous réduirez votre personnel**

en substituant le travail mécanique au travail manuel, dans vos services d'études, de documentation, de comptabilité.

DÉMONSTRATIONS, RÉFÉRENCES, NOTICES :

DE LONGUEVAL & C^{ie}, constructeurs, 17, rue Joubert, PARIS

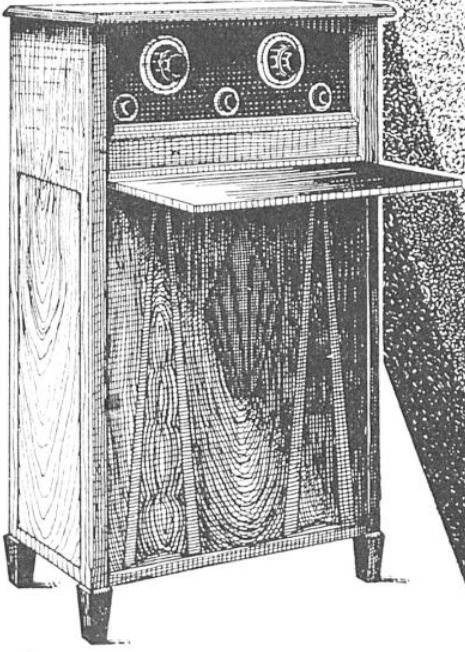
**MOTEURS ÉLECTRIQUES
THORENS**

**POUR
PHONOGRAPHES**

Ce moteur, de parfaite construction technique, est d'une grande régularité, insensible aux fluctuations du courant, silencieux et robuste. Marchant sur tous les courants (alternatifs et continus), il peut se monter très facilement dans n'importe quel phonographe. Hauteur maximum : 10 cm.

En vente chez les Électriciens, Maisons de Phonographes et de T. S. F.

AGENCE GÉNÉRALE :
Établ^{ts} Henri DIÉDRICH, 13, rue Bleue, PARIS



Construits par des spécialistes de la musique instrumentale, les **Postes ARODYNE** sont non seulement sélectifs et puissants, mais ils possèdent des qualités musicales qui n'ont encore jamais été atteintes.

ENSEMBLES RADIOPHONIQUES DE LUXE
du type à changeur de fréquence 5 et 7 lampes
EN MEUBLES DE STYLE

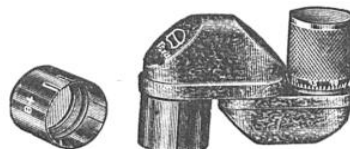
ARO DYNE
GABRIEL GAVEAU ET C^o
RADIOPHONIE

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

CARL ZEISS JENA

LA LONGUE-VUE DE POCHE "TURMON" ZEISS

Grossissement 8 fois



est l'instrument universel et idéal, indispensable à tout amateur curieux d'observer tout ce qui se passe autour de lui. Cette minuscule longue-vue ne mesure que 7 cm. et ne pèse que 93 gr. Elle permet d'obtenir à toute distance, depuis l'infini jusqu'à 2 m 50. A cette distance, elle sert de téléloupe et, par l'adjonction d'une bonnette + 6 dptr., se transforme en une loupe 12 × à grande distance frontale (17 cm.). C'est la loupe rêvée et recherchée des collectionneurs, naturalistes, etc...

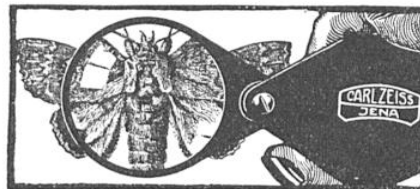
LA TELLUP ZEISS



RÉUNIT EN UN SEUL TROIS INSTRUMENTS :

Une longue-vue 2,5 × ;
Une téléloupe... 2,5 × ;
Une loupe..... 6 × .

Les LOUPES PLIANTES ZEISS



aux grossissements 2,5 × à 27 ×
répondent pratiquement à toutes les exigences.

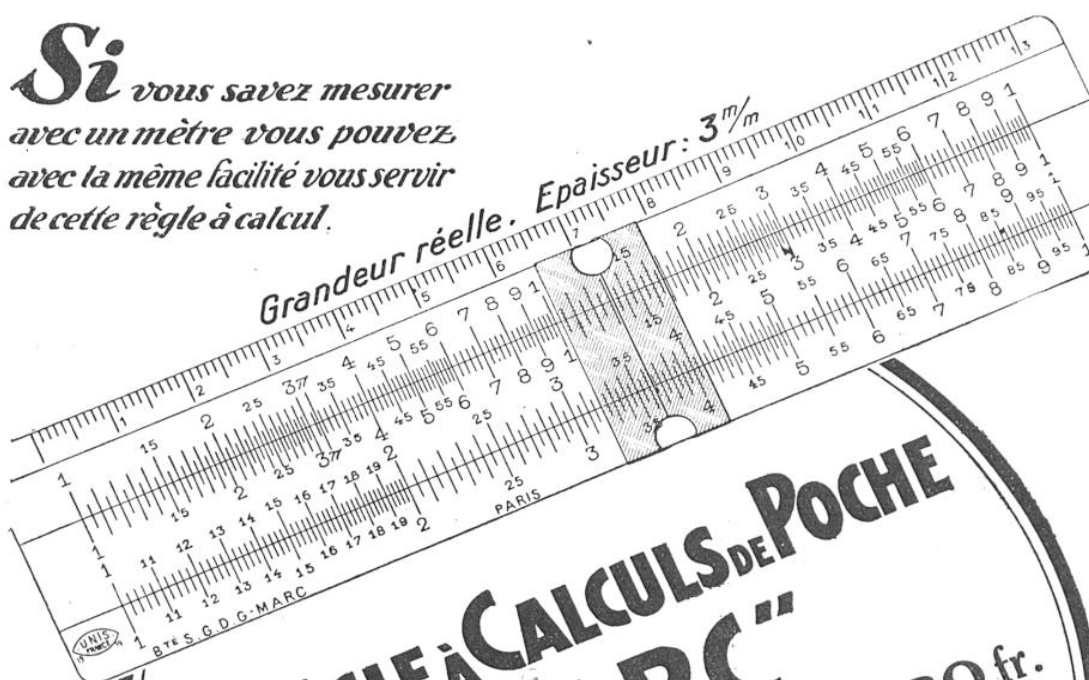
Demandez l'envoi gratis et franco de la Notice "LOUPES"
n° 353, au représentant :

SOCIÉTÉ "OPTICA"
18-20, faubourg du Temple, PARIS-XI^e



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

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 POCHE
"MARC"**

La règle en celluloid, livrée avec étui peau 30 fr.
et mode d'emploi :

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 (9^e)
Tél. : Trudaine 83-13



"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



LE FRIGORIGÈNE[®]

MACHINE ROTATIVE À GLACE & À FROID

BREVETS AUDIFFREN & SINGRÜN

TOUTES APPLICATIONS INDUSTRIELLES & DOMESTIQUES

SÉCURITÉ ABSOLUE *Les plus hautes Récompenses* **GRANDE ÉCONOMIE**
Nombreuses Références

SOCIÉTÉ D'APPLICATIONS FRIGORIFIQUES - 92, Rue de la Victoire, PARIS - Catalogue & Devis gratuits sur demande

Le meilleur NOËL
 que nous puissions vous offrir
 c'est le conseil
 d'exiger la

MARQUE **JP** DÉPOSÉE**Quand vous achetez :**

- 1 Tire-bouchon
- 1 Casse-noix
- 1 Arrêt à boule de porte
- 1 Entre-bâillement de fenêtre

○ EN ○
VENTE PARTOUT
 GRANDS MAGASINS, QUINCAILLIERS
 ET BAZARS

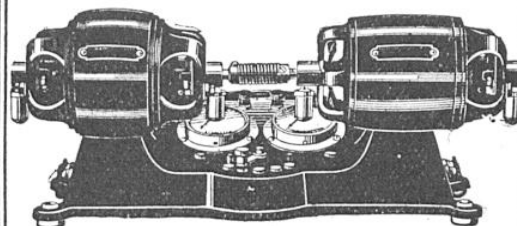
GROS : **J-P**100, Boulevard Richard-Lenoir, PARIS-XI^e

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.»**

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

CINÉPHOTO-OPÉRA

12, rue de la Chaussée-d'Antin (près l'Opéra), PARIS (9^e)



APPAREILS DE MARQUE PHOTO ET CINÉMA

PATHE-BABY - Motocaméra
Kinamo - Bolex - Ciné Kodak
Kinox - Kinobox - Kodascope
etc...



