

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

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

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

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

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

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

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

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

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

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

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

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

Notice du Volume	
Auteur(s) volume	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Volume	Tome 35. n. 142. Avril 1929
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1929
Collation	1 vol. (LXII p.-p.[261-346]) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 142
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.142

France et Colonies : 4 fr

N° 142. - Avril 1929

LA SCIENCE ET LA VIE



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

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

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.

COMPRESSEURS LUCHARD

HAUTE PRESSION
BASSE PRESSION
COMPRESSEURS SPÉCIAUX

Établ^{ts} LUCHARD

S. A. R. L.

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

MALLETTE "MARSA"

Poste Mutadyne à 6 lampes, permettant n'importe où la réception en haut-parleur des Radio-Concerts européens.

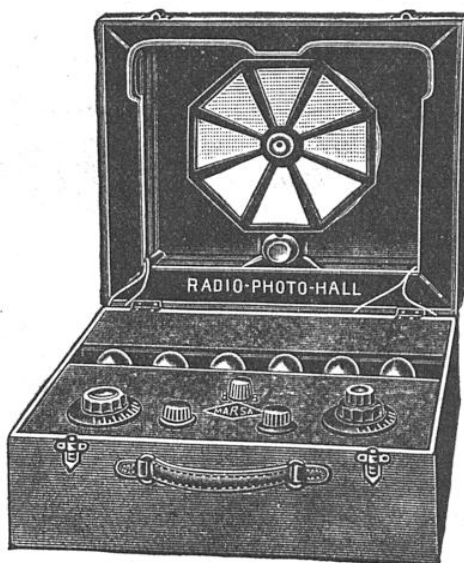
(Modèle spécial du RADIO-PHOTO-HALL, marque déposée)

PAYABLE EN
12 MENSUALITÉS
DE

180 FR.

AU COMPTANT

1.995 FR.



PAYABLE EN
12 MENSUALITÉS
DE

180 FR.

AU COMPTANT

1.995 FR.

Cet appareil portatif constitue le poste de réception idéal pour les déplacements, les randonnées en auto, les séjours à la mer ou à la montagne, le camping, etc...

Tous les accessoires du poste MARSA à 6 lampes, du type changeur de fréquence, sont montés dans une élégante mallette gainée bleu outremer ou gris crocodile pour le modèle normal et une mallette tout cuir pour le modèle de luxe.

Le cadre à combinateur est à quatre enroulements et ne comporte aucun bout mort, ce qui évite les pertes par absorption.

Le haut-parleur est un diffuseur RADIOLAVOX d'une grande pureté et sensibilité.

L'accumulateur DININ, 4 volts, à liquide immobilisé, permet de maintenir la mallette dans n'importe quelle position.

Le poste comprend encore une pile SUPER-ELER de 80 volts à grosse capacité et une pile de polarisation WONDER. Il est équipé avec 6 lampes PHILIPS.

Malgré la qualité de tous ces accessoires, la mallette RADIO-MARSA ne pèse que 12 kilos environ et ses dimensions sont 40 x 25 x 34 centimètres.

Prix de la Mallette "Marsa" complètement équipée en ordre de marche. Fr. **1.995.** »

OU PAYABLE EN 12 MENSUALITÉS DE 180 FR.

Supplément pour modèle de luxe gainé cuir..... Fr. 600 »

RADIO-PHOTO-HALL

5, Rue Scribe

PARIS-OPÉRA

CATALOGUE GRATUIT ET FRANCO SUR DEMANDE



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

**Il faudrait découper la maison
toute entière..**



que découper dans le zinc tous les objets qui, entrant dans la construction et l'aménagement de l'habitation moderne, **nécessitent** à la fois :

1° Une **adaptation parfaite**, par les couleurs et les formes, à toutes les exigences de l'art moderne ;

2° Une **très longue durée** et une **résistance exceptionnelle** aux attaques de l'humidité, de l'eau et des buées ;

3° Un **prix** particulièrement **modique**.

Les récentes applications du Zinc dans ce sens sont insoupçonnées du public ; elles vont de la statue et des vases de style aux revêtements émaillés des murs, des matériaux courants ou décoratifs de la toiture à ceux du bassin du jardin, du plafonnier et du luminaire au cache-radiateur ajouré, etc., etc...

Ces réalisations magistrales de modèles absolument inédits en couleurs et en style ont fait du

ZINC
de la

COMPAGNIE ROYALE ASTURIENNE DES MINES

1, rue du Cirque
PARIS

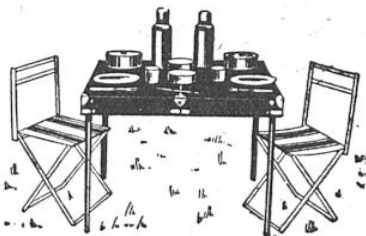
le premier matériau complet

Téléphone :
ÉLYSÉES 51-37
51-38, 51-60
INTER : 33

Dépositaire de LA DÉCORATION MÉTALLIQUE

PUB. WILLED

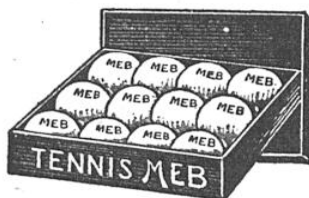
TOUS SPORTS & JEUX DE PLEIN AIR



MALLETTE-TABLE "KISS-PLY"

Motocycliste pique-nique, recouverte tissu cuir, garnitures nickelées, contenant 2 chaises, 4 boîtes à aliments, 2 assiettes, 2 couteaux-fourchettes, 1 couteau-chasseur, 2 boîtes isolantes 1/2 litre. 265. »

Grand choix de paniers pique-nique en magasin, depuis 115. » jusqu'à 1.750. »



BALLES DE TENNIS "MEB", pour l'entraînement, taille réglementaire, recouvertes drap rouge. La douzaine... 75. »
Les mêmes, recouvertes drap blanc. La douzaine... 80. »

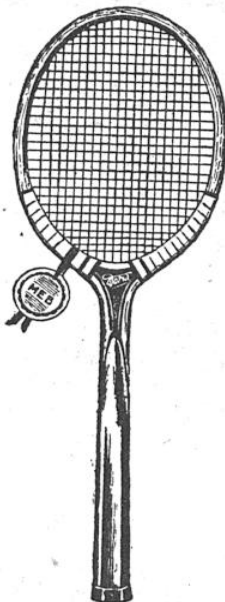
Balles de tennis (qualité supérieure)
Spécial "Meb"... La douz. 90. »
Extra "Meb"... — 100. »
Royal "Meb"... — 135. »



SAC, toile marron ou réséda, modèle riche, fermoir fin cuivre formant clé. Article supérieur.

Longueur... 33 $\frac{3}{4}$ 36 $\frac{3}{4}$ 39 $\frac{3}{4}$
27. » 29. » 31. »

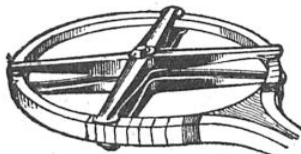
Le même, forme City, façon cuir grain long, longueur 39 centimètres... 38.50



RAQUETTE de match "DORIA EXHIBITION".

Cordage spécial orange. SOLIDITÉ — ÉLASTICITÉ — RÉSISTANCE. Double cadre en frêne et merisier. Quatre plaquettes et ongles noirs. Quatre renforts en soie rouge et blanche. Corde simple... 425. »

Autres modèles, depuis 58. » jusqu'à 315. »
Raquettes pour enfants
"Boy", 29. » | "Nasseau", 40. »



PRESSE-RAQUETTE "ZEPHIR" (Modèle déposé). En aluminium léger, robuste et d'un encombrement restreint, permet de glisser la raquette, munie de sa presse, dans un étui... 52. »

Autres modèles, depuis 7.50 jusqu'à 51. »



PULL-OVER pour tous sports, pure laine très belle qualité, dispositions nouvelles... 195. »

Le même, très belle laine, mailles fines, coloris mode... 120. »

Pull-over grosses côtes, garnitures aux couleurs des clubs ou assorties. Modèle léger... 75. »
Blanc uni, supplément... 8.50

CASQUE protecteur en cuir, pour stayers et motocyclistes. 175. »

Le même, avec oreilles spéciales pour entraîneurs. 195. »

Casque cuir pour courses d'automobiles, modèle à calotte épaisse, sans visière... 310. »

Grand choix en magasin depuis 125. » jusqu'à 360. »



SOULIERS CYCLISTES. Nouveau modèle "Tour de France", en box-calf noir 1^{er} choix, cousu petits points, semelles croupon garanti, sans bride. La paire. 79. »
Les mêmes, avec bride... 82. »

Souliers "Pelissier" en box-calf noir, avec talon, cousu petits points, brides au talon. La paire... 65. »

Les mêmes, box-calf acajou. La paire... 70. »

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

Tout ce qui concerne l'Automobile, la Vélocipédie, l'Outillage, les Sports et la T.S.F.

Catalogue S.V. : SPORTS ET JEUX, 496 pages, 8.000 gravures, 25.000 articles ; franco : 5 francs
Catalogue ACCESSOIRES AUTOS S.V., 1.132 pages, 12.000 gravures, 60.000 articles ; franco : 10 francs

AGENCES : **Marseille**, 136, cours Lieutaud, et 63, rue d'Italie ; **Bordeaux**, 14, quai Louis-XVIII ; **Lyon**, 82, avenue de Saxe ; **Nice**, rues Paul-Déroulède et de Russie ; **Nantes**, 1, r. du Chapeau-Rouge ; **Alger**, 30, boulevard Carnot ; **Lille**, 18, rue de Valmy ; **Dijon**, 11, boulevard Sévigné et 20, rue Mariotte ; **Nancy**, 24-26, avenue du XX^e-Corps.

Les multiples problèmes résolus

PAR LES

**MACHINES COMPTABLES
et à STATISTIQUES**

HOLLERITH

VÉRIFICATION DE LA FEUILLE DE PAIE
ÉTABLISSEMENT DES PRIX DE REVIENT
VENTILATION DE LA MAIN-D'ŒUVRE
CONTROLE DES ACHATS, DES VENTES, etc.

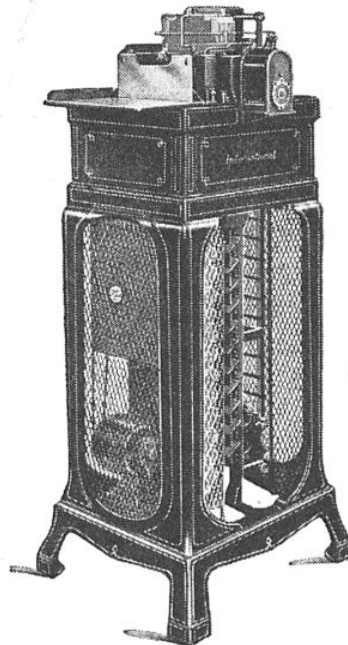
COMMERCE — INDUSTRIE — SERVICES PUBLICS, etc...