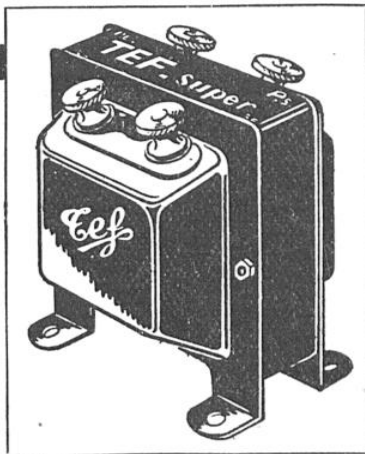
Grande salle de projection et démonstration — Catalogue complet : 1 fr. 50

PHONOS PORTATIFS ET MEUBLES

PHONOS à partir de 120 francs — Grand choix de disques

Nirona.....	225. » - 295. »	Columbia.....	800. » - 1.300. » - 2.600. »
Pathé.....	455. » - 875. »	Gramophone.....	1.300. » - 1.500. »
Polydor.....	1.150. » - 1.500. »	Salabert.....	480. » - 1.000. » - 1.500. »
Meubles Salabert.....	1.500. »	Meubles Polydor.....	2.670. »

TOUS LES NOUVEAUX DISQUES PARUS — TOUTES LES NOUVEAUTÉS



GARANTIS UN AN

LES TRANSFORMATEURS “TEF”

NE DÉFORMENT PAS

*Amplification supérieure
Pureté incomparable*

Fabrications “TEF”

H. TARRIDE & FILS, Constructeurs-Électriciens

93 et 93 bis, Avenue du Bois-de-Boulogne, 93 et 93 bis

CLAMART (Seine)

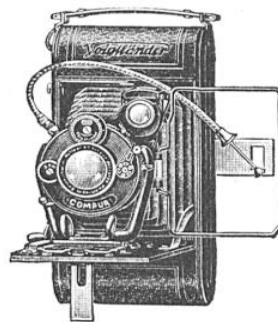
Il existe depuis fort longtemps des appareils bon marché, de même des appareils de qualité; mais des appareils aussi remarquables, à des prix aussi avantageux que les

Nouveaux Modèles VOIGTLÄNDER

c'est incontestablement une **innovation.**

Demandez à votre revendeur habituel de vous faire la démonstration des nouveaux modèles VOIGTLÄNDER, ou faites-vous adresser le catalogue illustré.

SCHOBER et HAFNER, 3, r. Laure-Fiot, Asnières (Seine)



"PYGMY"

LA NOUVELLE LAMPE A MAGNÉTO
INÉPUISABLE

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 Bretagne, Paris-3^e
Téléphone: Archives 46-95. - Télég.: Genovieg-Paris.



Concessionnaire pour l'Italie:

Roberto ULMANN, 1, Piazza Grimaldi, Genova 6

AUTOMOBILISTES !

Evitez les accidents avec

L'appareil signalisateur lumineux

"INDIC"

Breveté s. g. d. g. France et Etranger



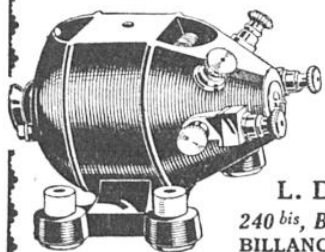
L. TOURET

14, rue Taylor, 14 - PARIS-10^e

Téléphone: Botzaris 21-72 et 19-62

"INDIC" est adopté par le Président de la République,
la Préfecture de Police et les Grands Magasins.

Le Microdyne



LE PLUS PETIT MOTEUR
INDUSTRIEL DU MONDE

MOTEURS UNIVERSELS
DE FAIBLE PUISSANCE

L. DRAKE, Constructeur

240 bis, Boulev. Jean-Jaurès
BILLANCOURT - Molitor 12-39

UTILISEZ VOS LOISIRS !

EN ÉTUDIANT SUR PLACE OU PAR CORRESPONDANCE

UNE
LANGUE ÉTRANGÈRE

A
GARDINER'S ACADEMY

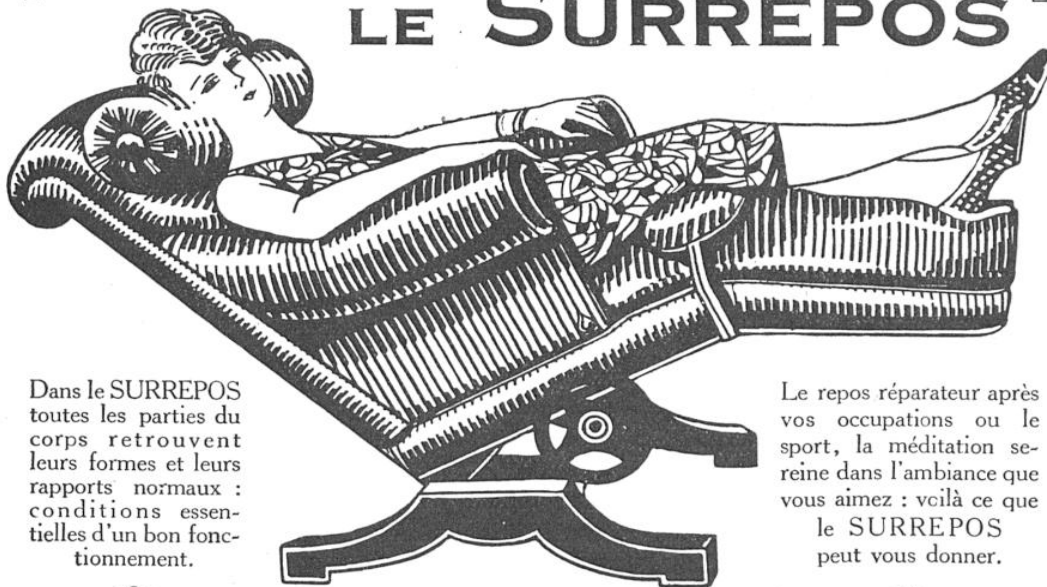
MINIMUM DE TEMPS
MINIMUM D'ARGENT
MAXIMUM DE SUCCÈS

DEMANDEZ AUJOURD'HUI ÉCOLE SPÉCIALISÉE
LA BROCHURE GRATUITE FONDÉE EN 1912

NOMBREUSES RÉFÉRENCES

19, B^D MONTMARTRE, PARIS-2^e

LE SURREPOS



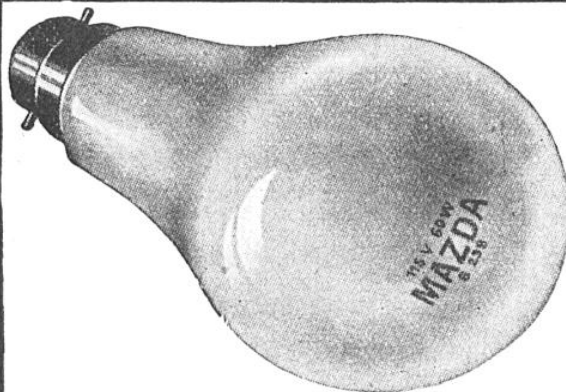
Dans le SURREPOS toutes les parties du corps retrouvent leurs formes et leurs rapports normaux : conditions essentielles d'un bon fonctionnement.

Le repos réparateur après vos occupations ou le sport, la méditation sereine dans l'ambiance que vous aimez : voilà ce que le SURREPOS peut vous donner.

LES DEUX BRAS DE CE FAUTEUIL SONT MOBILES

Service V. — 13, rue Michel-Chasles, PARIS-12^e (gare de Lyon)

Brochure illustrée sur demande. — Téléphone : Diderot 14-68



Vient
de
Paraître...



UN BON ÉCLAIRAGE

doit être
Abondant
Bien réparti — Bien diffusé.

Vous l'obtiendrez

**AVEC LA LAMPE
MAZDA**

PERLE

"SÉRIE STANDARD"

et les appareils d'éclairage

de la

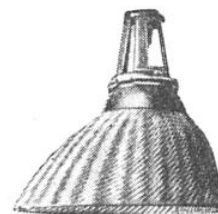
COMPAGNIE DES LAMPES

41, Rue La Boétie - PARIS (VIII^e)



RAY "King"
(extensif)

pour éclairage de Vitrites

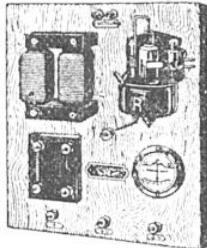


RAY "Queen"
(intensif)

pour éclairage de Vitrites

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'EXPÉRIENCE
15 000 APPAREILS
EN SERVICE

Publicité H. DUPIN, Paris

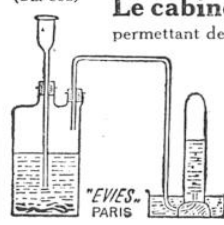
ETRENNES SCIENTIFIQUES
LE PETIT CHIMISTE
(DÉPOSÉ)

Le cabinet de chimie scolaire
permettant de réaliser sans danger les travaux
pratiques de chimie élémentaire.