RAPIDITÉ

PRÉCISION

SOUPLESSE

ÉCONOMIE



Brochures - Echange de vues - Etudes, sans frais ni engagement

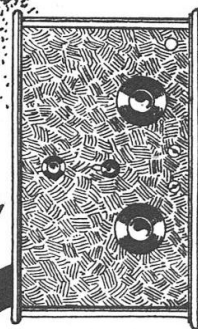
SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DE MACHINES COMMERCIALES

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

Téléphone : Anjou 14-13

R. C. Seine 147.080

Nouveauté



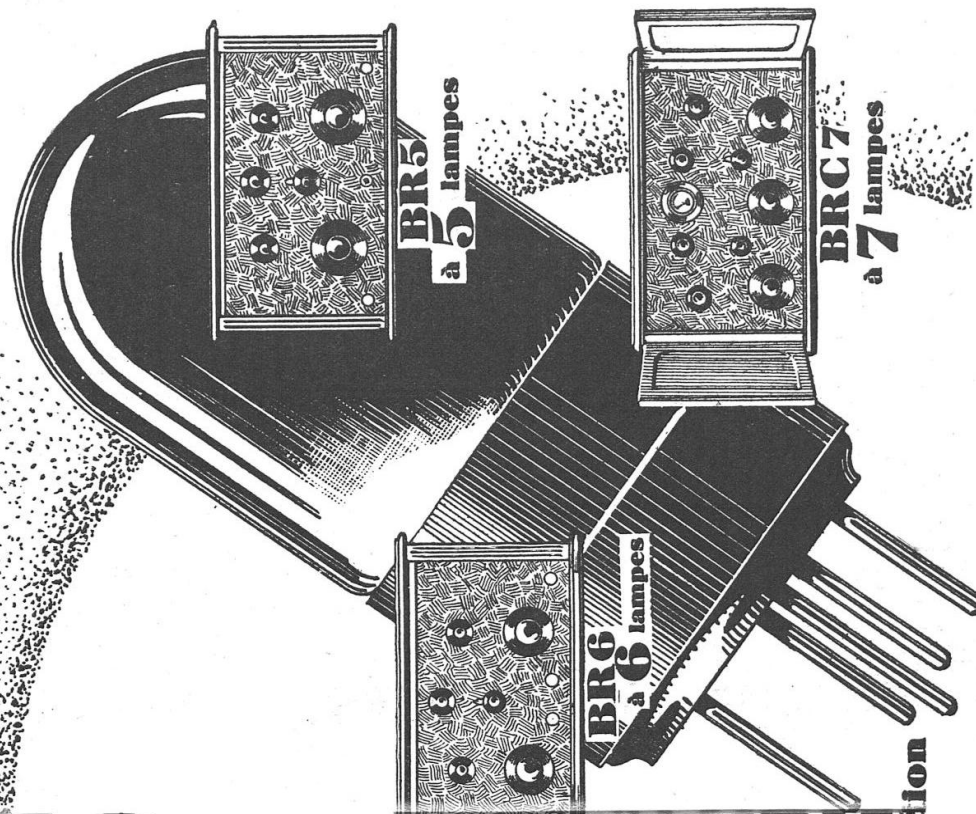
Phonomodula

à 6 lampes

700 frs

C'est un récepteur de T. S. F. pouvant être utilisé pour l'amplification électrique des disques de phonographe.

Notice 266
franco



Les postes BR5, BR6 et BRC7 comportent les fameuses

BIGRILLE ROUGES

qui procurent l'**maximum** d'amplification, de séion et de pureté

Représentants
accrédités dans
toutes les régions

DUCRETET

89^A B^d HAUSSANN • PARIS (8^e)

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

aaah

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

Tout le monde aujourd'hui peut apprendre en peu de temps le Dessin.

VINGT CARRIÈRES FRUCTUEUSES S'OUVRENT A QUI SAIT DESSINER

La technique du dessin n'est plus une science abstraite nécessitant des dons particuliers ou un apprentissage interminable. La méthode A.B.C. permet à tous ceux qui la suivent de devenir rapidement et avec une facilité inouïe de très bons dessinateurs.

La réputation mondiale de l'Ecole A.B.C. vous est certainement familière, mais ce que vous ne connaissez pas encore, c'est l'originalité de son enseignement. Avez-vous déjà travaillé le dessin ? Hésitez-vous à vous spécialiser dans un genre particulier ou désirez-vous apprendre à faire de bons croquis ? Incontestablement, vous pouvez obtenir ces résultats très rapidement en suivant la méthode spéciale enseignée par l'école A.B.C.

Rien ici de mystérieux. La méthode appliquée par l'Ecole 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 fort expressifs d'après nature. Vous serez étonné de la rapidité des résultats que vous assurera cette manière d'apprendre et de travailler le dessin.

Toutes les difficultés du début sont éliminées. Même si vous n'avez jamais tenu un crayon, quels que soient votre âge, votre lieu de résidence, vous pouvez, dès maintenant, suivre les cours par correspondance de l'Ecole A.B.C. Vous recevrez, par correspondance, les leçons de ses éminents professeurs, qui dirigeront vos premiers essais et vous aideront de leur expérience.



Croquis humoristique d'un de nos élèves à son sixième mois d'études.



C'est après huit mois d'études qu'un de nos élèves a exécuté cette intéressante étude.

En dehors des leçons traitant du dessin en général, vous pouvez vous spécialiser dans le genre qui vous intéresse plus particulièrement : croquis, paysage, décoration, mode, 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 les conditions d'inscription, est envoyé gratuitement et franco à toute personne qui nous en fait la demande.

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

Ecole ABC de Dessin (Studio 75)
12, rue Lincoln (Champs-Élysées), PARIS



Voir net... même par côté

*L'optique de précision
appliquée à la Lunetterie...*

Finie la gymnastique fatigante de la tête à quoi les anciens verres obligeaient à se livrer pour voir net.

Les verres ponctuels **STIGMAL** suppriment cet inconvénient. Ils permettent aux yeux de conserver la mobilité naturelle des yeux normaux, parce que :

**LES VERRES STIGMAL SONT
RIGOREUSEMENT PONCTUELS**

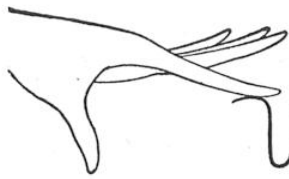
Marque
de
fabrique



de la
Société des
Lunetiers

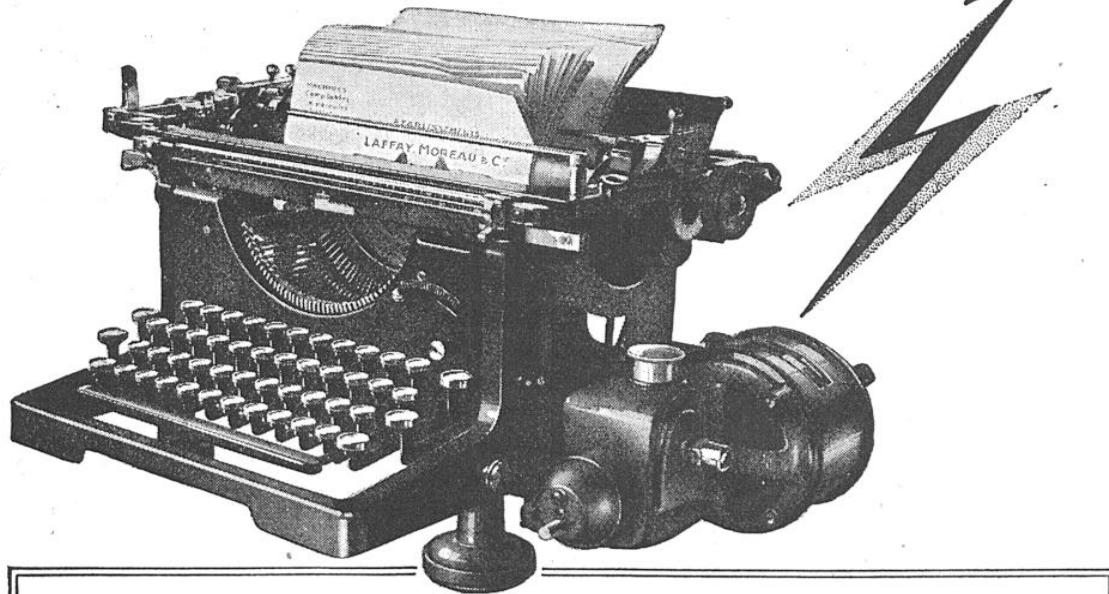
LES VERRES PONCTUELS **STIGMAL** CORRIGENT ET PROTÈGENT PARFAITEMENT LA VUE

La Société des Lunetiers, 6, rue Pastourelle, à Paris, **NE VEND PAS AUX PARTICULIERS**, mais on trouve ses verres **STIGMAL** à des prix tout à fait abordables, ainsi que les autres articles de sa fabrication, chez les Opticiens-Spécialistes du monde entier.



Une légère pression
sur les touches...

LE MOTEUR FAIT LE RESTE



5_10_12_15_20 copies à la fois

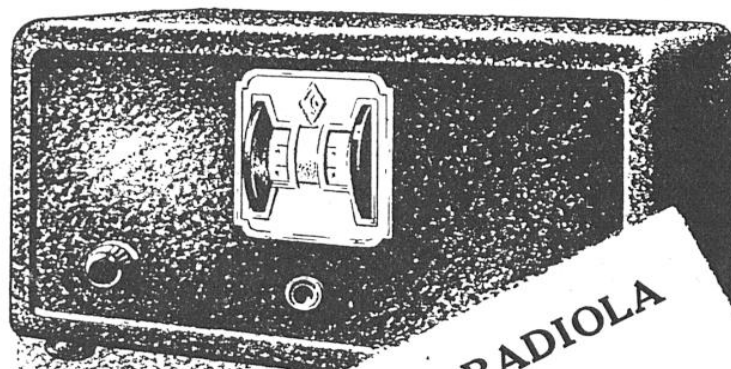
à la vitesse maximum de votre dactylographe, avec une **frappe et une lisibilité uniformes** pour chaque lettre, depuis l'original jusqu'à la dernière copie; **aucune fatigue** pour l'opératrice, à laquelle la machine ne demande qu'une légère pression sur les touches: la frappe, l'interlignage, les majuscules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

.....
DEMANDEZ UNE DÉMONSTRATION GRATUITE A DOMICILE, AUX

Etablissements LAFFAY, MOREAU & C^{ie}

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

MERCÉDÈS ÉLECTRIQUE



Les Garanties de RADIOLA

POURQUOI le succès du
RADIOLA SFER 28
s'affirme-t-il plus nettement de jour en jour ?

PARCE QUE nous garantissons
que les émissions locales, quelle que soit leur puissance, ne sont pas une gêne pour l'audition des émissions étrangères.

PARCE QUE le RADIOLA SFER 28 ne craint pas l'essai comparatif, que nous vous engageons à demander à tous nos agents.

PARCE QU'IL est garanti contre tout vice de construction et que son prix n'est que de
700 fr.

L'audition sera d'autant meilleure que vous écouterez avec le diffuseur
RADIOLAVOX 30
dont le prix est de
295 fr.

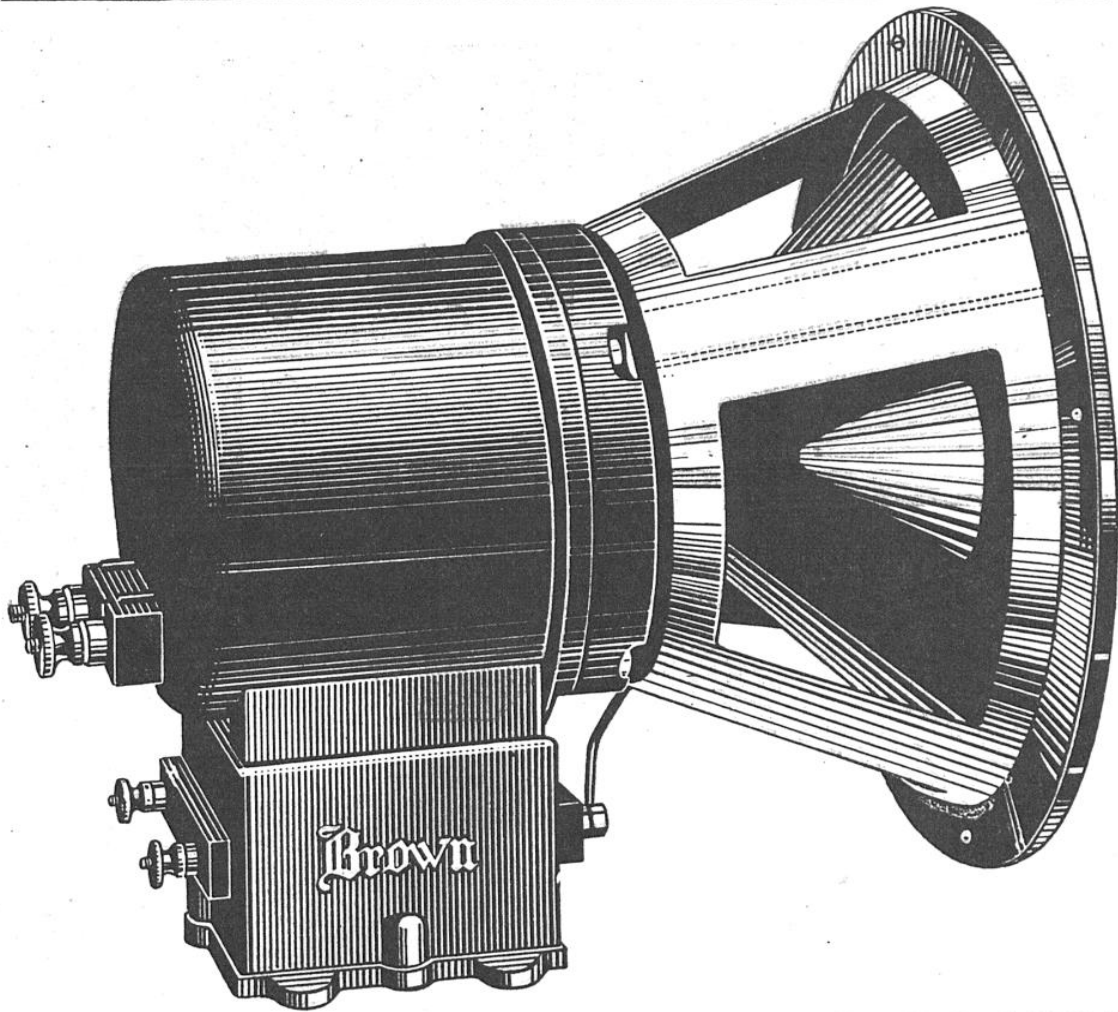
DEMANDEZ NOS RÉFÉRENCES

P.G. LAFERRIERE

"Radiola"

79, B^d HAUSSMANN - PARIS

vente à crédit aux conditions les plus avantageuses



Moteur électrodynamique de la S.G. BROWN

LIMITED DE LONDRES

**Reproducteur intégral aussi puissant qu'un orchestre
pour T. S. F. et Phonographe électrique**

Il existe deux types de haut-parleurs BROWN électrodynamiques : le **Cubist** à aimants permanents et le **Battery** à excitation séparée.

Ces appareils nécessitent une modulation absolument pure et homogène, que tout récepteur devrait pouvoir donner. La basse fréquence des postes est quelquefois médiocre, mais rien n'est plus facile que de l'améliorer. Notre notice **Cubist "S"** donne tous les renseignements nécessaires.

Né vous laissez pas influencer, exigez des démonstrations sur électrodynamiques BROWN, qui ont été reconnus, par les techniciens et les musiciens, comme les plus parfaits reproducteurs du marché des auditions radiophoniques et phonographiques, tant par leur conception scientifique que par leur construction de précision et leur rendement musical.

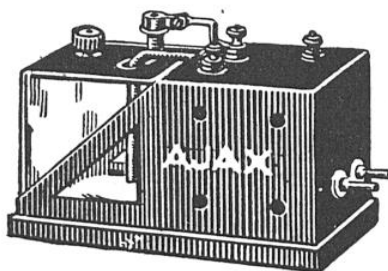
Auditions tous les jours dans notre salle de démonstration, 12, rue Lincoln, 12, PARIS-8^e.

BROWN - S.E.R. - 12, rue Lincoln, PARIS-8^e

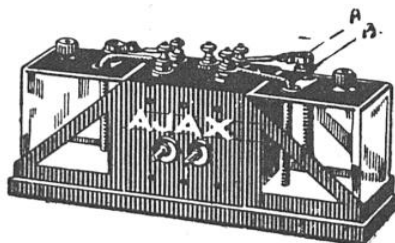
AJAX

vous présente

*ses nouvelles
créations 1929*

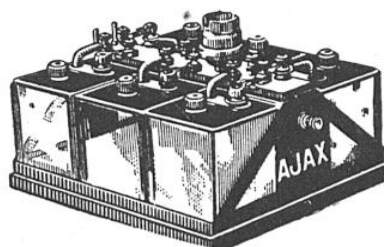


**Soupape
électrolytique**
Type SRA
Débit :
2/10 d'ampère
Chauffage :
4 volts
95 fr.



Soupape électrolytique — Type CL
Débit variable - Tension-plaque : 40, 60, 80
et 120 volts
200 fr.

Soupape électrolytique — Type S R B
Débit variable : 2/10 et 5/10 - Chauffage : 4 volts
120 fr.



VENTE EN GROS EXCLUSIVEMENT

S^{ie} des E^{ts} V^{re} P. DELAFON & C^{ie}
82, B^e Richard-Lenoir — PARIS (XI^e)

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

Le Pelmanisme

correspond à ce que je cherchais obscurément depuis longtemps, et je regrette de ne l'avoir pas connu il y a quinze ou vingt ans, car je considère une bonne discipline mentale comme un précieux facteur de vie prospère et heureuse.

VOUS allez lire cette attestation ; vous les lirez toutes. Toutes, et bien d'autres, sont à votre disposition à nos bureaux, 33, rue Boissy-d'Anglas, Paris-8^e.

Vous deviendrez ensuite, comme nos correspondants, un fougueux Pelmaniste et, comme eux, vous nous adresserez bientôt l'hommage de votre satisfaction.

Tous les exercices du Cours Pelman sont pour moi un divertissement très agréable, et je commence déjà à ressentir les bienfaits de cette méthode dans mon travail quotidien. Le Pelmanisme correspond à ce que je cherchais obscurément depuis longtemps, et je regrette de ne l'avoir pas connu il y a quinze ou vingt ans, car je considère une bonne discipline mentale comme un précieux facteur de vie heureuse.

F. G. V. 1989, doctoresse en médecine, 38 ans, 5 novembre 1928.

Je suis sorti premier de l'école dont je suivais les cours, et ce brillant résultat, qui doit avoir sur ma carrière une influence très heureuse, est tout à l'honneur de la Méthode Pelman, dont j'ai déjà pu apprécier l'excellence.

F. K. V. 705, officier de marine, 26 ans, 18 novembre 1928.

Je n'ai que des compliments à vous faire pour les profits que je commence à retirer de votre enseignement. A partir du 1^{er} janvier 1929, je vais occuper un emploi qui me procurera une majoration immédiate de 75 % sur mes salaires actuels, sans compter d'autres avantages futurs, mais certains.

F. B. V. 2747, comptable, 27 ans, 19 décembre 1928.

Le retard apporté à vous envoyer ma dernière feuille d'exercices est dû à la préparation d'un examen de mathématiques générales, auquel j'ai été reçu grâce à votre méthode, j'en suis profondément convaincu. Cet examen était pour moi d'une grande importance, et, malgré mes efforts, j'avais déjà échoué trois fois de suite.

D. V. 2026, étudiant, 24 ans, 26 novembre 1928.

Le système Pelman a été pour moi un excellent stimulant, dont j'avais grand besoin. J'ai appris :

- 1^o A mieux utiliser mes loisirs ;
- 2^o A mieux organiser mon travail ;
- 3^o A me méfier des rêveries inutiles et à diriger l'esprit vers des buts plus intéressants et plus réels ;
- 4^o A me décider, à n'être plus hésitant des semaines entières sans oser prendre de décision ;
- 5^o A "lire" et à tirer un meilleur parti de mes lectures ;
- 6^o J'ai développé chez moi la force de volonté ;
- 7^o J'ai vaincu en grande partie ma timidité ;
- 8^o J'ai réappris à concentrer ma pensée, habitude que j'avais perdue ;
- 9^o Je me sens plus fort, plus sûr de moi.

Les progrès sont surtout très marqués en ce qui concerne les points 6, 7, 8 et 9.

F. B. 2520, sous-directeur de tissage, 30 ans et demi, 11 octobre 1928.

Le Cours Pelman a précisé, affermi et précieusement complété la connaissance que j'avais des principes qui doivent régir une vie humaine : conception nette d'un idéal à la fois élevé et approprié aux moyens et aux besoins de chacun, intérêt vif et soutenu attaché à ce but, pratique méthodique et allègre des moyens de l'atteindre, c'est-à-dire : hygiène et culture physique quotidiennes ; présence active à la vie ; observation éveillée, curieuse, réfléchie, tendant toujours à imaginer et à réaliser quelques progrès ; lecture conduite à la façon d'une enquête ; fréquentation du monde avec une assurance tranquille et mesurée ; utilisation féconde des loisirs par leur bonne organisation ; autosuggestion optimiste.

F. G. 1625, directeur d'Ecole Normale, 44 ans, 27 août 1928.

En faisant mon examen de conscience, je me suis dit : combien de regrets ne me serais-je pas évités si j'avais commencé dix ou quinze ans plus tôt le Cours Pelman. Je m'en console toutefois, puisqu'il me permet encore des avantages ; ainsi, dans mon entourage, on a constaté que j'avais fait des progrès, ma volonté s'est accrue, ainsi que ma puissance de travail. Celle-ci me semble devenir naturelle. Je fais facilement ce qui me paraissait pénible avant, et j'ai obtenu des succès matériels. Je goûte la joie de mes efforts et j'espère encore mieux dans la suite. Le subconscient est très efficace comme l'autosuggestion d'ailleurs.

F. C. 2156, chef d'escadron, 54 ans, 12 mai 1928.

Je profite de la circonstance pour vous dire tout mon contentement de votre méthode. Bien qu'au début de l'étude, j'en ai déjà retiré un très grand profit moral et matériel. Mon travail, mieux ordonné, est moins fatigant. Les décisions sont plus sûres et plus promptes. L'observation s'est notablement améliorée et la mémoire développée. Enfin, j'en arrive à considérer le travail comme un sport agréable et la vie comme digne d'être vue sous un angle optimiste.

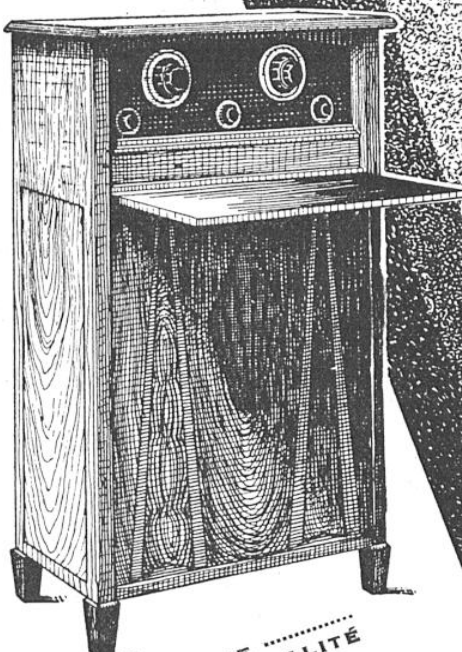
F. J. 916, négociant, 45 ans, 21 novembre 1928.

Je profite de l'occasion pour vous signaler que plusieurs personnes, n'ayant aucune attache entre elles, m'ont déclaré spontanément avoir remarqué en moi un changement radical tout à mon avantage ; leurs déclarations non provoquées concordant dans les grandes lignes, je manquerais à la plus élémentaire gratitude si je ne vous adressais dès à présent mes plus sincères remerciements.

F. B. V. 2747, comptable, 25 ans, 22 août 1928.

Un grand avantage du cours est qu'il se donne par correspondance ; chacun peut ainsi travailler chez lui. Une demi-heure par jour suffit.

A quoi passez-vous vos loisirs ? A lire n'importe quoi, à "rêvasser" ? Organisez votre vie. Vous savez que vivre est une lutte continuelle, mais vous vous refusez toujours à reconnaître que votre principal adversaire, celui qui "vous tire le plus facilement dans les jambes", c'est *vous-même*. Voilà l'ennemi qu'il faut dompter. Le Pelmanisme vous en donne les moyens ; par là, il vous révèle tous les secrets du succès. Profitez-en.



..... GARANTIE
D'ART ET DE MUSICALITÉ

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

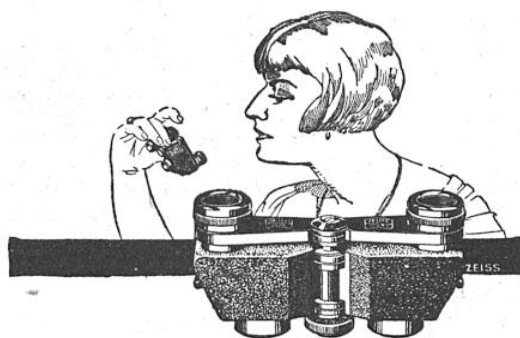
.....
AROPHONE
Ensembles radiophonographiques com-
prenant un pick-up avec amplificateur
électrique combiné avec un ARODYNE
8 lampes.

MEUBLES DE STYLE

ARODYNE
GABRIEL GAVEAU ET C^e
RADIOPHONIE

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

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



UN VRAI BIJOU

si léger, menu et peu encombrant qu'il peut être glissé dans un sac à main ou dans le gousset, telles sont les caractéristiques de la TELITA ZEISS, jumelle miniature pour le voyage et les sports. Grossissement 6×. Mise au point par molette centrale, un des oculaires réglable indépendamment de l'autre.