1° Pour réactions à froid. 55. »
2° — — — — — chaud. 95. »

Notice gratuite sur demande.

Éts SEIVE (S.A.R.L.)
CONSTRUCTEURS
26, rue St-Gilles, PARIS



LA LAMPE DE CHEVET IDÉALE
"LISVEILLE"

Liseuse-veilleuse électrique à très faible
consommation, ayant figuré au
26^e Concours Lépine 1928.

Est décrite à la page 527 du présent numéro.

Industriels-Fabricants et Commerçants
intéressés par la construction et la vente
de cette nouveauté pratique, adressez-
vous à l'inventeur :

P. CHARPENTIER, ingénieur
Route de Tercir, DAX (Landes)

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

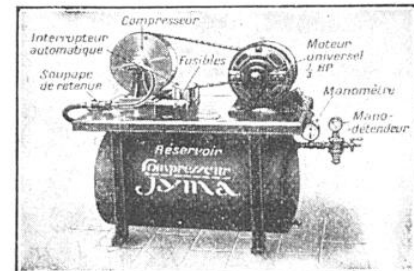


RENÉ VILLEMER
CONCESSIONNAIRE POUR LA FRANCE
98, Av^e de la République, AUBERVILLIERS

Notice et Carte de Coloris
Franco sur demande.

COMPRESSEURS
JYMA

SPÉCIALISTES DU PETIT
COMPRESSEUR AUTOMATIQUE
FONCTIONNANT
SUR TOUT COURANT LUMIÈRE



Compresseur JYMA, type M R 2, à moteur
Universel - Débit : 3.600 litres à l'heure.

APPLICATIONS :
Peinture -- Décoration
Transvasement des liquides
et boissons
Retouche photographique
Gonflement des pneumatiques, etc.

Demandez Catalogue et Renseignements
Compresseurs JYMA - 37, Rue Lafayette, PARIS (IX^e)

MONET GOYON

**4 fois
CHAMPION
de FRANCE**

En 1924 - 1925 - 1926 - 1927
CATÉGORIE 175 cm³

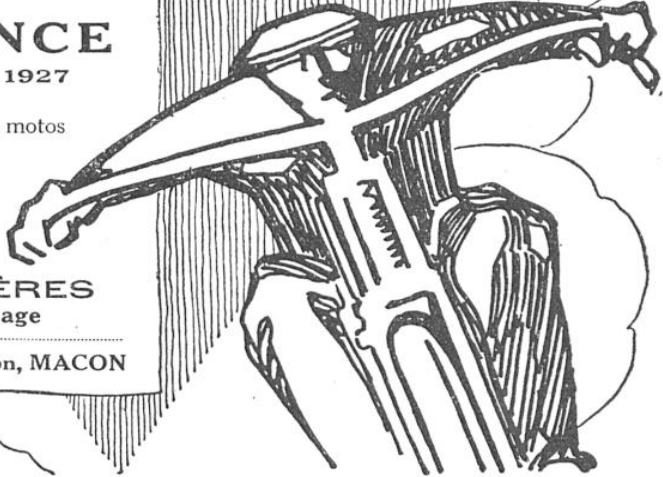
Vous offre la gamme complète de ses motos

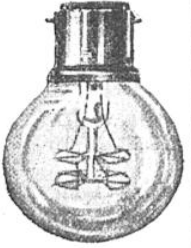
2 Temps, moteur VILLIERS,
4 Temps, moteur M. A. G.,
dont la réputation n'est plus à
faire. Construites en séries impor-
tantes, elles sont, à qualité égale,

LES MOINS CHÈRES
à l'achat comme à l'usage

NOTICE FRANCO

MONET-GOYON, 121, rue du Pavillon, MACON





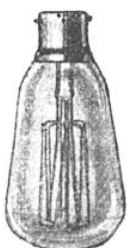
ACHETEZ LES LAMPES NADOX

pour vous convaincre

**QU'ELLES SONT INCOMPARABLES COMME PRIX ET QUALITÉ
CONSOMMENT PEU ET RÉSISTENT AUX CHOCS ET TRÉPIDATIONS**

Société Générale des Fabrications
NADOX
USINE DE LAMPES ÉLECTRIQUES
Société anonyme au capital de 1.500.000 francs
44, boulevard du Temple — PARIS
Téléphone : Roquette 60-01 et 60-02






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 Marques*meubles de bureau
et de style

orfèvrerie

garnitures de cheminée

carillons Westminster

aspirateurs de poussières

appareils d'éclairage

et de chauffage

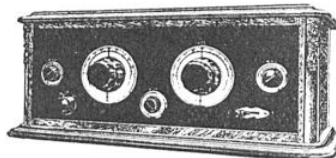
Des Meilleurs Fabricants

CATALOGUE N° 2

FRANCO SUR DEMANDE

L'INTERMÉDIAIRE**17, Rue Monsigny, Paris**

MAISON FONDÉE EN 1894

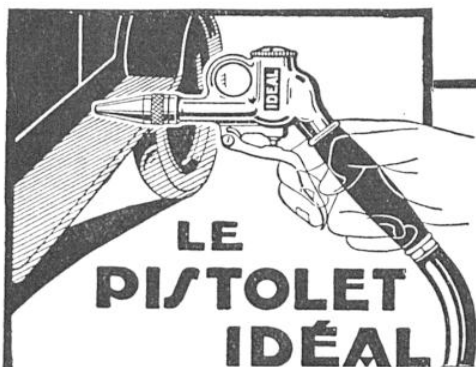
*Un nom qui est une garantie !
Des milliers de références dans le monde entier !***Les Établissements LÉNIER****61, rue Damrémont, PARIS**Ancien officier radiotélégraphiste de la Marine
Ancien chef des Services de T.S.F. clandestine
en pays ennemi pendant la guerre**Spécialité d'Appareils de T.S.F.***pour 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.

**LE
PISTOLET
IDÉAL****POUR LAVER VOTRE VOITURE**

UTILISEZ LE

Pistolet Idéal E.G.

Modèle 1928

Ses trois jets, droit, pulvérisé et sans pression ; son fonc-
tionnement 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**

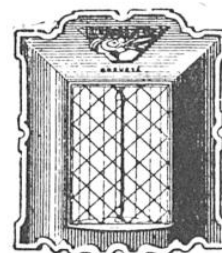
CONSTRUCTEUR

160, avenue de la Reine, BOULOGNE-SUR-SEINE

Notice E sur demande

Chauffage et Cuisine électriques**“ LUCIFER ”**par les résistances **enrobées** (brevetées S.G.D.G.)
d'une **durée illimitée** (Essais officiels 1928)**SÉCURITÉ - ÉCONOMIE****Radiateurs****Réchauds****Fours à rôtir****Grille-pain****Chauffe-lit**

etc.

*Cheminée électrique***CHAUFFAGE D'APPARTEMENTS****par RADIATEUR A EAU**muni d'une **RÉSISTANCE MULTIPLE** à plusieurs allures de chauffage**TEMPÉRATURE RÉGLABLE****ÉCONOMIE MAXIMA****HYGIÈNE - CONFORT****Étab^{ts} LUCIFER, 48, r. d'Angoulême, Paris (11^e)**

Tél. : Ménilmontant 77.46 - R. C. Seine 419-970

ÉCOLE SUPÉRIEURE de BÉTON ARMÉ PARIS



FORMATION RAPIDE ET PRATIQUE

DE

Techniciens, Sous-Ingénieurs
Dessinateurs
~ et Ingénieurs spécialisés ~

PAR

ÉTUDES CHEZ SOI



Diplômes délivrés à la fin des études.
Placement gratuit de tous les candidats
diplômés par Association des Ingénieurs
et Techniciens

Demandez le programme général gratuit n° 9 à
l'ÉCOLE SUPÉRIEURE de BÉTON ARMÉ
40, Rue Denfert-Rochereau, Paris
Téléphone : Gobelins 56-32

la plus ancienne
lame française

la
LAME



ÉGALE

les meilleures
lames du monde

5 lames **ESSAYEZ-LA** 10 lames
7^f.50 **et** 15^f
JUGEZ.

EN VENTE PARTOUT

A.R.I.