JUMELLE MINIATURE ZEISS

Telita 6×18, suivant figure et description, en étui cuir,

1.360 francs

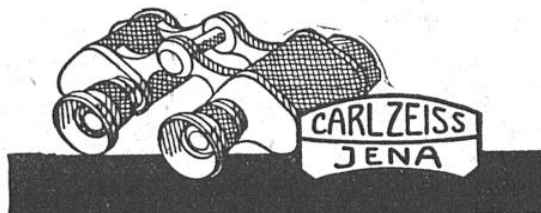
Stenotar 5×12, la plus petite et la plus légère des jumelles à prismes; ne pèse que 130 grammes en étui cuir ou en pochette souple,

1.080 francs

Ces modèles et quantité d'autres pour le voyage, les sports et le théâtre, depuis 930 francs, sont décrits dans la brochure illustrée T 77, envoyée gratis et franco sur demande adressée à

“OPTICA”, 18-20, faubourg du Temple, PARIS

EN VENTE CHEZ TOUS LES OPTICIENS



4=7

Nous affirmons qu'avec notre poste

SUPER SYNTODYNE 4 lampes

(CHANGEUR DE FRÉQUENCE)

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

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

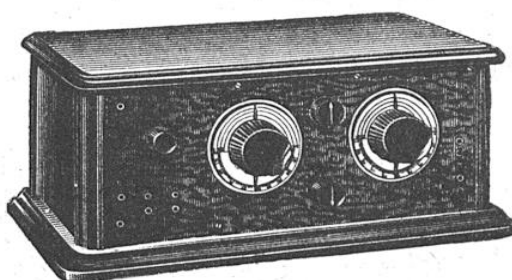
MODÈLE ORDINAIRE NU **700 fr.**

MODÈLE DE LUXE NU **1.600 fr.**

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

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

(ADRESSES ET NOTICES SUR DEMANDE)



Etablissements MERLAUD & POITRAT

Ingénieurs
Constructeurs

BUREAUX ET USINE : PARIS, 5, rue des Gatines

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

PUBL. G. TANNEUR

BIRUM

Le Roi des aspirateurs



BIRUM, premier en date, demeure le plus perfectionné des aspirateurs de poussière. Il est le plus efficace et le plus économique. Seul il possède une ventouse articulée passant sous des meubles de 5 centimètres de haut.

En vente chez les Électriciens et Grands Magasins.

LUTRA

19, rue de Londres -:- PARIS

Catalogue adressé sur demande.



Puybelle-Publicité n° 18

Demandez aussi nos notices illustrées gratuites concernant tous les appareils électriques LUTRA



Exigez les pièces détachées J.D.

RHÉOSTATS == POTENTIOMÈTRES == COMMUTATEURS
Inverseurs == Supports de lampes == Variocoupleurs, etc., etc...

Belle présentation
Isolément parfait
Très bons contacts
- Ni coupures -
Ni crachements

= PRIX =
intéressants

Toutes Maisons
de T. S. F. et..... **RADIO-J.D.**
— SAINT-CLOUD (Seine-et-Oise) —
Agent pour la Belgique : **BLETARD**
43, rue Varin, LIEGE — 81, rue des Six-Jetons, BRUXELLES

OFFICE TECHNIQUE DE PUBLICITE

PERCEUSE

R.V.

TYPE FC2

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

PARIS-XII°
RENÉ VOLET

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

MAGASINS DE VENTE :
LILLE
Société Lilloise
RENÉ VOLET

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

BRUXELLES
Société Anonyme Belge
RENÉ VOLET

34, rue de Laeken, 34
Téléph. : n° 176.54
Télégrammes :
Outilervé-Bruxelles

LONDRES E.C. 1
RENÉ VOLET

LIMITED
242, Goswell Road
Ph. Clerkenwell : 7.527
Télégrammes :
Outilervé Barb-London

AGENTS : ESPAGNE, S. A. M. Fenwick, Bruch 96 y Aragon 314, Barcelone. — HOLLANDE, N. V. v. h. B. Pfälzer, Spui 12, Gebouw Eensgezindheid, Amsterdam. — ITALIE, S. A. Italiana Fratelli Fenwick, 1, Via San Anselmo, Turin. — TCHÉCOSLOVAQUIE, V. Weiss, Stresovice 413, Prague. — AFRIQUE DU NORD, A. Georgier, 7, Rue Drouillet, Alger. — MADAGASCAR, L. Teilliet, Avenue Granddier, Tananarive. — INDOCHINE, Poinard et Veyret, Comptoirs d'Extrême-Orient, Saigon, Phnom-Penh, Haiphong, Hanoi. — AUSTRALIE, Messrs Gerard & Goodman, 14-16, Synagogue Place, Adélaïde. — JAPON, Kobé : Alsot-Brissaud et C^{ie}, Tokiwa Bg, n° 30, Akashi-Machi. — CANADA, The Dominion Machinery Supply Co Ltd, 177, Wellington Street, Toronto, Ontario. — MEXIQUE, Clement Z., 28, Avenida Morelos, Mexico. — CHILI, Simon Hermanos, Santo Domingo, 1107, Santiago. — GRECE, P. M. C. O' Caffrey, 4, Aristides St., Athenes. — HONGRIE, « Adria » V., Vaci-Út, 24, Buda-pest V. — NORVÈGE, 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. Paget, 8, boulevard de Grancy Lausanne. — CALCUTTA, The Oriental Electric & Engineering Co, 19, Bow Bazar Street, Calcutta. — MADRAS, The Automobile & Accessories Co Ltd., Mount Road, Madras. — BIRMANIE, Messrs Stewart Raeburn & Co., Rangoon.

LA PEINTURE PNEUMATIQUE A LA PORTÉE DE TOUS



LES étonnants résultats obtenus par les procédés de peinture à l'air comprimé ou « au pistolet », pour la peinture d'automobiles, meubles et tous objets manufacturés, ainsi que des habitations, ouvrages d'art, usines, etc..., ont nécessité la création de machines à peindre parfaitement adaptées à chacun des cas envisagés.

DE VILBISS

la grande firme spécialiste, a mis au point une gamme complète d'appareils, des plus simples aux plus perfectionnés, correspondant aux besoins des industriels, entrepreneurs et même des amateurs.

Désignez sur le bulletin ci-joint, par une croix, la catégorie d'appareils qui vous intéresse, et envoyez le bulletin à l'adresse indiquée; vous recevrez, par retour, tous renseignements et, sur votre demande, visite d'un agent de **De Vilbiss**, spécialiste de la Peinture pneumatique.

SOCIÉTÉ ANONYME DE VILBISS 14 bis, rue Chaptal - LEVALLOIS-PERRET

Veuillez (sans aucun engagement de ma part) me renseigner sur vos :

- ☐ Machines pour entrepreneurs;
- ☐ Installations pour peinture d'autos;
- ☐ Installations pour peinture de meubles;
- ☐ Installations pour industries diverses;
- ☐ Appareils pour amateurs.

Signature :

Les deux Frères



INOXYTYL

LE STYLO POUR TOUS

Plume acier durci inoxydable



MINOXYTYL

*Porte-mine
inoxydable et indéréglable*

INOXYTYL..... 12.50
MINOXYTYL..... 7.50

Les deux pièces :

20 frs

FRANCO FRANCE ET COLONIES

Etranger : 25 francs

Le stylo INOXYTYL
est livré au prix ci-dessus avec
UN FLACON D'ENCRE

Le MINOXYTYL
est livré avec six mines noires

SERTIC

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

Compte chèque postal : Paris 737.30

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° 1702 : *Classes primaires complètes*, Certificat d'études, Brevets, C.A.P., Professorats, Inspection primaire ;

Brochure n° 1709 : *Classes secondaires complètes*, *Baccalauréats*, *Licences* (Lettres, Sciences, Droit) ;

Brochure n° 1715 : *Toutes les Grandes Ecoles spéciales* (Agriculture, Industrie, Travaux publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Colonies) ;

Brochure n° 1721 : *Toutes les Carrières administratives* (France, Colonies) ;

Brochure n° 1743 : *Langues vivantes* (anglais, espagnol, italien, allemand, portugais, arabe, esperanto) ;

Brochure n° 1749 : *Orthographe, Rédaction, Rédaction de lettres, Versification, Calcul, Calcul extra-rapide, Dessin, Ecriture* ;

Brochure n° 1758 : *Carrières de la Marine marchande* ;

Brochure n° 1766 : *Solfège, Piano, Violon, Flûte, Saxophone, Accordéon, Harmonie, Transposition, Composition, Orchestration, Professorats* ;

Brochure n° 1771 : *Arts du Dessin* (Caricature, Dessin d'illustration, Composition décorative, Aquarelle, Travaux d'agrément, Figurines de modes, Peinture, Pastel, Gravure, Décoration publicitaire, Métiers d'art et professorats) ;

Brochure n° 1777 : *Les Métiers de la Coupe et de la Couture* (petite main, seconde main, première main, vendeuse, vendeuse-retoucheuse, représentante, modéliste, coupeur, coupeuse) ;

Brochure n° 1790 : *Journalisme* (Rédaction, Fabrication, Administration) ; *Secrétariats*.

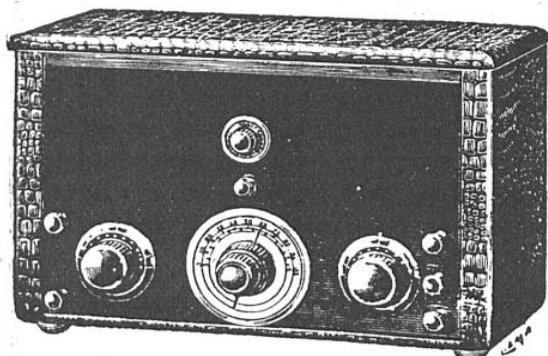
Ecrivez aujourd'hui même à l'Ecole Universelle. Si vous souhaitez, en outre, des conseils spéciaux à votre cas, ils vous seront fournis très complets, à titre absolument gracieux et sans aucun engagement de votre part.

ÉCOLE UNIVERSELLE, 59, boulevard Exelmans, PARIS-16^e

MODULATEUR

6 LAMPES

Système LEMOUZY



PRIX NU
(licence comprise):
Ebénisterie acajou

700 fr.

Oscillatrices petites ondes 50 fr.

**SÉPARE
nettement**

**LA TOUR EIFFEL de DAVENTRY
et BERLIN de RADIO-PARIS**

reçoit sur cadre en fort haut-
parleur, Budapest, Toulouse,
Vienne, Milan, Zurich,
Francfort, Langenberg,
Cologne, Barcelone, Varsovie,
Copenhague, etc., etc.

GARANTIES

Remboursement en cas de non-satisfaction
après essai de 10 jours. - Garantie de 6 mois
contre tout vice de construction.

DÉMONSTRATIONS

Tous les jours jusqu'à 19 heures
et le mercredi jusqu'à 22 h. 30.

LIVRAISON IMMÉDIATE

Agents compétents demandés partout

LEMOUZY

121, boul. Saint-Michel, Paris

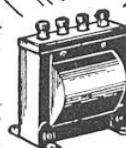
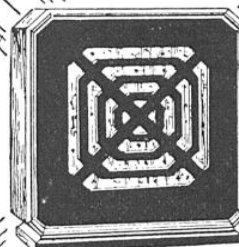
FRANCO, NOTICE 67

LE SUGGES DE
CEMA
S'AFFIRME CHAQUE JOUR



LE
DIFFUSEUR
DANTE

LE
DIFFUSEUR
SMART



TRANSFORMATEUR BF
BLINDE



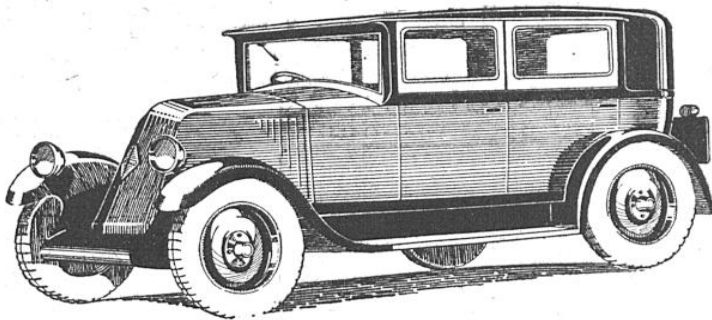
CONDENSATEUR A
DEMULTEPLIFICATEUR



LE
HAUT-PARLEUR

STANDARD.C

236. AVENUE D'ARGENTEUIL
ASNIÈRES



LES SIX CYLINDRES MONASIX et VIVASIX RENAULT

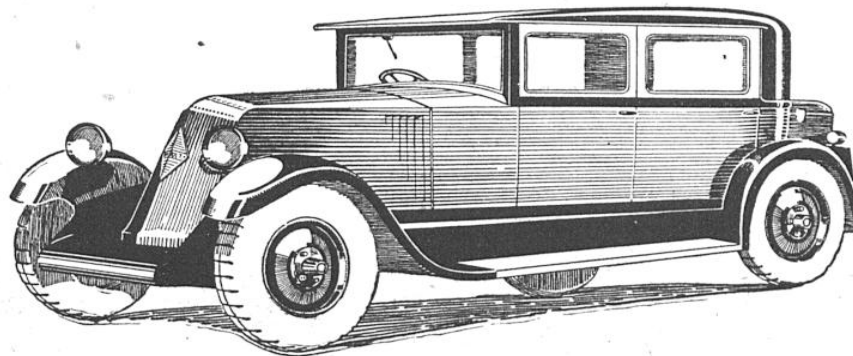
Les MONASIX et VIVASIX RENAULT 6 cylindres sont les voitures de tourisme qui répondent le mieux aux exigences du jour.

Leurs démarrages francs, leurs reprises nerveuses, leur souplesse de marche, leur douceur de direction, leur freinage inégalé grâce au servo-moteur de freinage, leur confort parfait, leur ont valu la faveur marquée des automobilistes avertis.

La maniabilité de la MONASIX rend sa conduite particulièrement agréable en ville. Elle est également remarquable sur la route, où elle rivalise avec des voitures de cylindrée beaucoup plus forte.

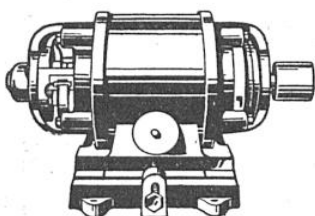
LA VIVASIX triomphe partout. Ses accélérations énergiques lui assurent des moyennes supérieures à celles des autres voitures, même plus puissantes. Le confort que procure la suspension arrière à trois ressorts permet d'accomplir avec plaisir les plus longues randonnées.

RENAULT, 53, Champs-Élysées, PARIS & BILLANCOURT (Seine)

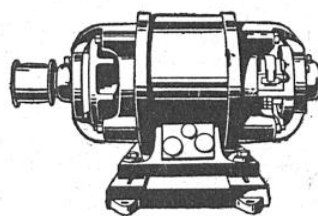
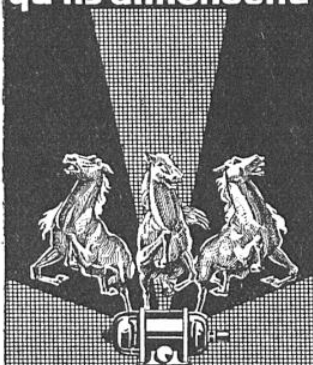


Nos moteurs
"UNIVERSEL"
 possèdent comme force

LES CHEVAUX
 qu'ils annoncent



**MOTEURS
 "UNIVERSEL"
 ET MONOPHASÉS
 À COLLECTEUR
 $\frac{1}{4}$ - $\frac{1}{3}$ - $\frac{1}{2}$ - $\frac{2}{3}$ CV**



**DYNAMOS
 ET ALTERNATEURS
 TOUS VOLTAGES
 GROUPES CONVERTISSEURS
 TOUS VOLTAGES**

CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES MINICUS

Société Anonyme au Capital de 450.000

39, RUE DE PARIS - ASNIÈRES

— TELEPHONE : GRÉVILLE 07-71 —

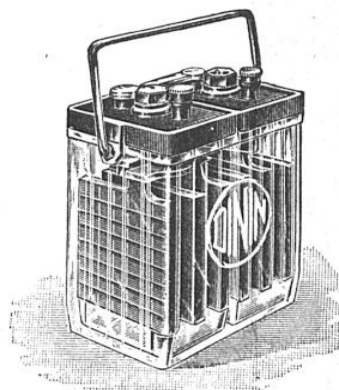
Demandez notre tarif B. 15

Les
**ACCUMULATEURS
 DININ**

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

MODÈLES SPÉCIAUX
 POUR POSTES D'AMATEURS

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

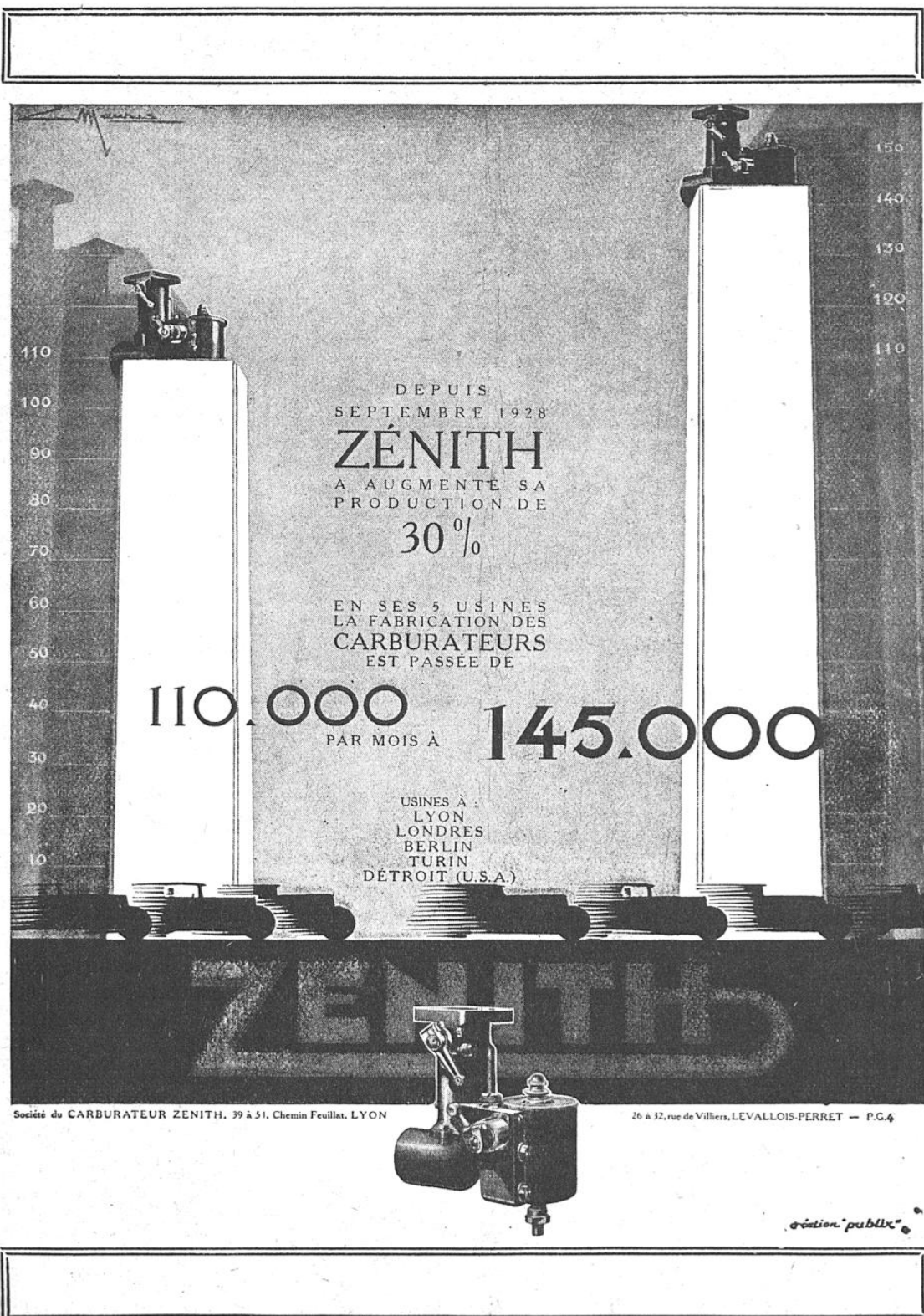


SOCIÉTÉ DES ACCUMULATEURS ÉLECTRIQUES

(Anciens Etablissements Alfred DININ)

Capital : 10 Millions

NANTERRE (Seine)

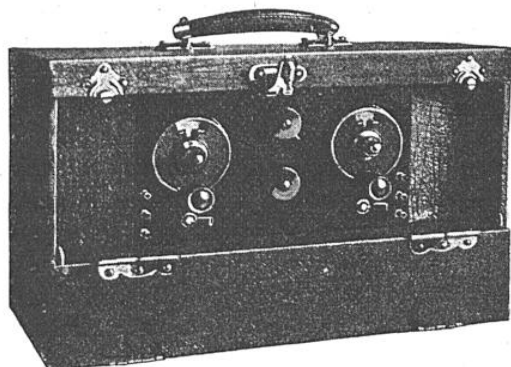


UNIQUE EN T.S.F.

Les meilleurs résultats
La plus grande satisfaction

Un Poste VALISE complet à forte alimentation

ne mesurant que $39 \times 23 \times 19$ cm. et ne pesant que **9 kg. 5...!**
et donnant le **MAXIMUM** de **PUISSANCE**, de **SENSIBILITÉ**, de **SÉLECTIVITÉ**



C'EST

LE MICRODION-MODULATEUR MINIMAX

Bloc récepteur à 5 lampes
pouvant utiliser
la "Série merveilleuse" PHILIPS

Se place aussi dans un meuble du style désiré

CATALOGUE complet des récepteurs MICRODION
de une à six lampes et accessoires 2 fr.
NOTICE MINIMAX 0.50

Si la **TOUR EIFFEL** vous gêne,
prenez un **Micro-Trieur**, quel que soit le poste employé (soit sur cadre - soit sur antenne)

Etabl^{ts} Horace HURM 14, rue Jean-Jacques-Rousseau, PARIS-1^{er}
Fondés en 1910 Créateur du Poste Valise en 1921
Entre la Bourse du Commerce et le Louvre (à l'entresol)
Tél. : Gutenberg 02-05

LEMAIRE

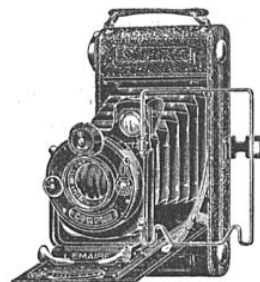
APPAREIL DE PRÉCISION

Pellicules et Plaques 6×9 - $6 \frac{1}{2} \times 11$ - $6 \frac{1}{2} \times 9$

Monté avec les objectifs :

KRAUSS - BOYER - HERMAGIS
ROUSSEL - BERTHIOT
etc...

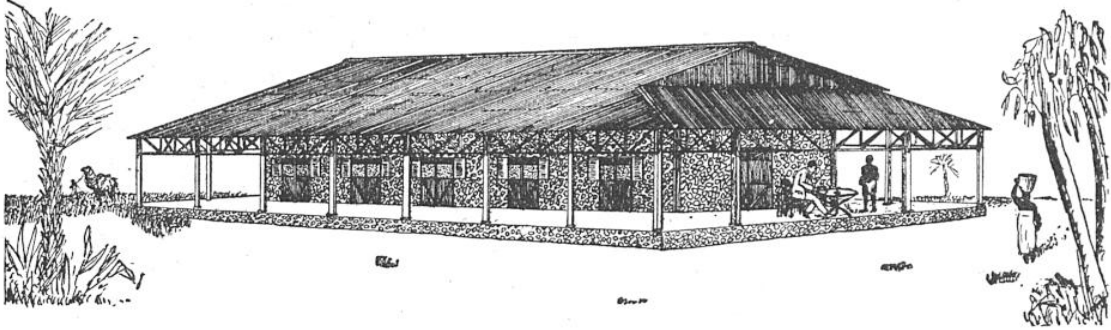
ENVOI FRANCO DU CATALOGUE SUR DEMANDE



Société BAILLE, LEMAIRE Fils & C^{ie}, 26, rue Oberkampf, PARIS-XI^e

PAVILLONS en ACIER

SÉRIE 46



Nous groupons, sous le titre « LA SÉRIE 46 », tous les éléments standardisés constituant nos PAVILLONS EN ACIER.

Ces pavillons peuvent, sur la longueur voulue, avoir une largeur de 5 à 10 mètres. Une véranda, ayant une largeur de 2 à 4 mètres, peut les entourer ou être posée seulement sur un ou deux côtés.

La toiture, posée sur des pannes métalliques, peut être en tôle ondulée galvanisée, en fibro-ciment ondulé, en tuiles ou en ardoises, selon l'usage et le climat auxquels le pavillon est destiné.

Les portes et fenêtres sont ou en bois et fournies par nos clients, ou en acier et fournies par nous.

Les cloisons sont établies sur place, mais nous fournissons à volonté le plafond, constitué de plaques planes de fibro-ciment posées dans un quadrillage métallique.