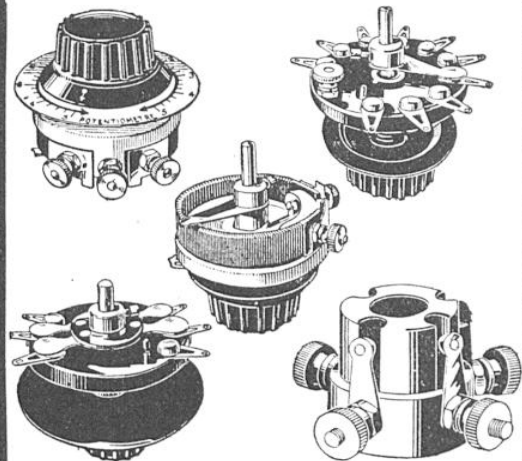
VENTE EN GROS : 54^{bis} Rue de Lancry PARIS

Une belle présentation
Un isolement parfait
D'excellents contacts

Ni coupures ni crachements
Un prix très intéressant

Ce sont là quelques-unes
des qualités des pièces

J. D.



EXIGER LES PIÈCES J. D.

Rhéostats — Potentiomètres — Inverseurs
Commutateurs — Supports de lampe, etc...

Elles possèdent
toutes les plus hautes qualités

Dans toutes les Maisons de T.S.F.

RADIO J. D.

SAINT-CLOUD

**ÉCONOMIE 75%
DE CAFÉ**
avec la
**CAFETIÈRE
A PRESSION
"BOVEX"**
Brevetée S.G.D.G.
ALUMINIUM PUR

Toute la cuisine en moins de 15 minutes
avec la
**MARMITE à pression
"BOVEX"**
Aluminium pur ou acier
LA PLUS PERFECTIONNÉE

Énorme économie de temps et d'argent
Voir la description n° 126

Demandez-les partout et aux
Établ^{ts} AL. PROST, 102, Bd Beaumarchais, Paris

IDEAL
STYLOMINE
ne s'obstrue pas

A VOUS QUI CALCULEZ
"STYLOMINE"-RÈGLE A 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

Le pinceau électrique
GALVANIC - SOL
permet chez soi & facilement de :

NICKELER DORER ARGENTER

tous objets métalliques

OUTILS, CLÉS, ARGENTERIE, GUIDONS DE BICYCLETTES, RADIATEURS D'AUTOS, etc...

Voir description scientifique dans le n° 135, de Septembre.

Le Pinceau **GALVANIC-SOL** est livré électrique complet, prêt à fonctionner, dans un élégant coffret ébénisterie.
Modèle, depuis 36 francs.

Demandez la notice détaillée ainsi que renseignements sur le Coffret spécial pour Etranges
SOLÈRE, Const^r, 7, rue de Nemours, PARIS

*Le problème
des ondes courtes*

vous passionne
comme il passionne les amateurs du monde entier, car les émissions sur ondes courtes présentent les qualités des ondes normales sans en avoir les défauts...

encore faut-il pouvoir les capter

vous y réussirez
sans aucune difficulté et sur petite antenne (même intérieure)

et vous obtiendrez
en haut-parleur : Eindhoven, Java, Nauen, Pittsburg, Melbourne, etc., etc.

avec les postes récepteurs d'ondes courtes **minimons** que vous emploierez seul ou devant votre super.

Situation lucrative

agréable, indépendante et active

dans le Commerce ou l'Industrie, sans Capital

Pour faire travailler un ingénieur dans une usine, il faut vingt représentants apportant des commandes ; c'est pourquoi les bons représentants sont très recherchés et bien payés, tandis que les ingénieurs sont trop nombreux. Les mieux payés sont ceux qui ont des connaissances d'ingénieur, même sans diplôme, car ils sont les plus rares et peuvent traiter les plus grosses affaires.

Pour une situation lucrative et indépendante de **représentant industriel, ingénieur commercial** ou, si vous préférez la vie sédentaire, de **directeur commercial** ; pour vous préparer rapidement, tout en gagnant, il faut vous adresser à

L'Ecole Technique Supérieure de Représentation et de Commerce

Fondée et subventionnée par « l'Union Nationale du Commerce Extérieur » pour la formation de négociateurs d'élite

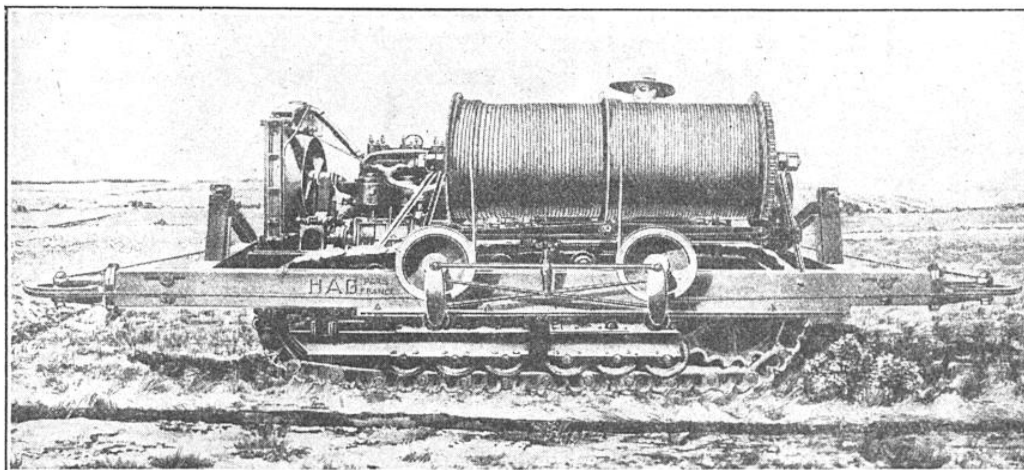
Tous les élèves sont pourvus d'une situation

L'Ecole T. S. R. C. n'est pas universelle, elle est spécialisée, c'est la plus ancienne, la plus importante en ce genre, la seule fondée par des hommes d'affaires qui sont les premiers intéressés à faire gagner de l'argent à leurs élèves en les utilisant comme collaborateurs, et qui, seuls, sont qualifiés pour décerner un diplôme efficace ; la seule de ce genre qui enseigne d'abord par correspondance les meilleures méthodes et qui perfectionne ensuite facultativement l'élève sur place en le faisant débiter sous la direction de ses professeurs, avec des gains qui couvrent ses frais d'études. Avant toute décision, demandez la brochure n° 66, qui vous sera adressée gratuitement avec tous renseignements, sans aucun engagement, à l'Ecole T. S. R. C.

58 bis, Chaussée d'Antin, PARIS

H.-A. GIESBERGER

9, rue Worth, SURESNES (Seine), France Téléph. : SURESNES 412



Appareil de LABOURAGE mécanique automatique pour CANNE A SUCRE

Cette vue représente le tracteur du côté du treuil, faisant voir l'enroulement parfait du câble.

(Voir l'article de La Science et la Vie, page 526.)



**Devenez
ingénieur-électricien**
ou dessinateur, conducteur,
monteur, radiotélégraphiste,
par études rapides CHEZ VOUS.

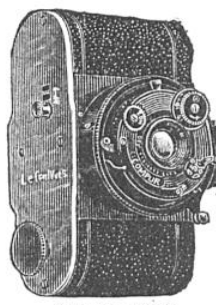
LISEZ
la brochure n° 10 envoyée gratis et franco
par

**l'Institut Normal
Electrotechnique**
40, rue Denfert-Rochereau, PARIS
84 bis, chaussée de Gand, BRUXELLES

DIPLOMES DÉLIVRÉS A LA FIN DES ÉTUDES

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'ÉBLOUISSANT"
Éclairage intensif pour PATHÉ-BABY

APPAREILS CINÉMATOGRAPHIQUES
pour Familles, Enseignement, Patronages

RADIOFOTOS H.F.
Caractéristiques
Qualité 40, 200 ampères
Résistance 20 x 10³
Circuit de sélection 10/100
Capacité 1000 pF
Résistance de "couplage" 10³ à 10⁴
Prix : 37,50

LAMPES FOTOS

Une lampe étudiée pour chaque besoin

BASSE FRÉQUENCE FOTOS B.F.
Caractéristiques
Qualité 40, 200 ampères
Résistance 20 x 10³
Circuit de sélection 10/100
Capacité 1000 pF
Résistance de "couplage" 10³ à 10⁴
Prix : 40

BIGVILLE (SCOUT PHOTO)
Qualité 40, 200 ampères
Résistance 20 x 10³
Circuit de sélection 10/100
Capacité 1000 pF
Résistance de "couplage" 10³ à 10⁴
Prix : 40

RADIOFOTOS M.F.
Qualité 40, 200 ampères
Résistance 20 x 10³
Circuit de sélection 10/100
Capacité 1000 pF
Résistance de "couplage" 10³ à 10⁴
Prix : 37,50

RADIOFOTOS A.T.E.C.T.R.
Qualité 40, 200 ampères
Résistance 20 x 10³
Circuit de sélection 10/100
Capacité 1000 pF
Résistance de "couplage" 10³ à 10⁴
Prix : 37,50

FABRICATION GRAMMONT

UN HAUT-PARLEUR DE QUALITÉ

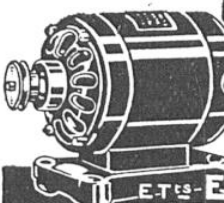
FIDÈLE
APÉVOX
SENSIBLE



PUISSANT
APÉVOX
NET

A. PLANCHON, constructeur
30 bis, Place Bellecour, LYON
Notice contre 0.50

MOTEURS UNIVERSELS
1/50 à 1/4 C.V.





E.T.S. E. RAGONOT
15 RUE DE MILAN, PARIS. Tel: LOUVRE 41-96

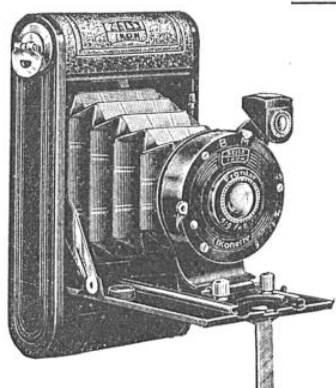
Un véritable bijou pour vos étrennes...

L'IKONETTE

pour pellicules 4×6,5 de 8 poses. Dimensions 12×6×2,5 cm.
Poids 300 gr. Corps en métal gainé, soufflet peau.

OBJECTIF FRONTAR

Prix : 195 francs



CONCESSIONNAIRES :

René CRESPI
5, rue Nicolas-Flamel, 5
PARIS
(pour Paris, Seine et Seine-et-Oise)

J. CHOTARD
57, rue de Seine, 57, Paris
(pour les départements et l'Algérie)

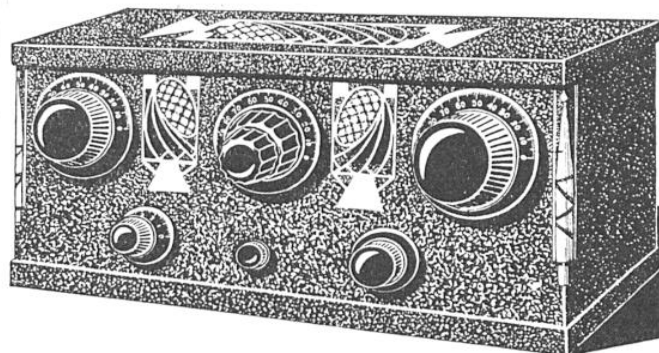
POUR LES MARQUES
GOERZ
CONTESSA et ICA

*Leiss
Ikon*



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 (trois connexions par la masse). Diminution du prix de vente.

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

APPAREILS ACCESSOIRES
CINEMA PROJECTION
PATHE-BABY
REPARATIONS
TRAVAUX POUR AMATEURS

Téléphone: PROVENCE 77-35
MÉTRO: CADET

PHOTO
MECANO

54, Rue Lafayette - PARIS

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

T.
S.
F.

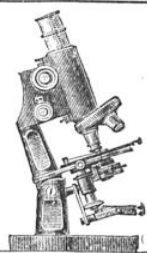
Ets V. M. M., 11, r. Blainville, Paris (V^e)

POSTES A GALÉNÉ
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.



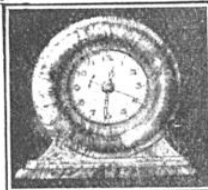
TIMBRES-POSTE AUTHENTIQUES
DES MISSIONS ÉTRANGÈRES

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

Pendulette-Réveil incassable

CAOUTCHOUC

3
mouvements



PRIX EN BAISSÉ

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
18, r. Michel-de-Bourges, Paris-20^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 per-
met ces répétitions multiples.

Demandez aux

ÉCOLES INTERNATIONALES,
10, av. Victor-Emmanuel-III, Paris (8^e),
tél. Elysées 24-57, la brochure A, adressée
gratuit avec le prix des cours. Vous y ver-
rez 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 lan-
gue étrangère. Démonstration gratuite.

Demandez aussi les brochures explicati-
ves 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.

Franco

12 fr. 50

garanti



Livré à titre de réclame avec un flacon d'encre.

"INOXYL" Sertic, 12, rue Armand-Moisant, Paris (xv^e)

Ch. post.
Paris 737.30

TOITURES - TERRASSES

en dalles de ciment hydrofugé
Jointoyées au mastiblan

Système breveté S. G. D. G.

SIMPLICITÉ — ROBUSTESSE
CIRCULATION FACILE
ASPECT AGREABLE
ÉTANCHÉITÉ ABSOLUE — ÉCONOMIE

PRODUITS IMPERMÉABILISANTS

pour tous matériaux de construction

LÉGÉRITES - AMELMAS
MASTIBLAN - MASTIROR

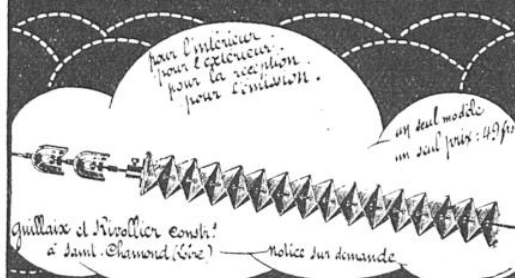
NOTICES — PRIX — RÉFÉRENCES

Etablissements **SAPHIC**
PARIS - 19, rue Saint-Roch

Tél. : Louvre 23-15

Le plus moderne des collecteurs d'ondes :

LA SUPERANTENNE



La SUPERANTENNE est un collecteur d'ondes extensible et à très grande surface. Son extensibilité permet son installation instantanée sur toutes les longueurs comprises entre 0 m. 35 et 15 mètres (longueur maximum). Surface : 2.000.000 de millimètres carrés.

Un seul modèle qui répond à tous les besoins :
POUR L'INTÉRIEUR, POUR L'EXTÉRIEUR

Prix : 49 francs

M. GUILLAIX & J. RIVOLLIER
Constructeurs
à SAINT-CHAMOND (Loire)

*Hommes d'affaires,
Chefs de maison,*

LISEZ

"ORGANISER"

REVUE D'ORGANISATION



15, rue des Trois-Bornes
PARIS-XI^e



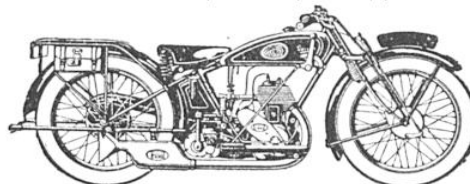
ABONNEMENT : 15 fr. par 12 numéros
Spécimen franco : 1 fr. 50

Le plus gros producteur
français
de Motocyclettes



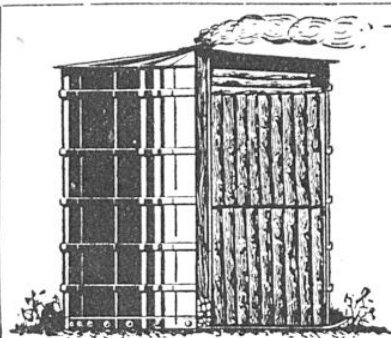
justifie sa réputation
par sa qualité

Modèles 2 cv, 3 cv, 4 cv, 5 cv



LA NOUVELLE 250 cc, 3 cv, 4 TEMPS, LUXE

CATALOGUE FRANCO
Étab^{ts} TERROT, Dijon (Côte-d'Or)



ÉTS C. DELHOMMEAU, A CLÉRÉ (I.-&-L.)

◇◇◇◇◇

APPAREILS POUR LA FABRICATION ÉCONOMIQUE DU CHARBON DE BOIS

Modèles 1, 2, 5, 7, 10, 15, jusqu'à 1.000 stères de capacité,
à éléments démontables instantanément

◇◇◇◇◇

CARBONISATION DE BOIS DE FORÊTS, DÉBRIS
DE SCIERIE, SOUCHES DE DÉFRICHAGE, ETC...

Catalogue S sur demande.



T. S. F.

Un coup de pinceau
sur vos lampes avec le liquide
métallique **ABSOR** et vous
SUPPRIMEZ IMMÉDIATEMENT
les parasites de votre poste
(réaction des lampes, sifflements, bruits de fond, etc...).

Prix du flacon
avec mode
d'emploi : **22 fr.** franco contre remboursement
ou contre mandat de même
valeur.