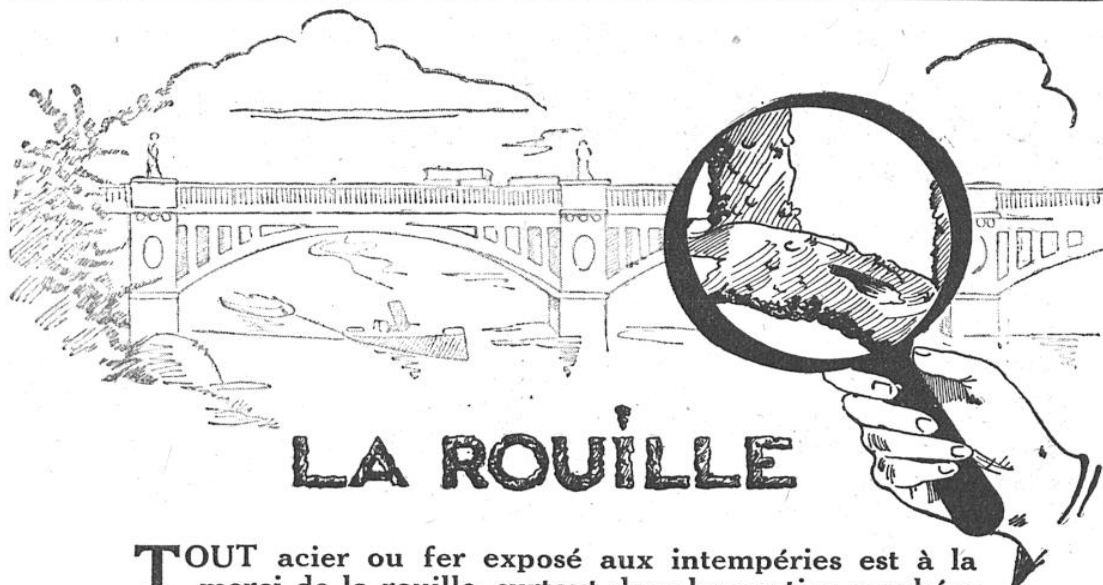
Nos pavillons en acier peuvent servir à de multiples usages, soit en France, soit aux colonies. Ils sont spécialement conçus pour permettre à chacun d'édifier une habitation, sans recourir à la main-d'œuvre spécialisée.

Demandez-nous, dès aujourd'hui, notre *brochure 52*, qui vous donnera de plus amples renseignements.

Etablissements JOHN REID INGÉNIEURS-
CONSTRUCTEURS

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

6^{BIS}, Quai du Havre, ROUEN



TOUT acier ou fer exposé aux intempéries est à la merci de la rouille, surtout dans les parties courbées et les jointures où l'humidité se concentre toujours particulièrement, et il suffit de relativement peu de temps à la rouille pour désintégrer une barre ou un boulon.

Pour la sécurité des constructions métalliques aussi bien que par économie, car les remplacements de pièces coûtent cher en matériel et main-d'œuvre, il est indispensable d'empêcher la rouille de se former.

SEUL, le **NORUSTO**, peinture bitumineuse scientifiquement établie, protège efficacement contre la rouille en toutes circonstances.



Afin
d'assurer
AVEC
CERTITUDE
la durée
et la solidité de vos
CHARPENTES
MÉTALLIQUES
PEIGNEZ-LES

au  de

beaucoup la meilleure
des peintures bitumineuses.

résiste efficacement à la corrosion et à la désagrégation par l'eau douce, l'eau salée, les acides et les alcalis.

Il **contient** plus de matières protectrices que n'importe quel autre produit (près de 98 0/0 de sa composition totale); il sèche rapidement et couvre de grandes surfaces par litre.

La couche de **NORUSTO**, solide et durable, **protège** toujours complètement tout fer, acier ou ciment.

Elle se **dilate** et se **rétracte** avec la surface sur laquelle elle est appliquée sans former de pores ni se craqueler.

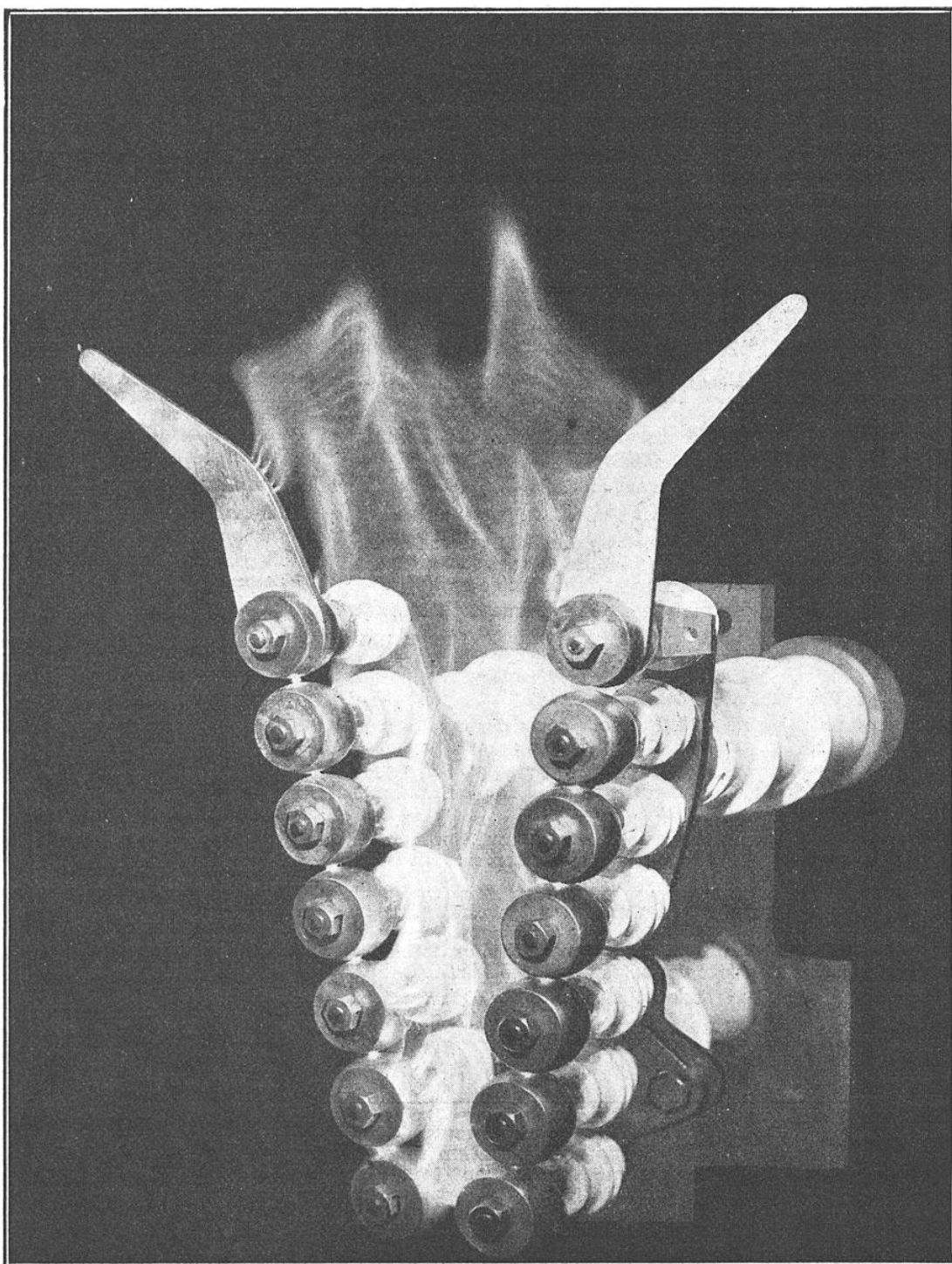
Elle **résiste** aux vibrations, ce qui fait particulièrement rechercher le **NORUSTO** pour la protection des ponts, grues, châssis de véhicules, etc...

L'**application** correcte du **NORUSTO** évite les avaries directes de la rouille et surtout les frais d'immobilisation et de renouvellement de pièces.

TARIF : Etab. SOLIGNUM, 9, rue des Arènes, PARIS

Comment parer aux dangers des lignes à haute tension. Des moyens d'assurer aujourd'hui la sécurité de l'usine productrice d'énergie et chez l'abonné.	Louis Barbillon 263 Directeur de l'Institut Polytechnique de Grenoble.
Trouvera-t-on, un jour, une solution pratique au problème du renflouement des sous-marins?	C.-R. Darteville 271
Un nouveau dispositif pour assurer automatiquement le transbordement du charbon	J. M. 278
Tout le monde doit savoir ce qu'est un courant alternatif, simple ou triphasé	Marcel Boll 279 Agrége de l'Université, Docteur ès sciences.
Pourquoi dormons-nous?	Raphaël Dubois. 284 Ancien professeur à l'Université de Lyon.
Qu'est-ce que l'électrocution? Les dangers des courants à basse tension	Marcel Boll 290
De l'eau distillée sans alambic	Henri Tinard 292
La photographie en couleurs mise à la portée de tous ..	Jean Caël 294
De la science du béton armé est née la « métallurgie » de la pierre. Le phénomène de la « prise » du ciment explique le durcissement croissant de ce matériau. . .	Jean Labadié 297
Comment on envisage, au point de vue technique, le percement d'un tunnel sous la Manche	Lucien Fournier 307
Un grand progrès vient d'être réalisé dans le transport de l'énergie électrique; les câbles souterrains à haute tension	René Doncières 313
Comment se répartit le caoutchouc dans le monde, d'après les dernières statistiques.	Jean Marival 320
La protection des métaux par les métaux : les procédés industriels les plus modernes employés pour effectuer les dépôts métalliques	M. Gasnier. 323
La T. S. F. et la vie : une méthode rationnelle pour rechercher les pannes des postes récepteurs	Joseph Roussel 331
La T. S. F. et les constructeurs	J. M. 337
L'acier électrique dans les machines agricoles	J. Juppont. 338 Ingénieur E. C. P.
Le contrôle scientifique de la comptabilité et les statistiques à la portée de toutes les entreprises.	Jacques Maurel 339
Les A côté de la science (Inventions, découvertes et curiosités)	V. Rubor 341
A travers les revues	J. M. 345
Chez les éditeurs	J. M. 346

Le rendement d'une industrie dépend en grande partie de son exploitation rationnelle, dans laquelle le facteur manutention mécanique joue un rôle primordial. Aussi, avons-nous suivi méthodiquement tous les efforts tentés dans ce sens, et décrit les appareils les plus récents et les plus pratiques pour atteindre ce but. Parmi les industries qui sont le plus tributaires de la manutention mécanique, il faut placer tout d'abord celles qui exigent le transbordement des matériaux d'un train à bateau, ou vice versa. Aussi, de nombreux dispositifs ont-ils été inventés pour rendre automatique la manutention du charbon. Sur la couverture de ce numéro, figure un nouvel appareil, installé tout récemment au port de Workington (Angleterre), entièrement mu à l'électricité et dont le débit atteint aisément six cents tonnes à l'heure. (Voir la description de cet appareil, page 279.)



UN BEL EFFET DE SURTENSION SUR LES RÉSEAUX A TRÈS HAUTE TENSION. LA PHOTO CI-DESSUS REPRÉSENTE UN ARC-FLAMME ÉCLATANT SUR UN PARAFOUDRE A ROULEAUX ET A CORNES TEL QU'IL PEUT SE PRODUIRE, PAR EXEMPLE, SOUS L'INFLUENCE D'UN COUP DE FOUDRE DIRECT. LA SURTENSION RÉSULTANT DU COUP DE FOUDRE EST AINSI DÉRIVÉE DANS LE SOL

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^e — Téléph. : Provence 15-21

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

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

Tome XXXV

Avril 1929

Numéro 142

COMMENT PARER AUX DANGERS DES LIGNES A HAUTE TENSION

Par Louis BARBILLION

DIRECTEUR DE L'INSTITUT POLYTECHNIQUE DE GRENOBLE
PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE GRENOBLE

Les transports de l'énergie électrique, au moyen des réseaux de distribution à travers le territoire, ont pris, au cours de ces dernières années, un développement considérable. On sait que, pour diminuer les pertes en ligne — qui sont proportionnelles au carré de l'intensité du courant — on a été amené à utiliser des tensions de plus en plus élevées, qui atteignent aujourd'hui couramment 200.000 volts ! Ces tensions sont, comme on le conçoit, éminemment dangereuses, non seulement pour les êtres vivants, mais encore pour les installations électriques elles-mêmes, qui doivent être protégées contre les surtensions accidentelles, causées surtout par les phénomènes atmosphériques. On se souvient précisément que, l'été dernier, à la suite de violents orages dans les Alpes, on put voir couramment des aigrettes et des effluves illuminer certaines parties des installations électriques, même chez les particuliers, et, à ce moment, plusieurs accidents graves de personnes furent constatés. M. Barbillion, qui fait autorité en électrotechnique, a bien voulu montrer ici comment se produisent ces phénomènes, comment on peut y remédier, quelles sont les précautions à prendre, par les réseaux de distribution, pour parer aux dangers de la haute tension.