ÉTRANGER **28 fr.**

Etab^{ls} **ABSOR**, 11, rue Lakanal, Paris
TÉL. : VAUGIRARD 30-22

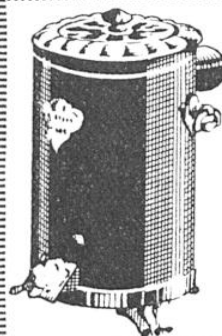
Venez voir au Salon Nautique de Paris, 14-25 décembre

Le Stand LUTETIA n° 82^{bis}

GROUPES AMOVIBLES POUR TOUS USAGES, de 12 à
55 kilomètres à l'heure ;
CANOTS LEGERS A GRANDE VITESSE ;
GROUPES FIXES LEGERS.



M. ÉCHARD, Ingénieur-Const^r, 31, boulevard de Courbevoie
Tél. : MAILLOT 15-51 - NEUILLY-SUR-SEINE



"LE MERVEILLEUX" POÊLE A SCIERE

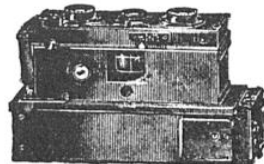
Nouvelle conception avec foyer
indépendant. Brûle aussi bois,
copeaux, déchets, etc.

Vendu : 70 à 120 francs
Modèle décoratif ferrures nickelées :
250 francs

DEMANDEZ NOTICE :
H. BERGERON, Constructeur
51, rue Bernard-Palissy
TOURS (Indre-et-Loire)

ONTOSCOPES 45 x 107 et 6 x 13

APPAREILS PHOTOGRAPHIQUES
STÉRÉOSCOPIQUES



En vente dans tous les
pays, par la réputation
mondiale de leur supé-
riorité

Les Classeurs ONTOPHOTES

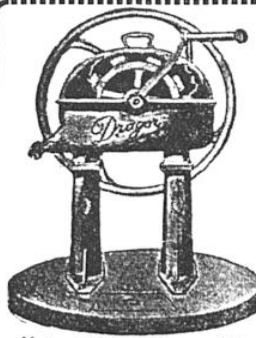
à court, moyen et long
foyer (oculaires inter-
changeables), par leur conception moderne, réunissent le
maximum de perfectionnement. - Catalogue sur demande.

Etablissements G. CORNU, 7-9, rue Juillet, Paris-20^e

SOURD

qui voulez en-
tendre, et vous
que les bour-
donnements,
sifflements

menacent de surdité, écrivez au Directeur
des Établissements 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.



DRAGOR

Élévateur d'eau à godets
pour puits profonds et très profonds

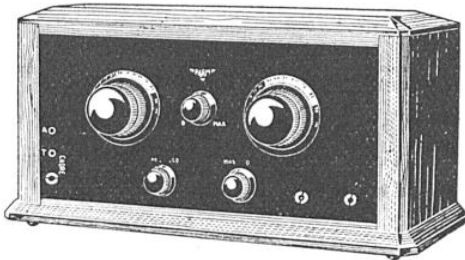
A la main et au moteur. -
Avec ou sans refoulement. -
L'eau au premier tour de
manivelle. - Actionné par un
enfant à 100 mètres de pro-
fondeur. - Incongelabilité
absolue. - Tous roulements
à billes. - Pose facile et rapide
sans descente dans le puits.
Donné deux mois à l'essai
comme supérieur à tout ce
qui existe. - **Garanti 5 ans**

Élévateurs **DRAGOR**
LE MANS (Sarthe)

Voir article, n° 83, page 446.

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

JUNIOR PARM



Changeur de fréquence à 5 lampes
(Licence S. M. B.)

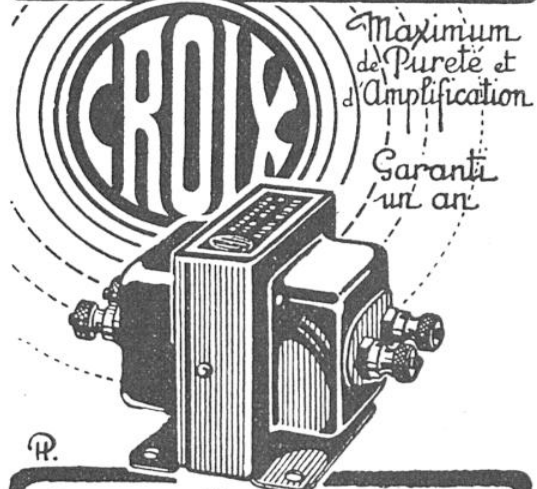
reçoit en haut-parleur sur cadre ou antenne courte les postes européens. — Aucun bobinage interchangeable. — Condensateurs à démultiplication. Gamme d'ondes : 200 à 2.800 mètres.

Éts **PARM**, 27, r. de Paradis, Paris-X^e
Tél. : **Provence 17-28** NOTICE FRANCO

AGENTS DÉPOSITAIRES :

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.

TRANSFORMATEURS B.F.



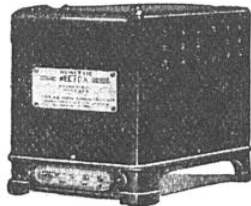
Constructions Électriques "**CROIX**"
3, Rue de Liège, 3 - PARIS

Téléph. : RICHIEU 90-68 - Télégr. : RODISOLOR-PARIS

AGENCES

AMSTERDAM - BRUXELLES - BUDAPEST - COPENHAGUE - LISBONNE - LONDRES - OSLO - PRAGUE - STOCKHOLM - VARSOVIE - VIENNE - ZÜRICH

SURESNES
(Seine)



Téléphone :
WAGRAM
86-10

HEWITTIC

VOUS PRÉSENTE
SON NOUVEAU

REDRESSEUR RECTOX

(Cuivre - Oxyde de cuivre)

Pour charger simultanément les accus
4-40 ou 80 volts
et toute la gamme des appareils
pour alimenter votre poste.

8 JOURS A L'ESSAI

1.600 FS
6 lampes
complet
avec cadre

Les Postes

ORA
A 6-7 & 8 LAMPES
57 Bd de Belleville. Paris 11^e

Les Stéréoscopes Auto-Classeurs

MAGNÉTIQUES

45x107 **PLANOX** 6x13

Breveté France et Etranger

PLANOX ROTATIF

Super-classeur à paniers interchangeables

100 clichés 6x13 ou 45x107,

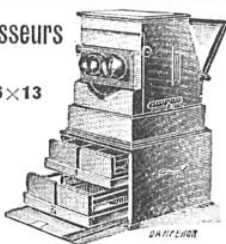
sans intermédiaires, en noir ou cou-

leurs, prêts à examiner ou projeter.

Stéréos à mains **PLANOX**

Les mieux faits. — Tous genres. — Tous formats.

Etab. A. PLOCC, 26-28, r. du Centre, Les Lilas (Seine)



Le PLANOX

UNE AUTO D'OCCASION

doit être.... **RÉCENTE**
 **PROPRE**
 **SANS TARES**
 **BON MARCHÉ**

pour être

UNE BONNE OCCASION

facile à revendre ou à échanger

donc
 achetée dans une maison qui, ne faisant que
 cela, sait choisir ses occasions.

SÉGUR-AUTO, 43 bis, rue Benard, 14^e

Séguir 55-26. — Métro Alésia

Achète ou fait vendre toute voiture en

bon état

Facilités reprise - Échange - Crédit

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.**A B O N N E M E N T S**

	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
 Epuration complète des poussières
 Durée indéfinie - Sécurité absolue
 Mise en route instantanée

Établissements « GEPEA »

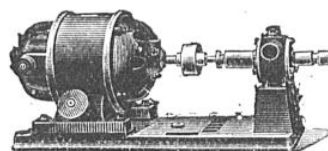
182, boul. Victor-Hugo, CLICHY (Seine)

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)

MOTEURS AMADOU**A HUILE LOURDE**

Industriels et Agricoles
 Groupes Marins et Moto-Compresseurs

LES MEILLEURS**LES MOINS CHERS**

Départ instantané à froid

Agent général : P. JOSSET, 98, avenue de Ceinture
 ENGHEN-LES-BAINS (S.-et-O.). Tél. 304



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 extra-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

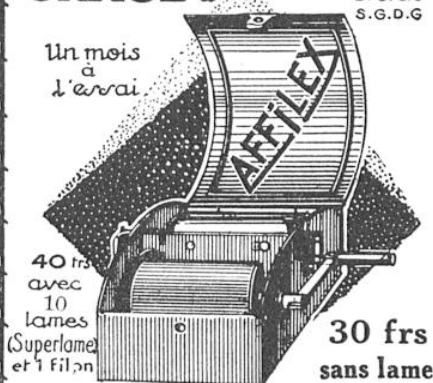
Chèques Postaux Paris 695-98

Vous pouvez vous raser pendant des années sans dépenser 1 centime...

GRÂCE à

Breveté
S.G.D.G.

Un mois
à l'essai



40 frs
avec
10 lames
(Superlame)
et 1 filon

**30 frs
sans lame**

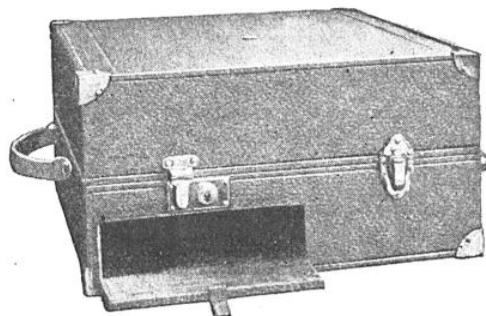
MERVEILLEUSE INVENTION

dans toutes les bonnes maisons

et E. J. DRAPIER 5, Rue Montmorency, PARIS

"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

80, faubourg Saint-Denis, PARIS-X^e

Téléphone : PROVENCE 73-80 à 84

CATALOGUE SUR DEMANDE

T S F Avant d'acheter un poste de T. S. F., venez entendre les nouveautés **ACER** ou **NAULET**, avec garantie d'un an et étalonnage donné avec poste de 40 stations européennes.

Catalogue :
1 franc franco

nef
35, rue du Rocher
PARIS-8^e

Remboursement dans les 10 jours en cas de non-satisfaction absolue
Catalogue Postes et accessoires T.S.F., 1 fr. franco, remboursable au 1^{er} achat

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

MANUEL-GUIDE GRATIS INVENTIONS BREVETS, MARQUES, Procès en Contrefaçon

H. Boettcher Fils
Ingénieur - Conseil PARIS
21, Rue Cambon

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.

LE MEILLEUR
ALIMENT MÉLASSÉ

4 GRANDS PRIX
4 HORS CONCOURS
MEMBRE DU JURY
DEPUIS 1910

PAÏL'MEL

EXIGER SUR LES SACS
PAÏL'MEL
M.L.
TOURY

POUR CHEVAUX
ET TOUT BÉTAIL

USINE FONDÉE EN 1901 À TOURY (EURE & LOIR,
Rég. Comm. Chartres B. 41



ÉLECTRICITÉ

Toutes fournitures générales
PRIX SANS CONCURRENCE
Album franco G sur demande
JEAY, 9, Rue Meslay, Paris

MAISON A. MAURY

6, Boulevard Montmartre, PARIS (9^e)
LA PLUS ANCIENNE MAISON FRANÇAISE (fondée en 1860)

Vient de paraître
PRIX - COURANT ILLUSTRÉ 1929



GRATIS ET FRANCO

Plus de 1.600 séries
nombreux paquets et collections

RÉELLES OCCASIONS
PRIX SANS CONCURRENCE

GRATIS : Notice des Albums,
Catalogues, Accessoires.

POUR AVOIR DE BELLES

Roses

DES Fruits ET DES Fleurs

DEMANDEZ AUX
GRANDES ROSEAIRES DU VAL DE LA LOIRE ORLÉANS
le Catalogue illustré par la photo en couleurs franco

PROFITEZ DU SUPERBE COLIS-RECLAME DE
10 variétés de Rosiers buissons à grosses
fleurs parfumées fleurissant depuis le mois
de Mai jusqu'à Novembre, plantés d'expédition
pour 45^{fr} (franco port et emballage) toutes
gares françaises continentales
CHÈQUES POSTAUX ORLÉANS 22

CHEMIN DE FER DE PARIS A ORLÉANS

L'AMÉRIQUE DU SUD via Bordeaux

Il est rappelé au public les facilités offertes pour les relations avec l'Amérique du Sud via Bordeaux.

Sur présentation d'un billet de passage des Compagnies *Sud-Atlantique* et *Chargeurs Réunis*, conjointement avec un billet de chemin de fer pour Bordeaux, les bagages sont enregistrés directement à Paris-Quai d'Orsay pour la destination définitive, après visite par la Douane. L'enregistrement est fait à Paris-Quai d'Orsay, la veille du jour fixé pour le départ des paquebots de Bordeaux. Des dispositions spéciales sont en outre prévues pour amener les voyageurs, sans changer de voiture, jusqu'au quai d'embarquement.

Dans le sens du retour, les bagages à destination de Paris peuvent être enregistrés directement à bord du paquebot, avant son arrivée à Bordeaux. La visite de ces bagages par la Douane n'a lieu qu'à la gare de Paris-Quai d'Orsay, et tout est fait pour faciliter aux voyageurs le plus possible, comme à l'aller, la traversée de Bordeaux.

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

INVENTEURS
Pour vos
BREVETS
Adr. vous à: WINTHER-HANSEN, Ingénieur-Conseil
35, Rue de la Lune, PARIS (2^e) Brochure gratuite!

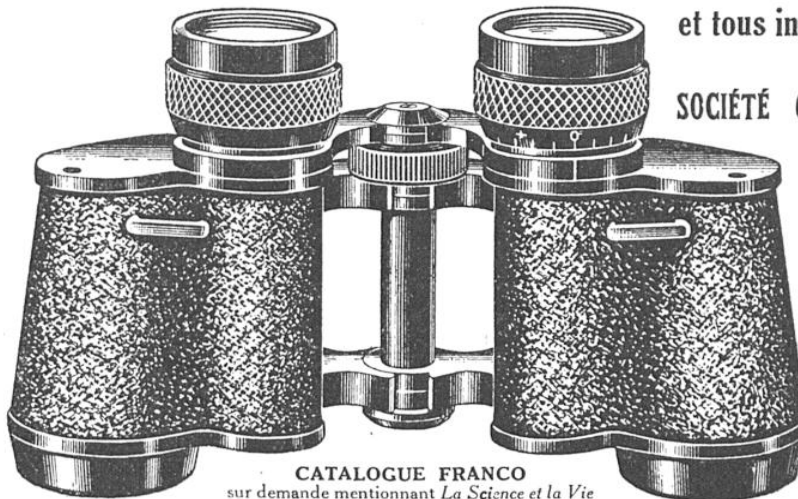


TIMBRES DES MISSIONS

Au kilo, par paquets de 500, 250,
125 grammes. Beaucoup d'Afri-
que du Nord. Notice gratis. Bien
des kilos. Annonces ordinai-
rement. "Timbres Missions".
Boîte 268, Casablanca.

Jumelles stéréo-prismatiques "HUET"

et tous instruments d'optique



CATALOGUE FRANCO
sur demande mentionnant *La Science et la Vie*

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE D'OPTIQUE

76, boulevard de la Villette
PARIS

○ ○
Fournisseur des armées
et marines françaises
:: :: et étrangères :: ::

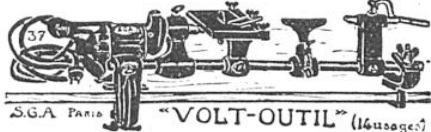
EM VENTE CHEZ TOUS LES OPTICIENS

EXIGER LA MARQUE



R. C. Seine 148.367

S. G. A. S. ingén.-Const^{rs} 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.

C'est le cadeau le plus magnifique et le plus utile pour NOËL



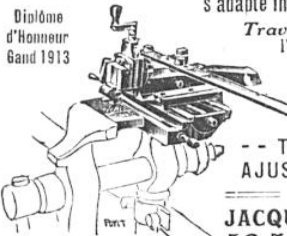
Demandez à votre fournisseur
qu'il vous fasse entendre
**Un HAUT-PARLEUR
ou un DIFFUSEUR
FORDSON**

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)

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)



CHIENS DE TOUTES RACES

de garde et policiers jeunes et adultes supérieurement dressés, Chiens de luxe et d'appartement, Chiens de chasse courants, Ratiers, 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



Avant d'acheter une bibliothèque, consultez nos modèles spéciaux, demandez notre catalogue n° 71 envoyé franco.