UN secteur électrique, soit urbain, soit rural, est toujours alimenté par une transmission d'énergie s'étendant sur des distances parfois considérables, plusieurs centaines de kilomètres, et suppose l'emploi de très hautes tensions, généralement alternatives triphasées, à 50 périodes par seconde. On atteint, aujourd'hui, des tensions de 120, 150 et même 220.000 volts ; ces dernières, déjà fréquentes en Amérique, s'appêtent à faire la conquête de l'Europe.

Des tensions aussi élevées sont éminemment dangereuses. Elles ne servent qu'aux transports en masse de l'énergie produite, soit dans les vastes supercentrales à vapeur actuelles, soit dans les usines hydroélectriques. Celles-ci sont généralement moins importantes que les premières en Europe, alors qu'en Amérique les stations hydroélectriques dépassent chacune quelques cen-

taines de milliers de chevaux de puissance.

On emploie des tensions aussi élevées en vue de réduire les pertes dans les transmissions d'énergie, pertes, comme on le sait, proportionnelles au carré de l'intensité du courant. Comme, en effet, on peut dire qu'une puissance à transporter étant donnée, le produit de l'intensité par la tension est également donné ; à une haute tension correspond un faible débit, et, inversement, une tension modérée exige un débit très grand pour une même puissance.

La sécurité de l'emploi de l'énergie électrique suppose donc deux conditions. D'abord, en ce qui concerne les stations centrales, il faut que celles-ci soient protégées (en raison du coût élevé des installations qu'elles ont nécessitées) contre les accidents survenant sur les réseaux. D'autre part, les usagers de cette même énergie

électrique doivent être protégés contre toute éventualité du même ordre. Deux problèmes bien distincts sont donc à résoudre.

Comment on protège les centrales productrices d'énergie électrique contre la haute tension

Bien que le premier ne semble pas intéresser l'étude que nous entreprenons aujourd'hui, il nous semble bon, cependant, d'en dire quelques mots.

On tend aujourd'hui à connecter, par des lignes à haute tension d'échange, de nombreuses stations centrales, soit hydrauliques, soit thermiques, de manière à parer à la défaillance de l'une ou de certaines d'entre elles, que cette défaillance provienne d'une insuffisance de force motrice, pénurie d'eau, par exemple, ou d'un accident momentané immobilisant les groupes générateurs.

Une station centrale peut être réduite à ses éléments essentiels et représentée par le schéma (fig. 1). On y voit les moteurs hydrauliques ou les turbines à vapeur, accouplés chacun à son alternateur. La tension de ces machines génératrices est généralement comprise entre 6.000 et 15.000 volts, mais elle est élevée, à son départ de l'usine, dans des transformateurs (appelés précisément « élévateurs »), en vue de donner à la puissance la forme haute tension que nous avons indiquée ci-dessus comme éminemment désirable.

Toutes les usines participant à un même système de distribution sont connectées entre elles. De loin en loin, sur les lignes haute tension, existent des postes de transformation, destinés à abaisser la tension de transport à une tension utilisable pour les abonnés, par exemple 120 volts entre fils, voire 200 au grand maximum, au moins dans le cas des courants alternatifs triphasés.

Les usines sont protégées contre les accidents de réseau par des systèmes complexes qui se ramènent, en somme, aux éléments schématisés ci-après :

Des *fusibles*, qui, comme leur nom l'in-

dique, fondent lorsque le courant devient excessif sur un fil de ligne ;

Des interrupteurs automatiques ou *disjoncteurs*, généralement dans l'huile, où les arcs de rupture sont moins nocifs que dans l'air, et dont le principe élémentaire de fonctionnement est le suivant :

Des bobines d'action, parcourues, soit par des courants proportionnels aux courants de ligne, soit par des courants proportionnels à la tension entre fils, agissent sur des pièces magnétiques liées à des leviers et maintenues par des ressorts. Lorsque le courant de la bobine d'action dépasse une limite déterminée, le disjoncteur fonctionne et coupe le circuit.

Enfin, pour des raisons diverses, mais évidentes, la tension entre fils ou la tension d'un fil par rapport au sol ne doit pas dépasser les limites permises. Or, parmi les appareils de types très différents destinés à parer à ces surtensions, le plus simple est constitué par des intervalles d'air, installés soit entre les fils (ce sont les limiteurs de tension), soit entre

chaque fil et le sol (ce sont les parafoudres). Leur rôle est, comme on le voit, plutôt de garantir la ligne contre une hausse intempestive de la tension, par exemple sous l'influence d'un coup de foudre voisin.

Il existe aussi des appareils déchargeant automatiquement les lignes de l'électricité statique qu'elles peuvent concentrer du fait de leur séjour dans l'atmosphère, en l'absence même de tout orage effectif. Tels sont les appareils déchargeurs à circulation d'eau, donc à très grande résistance. Par leur emploi, on peut dériver vers le sol cette même électricité statique.

La protection des usines et des machines qu'elles contiennent est donc ainsi assurée par cette série d'appareils. Les progrès immenses accomplis dans la technique électrique font que l'on peut aujourd'hui disposer, en des points divers du réseau, des disjoncteurs spéciaux à fonctionnement

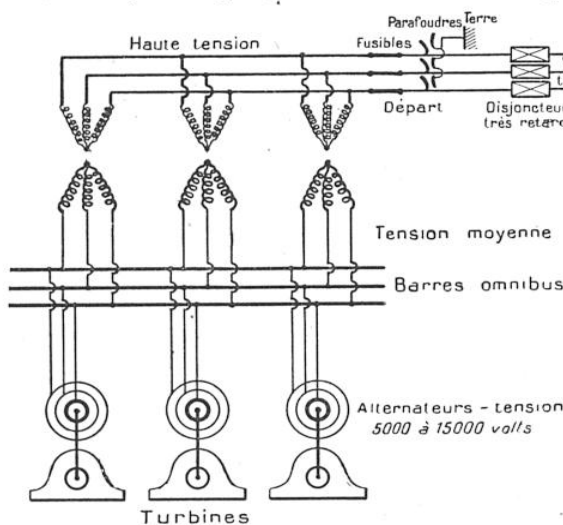
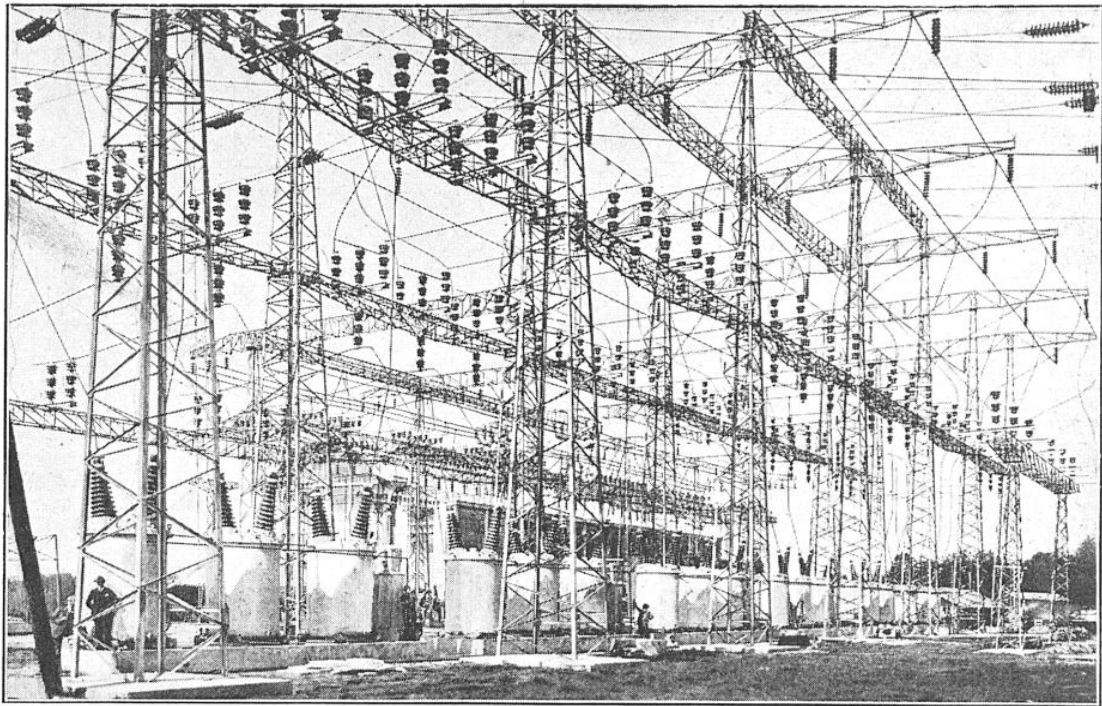
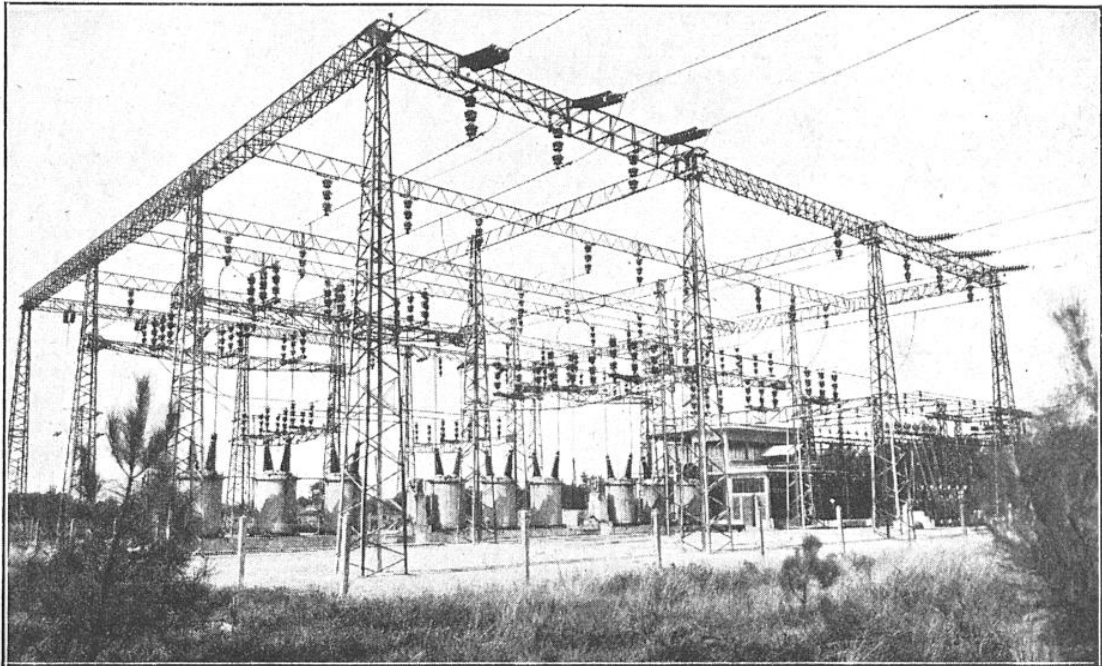


FIG. 1. — SCHÉMA GÉNÉRAL D'INSTALLATION D'UNE CENTRALE PRODUCTRICE D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE



POSTE DE TRANSFORMATION 150.000/60.000 VOLTS DE DAX (LANDES), INSTALLÉ POUR L'ÉLECTRIFICATION DES CHEMINS DE FER DE LA COMPAGNIE DU MIDI



POSTE DE COUPURE 150.000 VOLTS ET SOUS-STATION DE TRACTION TRANSFORMANT LE COURANT TRIPHASÉ 60.000 VOLTS EN CONTINU A 1.500 VOLTS POUR LA TRACTION DES CHEMINS DE FER DU MIDI, A LABOUHEYRE (LANDES)