**Bibliothèques extensibles et transformables
à tous moments**

Bibliothèque M. D., 9, rue de Villersexel, Paris-7^e

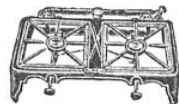
FACILITÉS DE PAIEMENT

ÉCLAIRAGE INTENSIF CHAUFFAGE PUISSANT

au gaz d'essence
et de pétrole



DEMANDEZ TOUS CATALOGUES S. V. 20 à
L'INCANDESCENCE PAR L'ESSENCE
15, rue de Marseille, 15
PARIS (X^e)



R. C. Seine
28.793

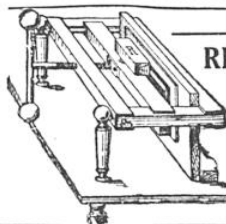
Téléphone:
Nord 48-77

SEGMENTS CONJUGUÉS



Amélioration considérable de tous moteurs sans réalésage 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



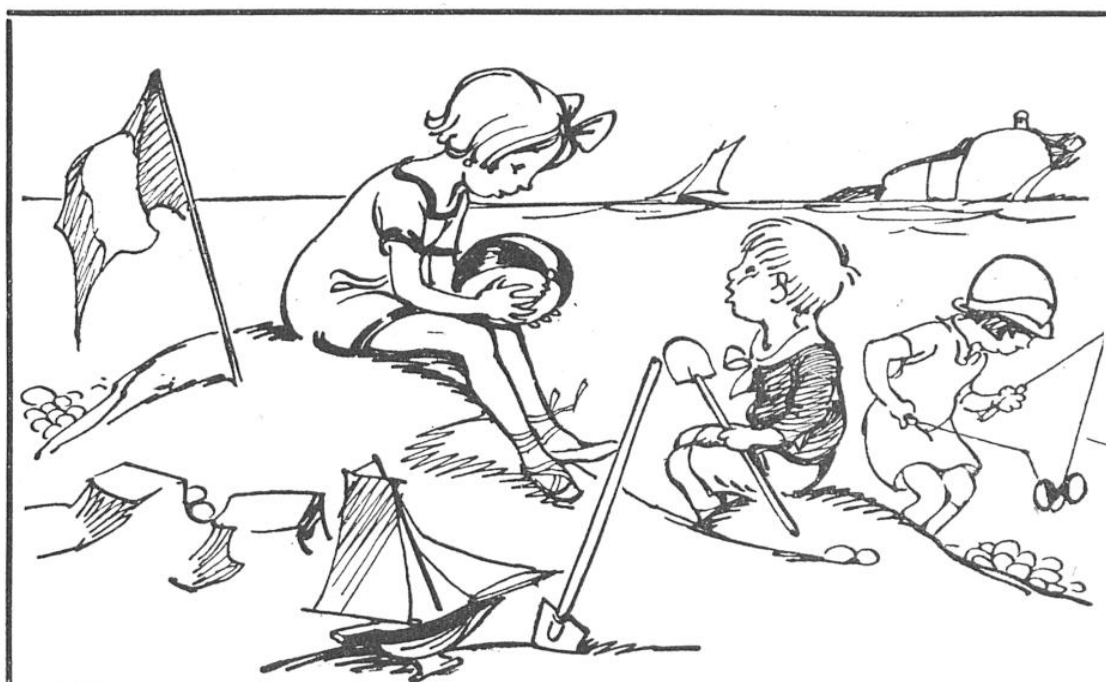
RELIER tout SOI-MÊME

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 ANGOULÈME



UN MONSIEUR qui se rase lui-même, tous les jours, en employant les lames flexibles VIC à trois trous, dépense douze francs par an. Brochure gratis.
SERTIC, 12, rue Armand-Moisant, PARIS (XV^e).



480

rouleau

- Et toi, ta grand mère, elle les retire ses dents ?
 - Non, elle les lave 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 DE MÉCANIQUE & D'ÉLECTRICITÉ PAR CORRESPONDANCE

DE

l'Ecole du Génie Civil

(23^e année) 152, avenue de Wagram, PARIS-17^e (23^e année)

Les prix comprennent la fourniture des cours, des devoirs et leur correction

MÉCANIQUE GÉNÉRALE

DIPLOMES D'APPRENTIS ET OUVRIERS

Arithmétique, géométrie, algèbre (Notions). — Dessin graphique. — Technologie de l'atelier. — Ajustage.

Prix de cette préparation 185 fr.

DESSINATEURS ET CONTREMAITRES D'ATELIER

Arithmétique. — Algèbre. — Géométrie pratique. — Notions de physique et de mécanique. — Éléments de construction mécanique. — Croquis coté et dessin industriel. — Technologie.

Prix de la préparation 325 fr.

CHEFS D'ATELIER ET CHEFS DE BUREAU DE DESSIN

Arithmétique. — Algèbre. — Géométrie. — Trigonométrie. — Physique. — Mécanique. — Résistance des matériaux. — Règle à calcul. — Construction mécanique. — Outillage et machines-outils. — Croquis coté et dessin industriel.

Prix de la préparation 600 fr.

SOUS-INGÉNIEURS DESSINATEURS ET SOUS-INGÉNIEURS D'ATELIER

Compléments d'algèbre et de géométrie, de résistance des matériaux, de construction mécanique. — Cinématique appliquée. — Règle à calcul. — Électricité industrielle. — Machines et moteurs.

Prix de cette préparation 800 fr.

INGÉNIEURS DESSINATEURS ET INGÉNIEURS D'ATELIER

Éléments d'algèbre supérieure. — Mécanique théorique. — Mécanique appliquée. — Résistance des matériaux. — Usinage moderne. — Construction mécanique. — Règle à calcul. — Construction et projets de machines-outils. — Machines motrices. — Croquis coté. — Dessin industriel. — Électricité.

Prix de la préparation 1.250 fr.

DIPLOME SUPÉRIEUR

Préparation ci-dessus, avec en plus : Calcul différentiel. — Calcul intégral. — Géométrie analytique. — Mécanique rationnelle. — Résistance des matériaux. — Physique industrielle. — Chimie industrielle. — Géométrie descriptive.

Prix de ce complément 600 fr.

ÉLECTRICITÉ

DIPLOME D'APPRENTI-MONTEUR

Étude 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) CONTREMAITRE-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. — Unités. — Conduites 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. — 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. — Mesures. 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.

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.

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° 5229.**

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° 5235.**

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

ÉCOLE SPÉCIALE DES TRAVAUX PUBLICS DU BATIMENT ET DE L'INDUSTRIE

M. Léon EYROLLES, C. ,  I., Ingénieur-Directeur

12, rue Du Sommerard et 3, rue Thénard
PARIS (V^e)

Polygone et Ecole d'Application
ARCUEIL-CACHAN, près Paris

1^{re} ÉCOLE DE PLEIN EXERCICE

RECONNUE PAR L'ÉTAT, AVEC DIPLOMES OFFICIELS D'INGÉNIEURS

900 élèves par an - 119 professeurs

CINQ SPÉCIALITÉS DISTINCTES :

1^{re} Ecole supérieure
des Travaux publics

Diplôme d'Ingénieur des Travaux publics

2^{de} Ecole supérieure du Bâtiment

Diplôme d'Ingénieur Architecte

3^{de} Ecole supérieure de Mécanique
et d'Electricité

Diplôme d'Ingénieur Electricien

4^{de} Ecole supérieure de Topographie

Diplôme d'Ingénieur Géomètre

5^{de} Ecole supérieure du Froid industriel

Diplôme d'Ingénieur Frigoriste

SECTION ADMINISTRATIVE :

Pour la préparation aux grandes administrations techniques
(Ingénieur des Travaux publics de l'Etat, de la Ville de Paris, etc...)

Les Concours d'admission ont lieu, chaque année, en deux sessions :
la 1^{re}, dans la première quinzaine de juillet ; la 2^e, dans la deuxième quinzaine de septembre.

2^{de} L'“ÉCOLE CHEZ SOI”

(ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE)

25.000 élèves par an - 217 professeurs spécialistes

L'Ecole des Travaux Publics a créé en 1891, il y a trente-sept ans, sous le nom d'ÉCOLE CHEZ SOI, l'Enseignement par Correspondance pour ingénieurs et techniciens, qui est donné au moyen de Cours imprimés ayant une réputation mondiale et représentant, à eux seuls, le prix de l'enseignement.

La méthode d'Enseignement par Correspondance, l'ÉCOLE CHEZ SOI, n'a, d'ailleurs, pas d'analogue dans aucun pays, et les diplômes d'Ingénieurs délivrés, bien que non officiels, ont la même valeur que ceux obtenus par l'ÉCOLE DE PLEIN EXERCICE, sur laquelle elle s'appuie et qu'elle est seule à posséder.

DIPLOMES ET SITUATIONS AUXQUELS CONDUIT L'ENSEIGNEMENT

1^{re} Situations industrielles : Travaux publics - Bâtiment - Electricité - Mécanique - Métallurgie - Mines - Topographie - Froid industriel.

2^{de} Situations administratives : Ponts et Chaussées et Mines - Postes et Télégraphes - Services vicinaux - Services municipaux - Génie rural - Inspection du Travail - Travaux Publics des Colonies - Compagnies de chemins de fer, etc., etc...

Notices, Catalogues et Programmes sur demande adressée à l'

ÉCOLE DES TRAVAUX PUBLICS

12 et 12^{bis}, rue Du Sommerard, Paris (5^e)

en se référant de “La Science et la Vie”