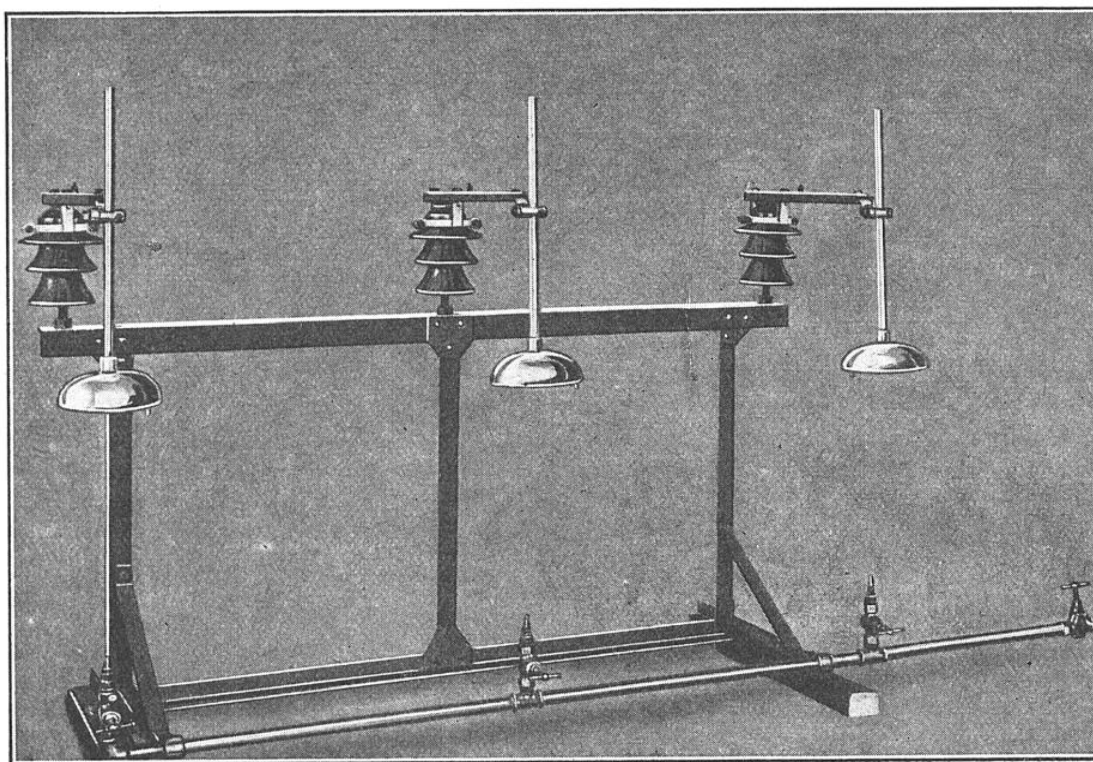


FIG. 2. — DES JETS D'EAU RELIANT LE RÉSEAU AU SOL FONT ÉCOULER CONSTAMMENT A LA TERRE LES SURTENSIONS D'ORIGINE ATMOSPHÉRIQUE QUI SE PRODUISENT SUR LES LIGNES

convenablement retardé pour s'ouvrir les uns après les autres, de telle sorte qu'une partie du réseau ou une usine accidentée puisse être immédiatement isolée du reste, les autres appareils de protection n'ayant pas eu encore à fonctionner en raison de leur retardement et, par suite, l'alimentation continuant à être assurée aux parties intactes dudit réseau.

Un dernier mot encore sur la protection des réseaux et des lignes.

Quand on emploie des tensions très élevées, 120.000 volts par exemple, entre

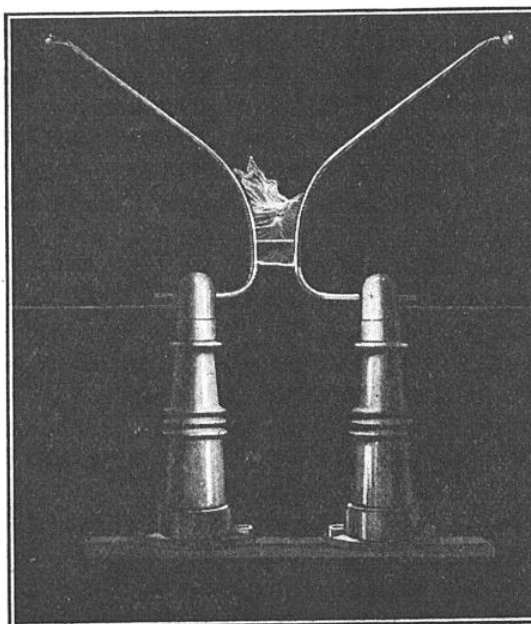


FIG. 3. — ENTRE LES CORNES DU PARAFoudre ORDINAIRE JAILLIT UN ARC QUI MET LE RÉSEAU A LA TERRE EN CAS DE SURTENSION

fils et que des surtensions viennent à se produire, pour une cause quelconque du reste, il jaillit des effluves d'un fil à un autre, effluves servant de *limiteur* à la tension elle-même et jouant le rôle des appareils de ce nom déjà décrits. Cet effet très curieux, dénommé « effet couronne » ou « corona », est extrêmement curieux quand on l'observe la nuit. Il constitue, en tout cas, une manifestation d'autoprotection des installations à haute tension, qui fait que, conclusion quelque peu paradoxale, une installation à très haute

tension a un fonctionnement plus régulier, tout au moins en ce qui concerne le maintien de la constance de sa tension, qu'une installation de tension plus faible.

La protection de l'abonné contre la haute tension

Cette première question épuisée, passons maintenant à la seconde partie du problème : la *protection de l'abonné*.

Examinons, pour plus de simplicité, le cas d'une distribution rurale assurée par un transformateur branché sur une ligne de transmission d'énergie plus ou moins voisine du secteur à alimenter.

Il est très rare que cette distribution soit directement dérivée sur une ligne à très haute tension. Elle l'est, d'habitude, sur une ligne à tension moyenne, de 5.000 à 15.000 volts, alimentée elle-même par une première transformation du courant à haute tension. Il est bien évident que ces premiers postes transformateurs de 120.000 à

10.000 volts, par exemple, seront beaucoup moins nombreux et beaucoup plus importants et soignés que les petits postes urbains ou ruraux de 10.000-120 volts entre fils, quelquefois 10.000-200.

Quelque soigneusement faites que soient les installations de force motrice et d'éclairage des abonnés, elles ne sont généralement pas établies pour résister à des tensions supérieures à 1.000 ou 1.500 volts, au lieu des 120 ou 200 normaux.

Imaginons qu'un contact entre un fil de la ligne à 10.000 volts et un fil de la distribution d'énergie à 120 ait lieu fortuitement sur un support commun. Ce contact peut se produire du fait de la rupture d'un fil haute tension et de sa chute sur un fil basse tension. Alors, une partie de l'installation de distribution sera portée à la haute tension du fil avec lequel il y a contact, ou, du moins, à une tension anormale par rapport

au sol. Si l'isolement est suffisant chez l'abonné, le danger est là, souvent invisible, mais parfois manifeste. Des lueurs, des aigrettes, des effluves apparaissent sur ses canalisations, sur son compteur, et, s'il vient à toucher, affolé, l'un des points de son réseau en état de surtension, il peut être électrocuté.

En effet, l'installation ayant un isolement suffisant par rapport au sol, si l'usager vient à créer une dérivation entre l'un des fils et la terre par le passage offert du fait de son corps, l'accident est inévitable. On sait qu'il suffit, parfois, d'un courant de 70 milliampères pour tuer un être humain. En

conséquence, sauf dans le cas où il y a urgence à sauver un de nos semblables en péril de mort, et encore faut-il, dans ce cas, prendre toutes les précautions nécessaires (précautions données par les instructions fournies à cet effet par toutes les sociétés productrices et distributrices d'énergie), le mieux est de ne rien faire et surtout de

prévenir aussitôt l'agent du secteur de la présence de phénomènes anormaux. C'est à celui-ci à agir auprès de l'usine génératrice pour supprimer tout danger.

Ce contact entre un fil haute tension et un fil basse tension peut se produire aussi dans le transformateur qui dessert l'installation. On sait que de tels appareils consistent en des noyaux magnétiques, sur lesquels sont enroulés des circuits à haute et à basse tensions, isolés très sérieusement non seulement les uns des autres, mais aussi par rapport aux noyaux et à la masse du transformateur. Mais cet isolement peut être rompu, à la suite d'un coup de foudre notamment. Il y a alors contact plus ou moins franc entre la haute et la basse tension. Même phénomène que tout à l'heure et encore plus dangereux, car, sauf dans les cas de facilité d'accès au transformateur et d'examen parfois minutieux de celui-ci, la

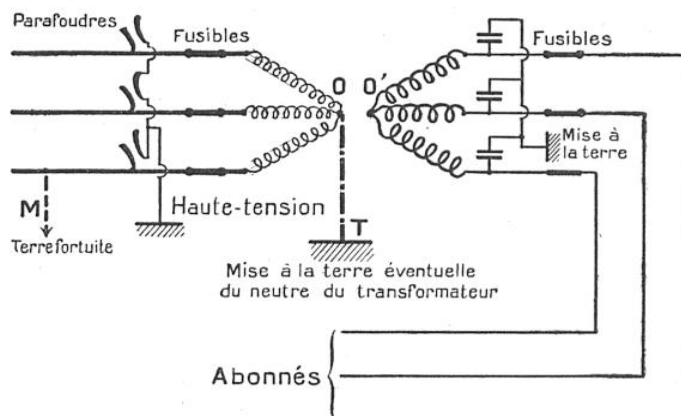


FIG. 4. - REPRÉSENTATION SCHEMATIQUE D'UNE TRANSMISSION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE ET, EN PARTICULIER, DU POSTE DE TRANSFORMATION

Le point neutre O du transformateur étant à la terre, une mise à la terre fortuite en M suffit pour créer un court-circuit.

source du défaut demeure cachée, alors qu'elle était évidente dans le cas d'une rupture de fil sur poteau.

La mise à la terre du réseau est une protection efficace pour l'abonné

La meilleure, la seule protection efficace de l'abonné consiste, dès lors, en la mise à la terre du réseau qui le dessert, en cas de phénomène anormal et, en particulier, en cas de contact haute tension et basse tension. Nous avons dit tout à l'heure que l'usine se protégeait par ses appareils propres contre tout phénomène anormal sur les lignes de transmission d'énergie. Cependant, un contact entre la haute et la basse tension d'un petit transformateur de réseau rural peut ne pas se traduire, à la station centrale, par une consommation de courant suffisamment anormale pour que cette station s'en aperçoive et que les appareils de sécurité fonctionnent. Bien mieux même : ils peuvent avoir fonctionné une première fois, être réenclenchés à la main ou automatiquement au bout d'un certain temps, le défaut subsistant. Dans ce cas, l'électrocution de l'abonné est encore plus à redouter, puisqu'il a pu constater une période de calme absolu et que le danger renaît brusquement.

Ces généralités exposées, précisons les modalités de l'accident possible :

Les techniciens ne sont pas encore d'accord sur le point ci-après : faut-il mettre à la terre le neutre des transformateurs, au moins sur la haute tension (1) ?... Il y a, d'un côté, avantage, car on a ainsi fixé la tension d'un point centre de symétrie du réseau haute tension par rapport au sol. Si une terre se produit sur un des fils de transport, une des phases est alors court-circuitée, la tension sur les deux autres phases est multipliée par $1,73$ ($1/\sqrt{3}$). Les limiteurs de tension fonctionnent, de même que les parafoudres, mais il peut en résulter des arcs

(1) On sait que, dans une distribution d'énergie électrique par courants triphasés, les trois enroulements d'un transformateur dit « enroulé en étoile » ont un point commun. Ce point est appelé point neutre, car dans une telle installation le courant de retour entre les points neutres est nul.

permanents à la terre extrêmement violents, d'où un régime anormal continu.

Si l'on ne met systématiquement aucun point du réseau à la terre, une terre accidentelle et *unique*, sur un fil de haute tension, ne crée aucun court-circuit. C'est là un danger latent, très grave, mais il faut qu'il y ait une deuxième terre, sur un deuxième fil de triphasé, pour que le court-circuit se produise, même plus haut. Alors, les deux fils en question sont aussitôt court-circuités avec une particulière violence, et les ruptures d'isolants, si le phénomène se prolonge quelque peu, sont encore plus à craindre.

Quelle peut être la répercussion de ces faits sur le réseau basse tension ?...

S'il n'y a aucun contact entre la haute tension et la basse tension, l'effet est, sinon nul, du moins faible et réduit aux variations de la tension secondaire, liées aux perturbations de la tension primaire. Si, au contraire, un tel contact existe, les faits se passeront comme nous l'avons indiqué plus haut. Enfin, s'il arrive qu'un isolateur, fendu, par exemple, par une décharge at-

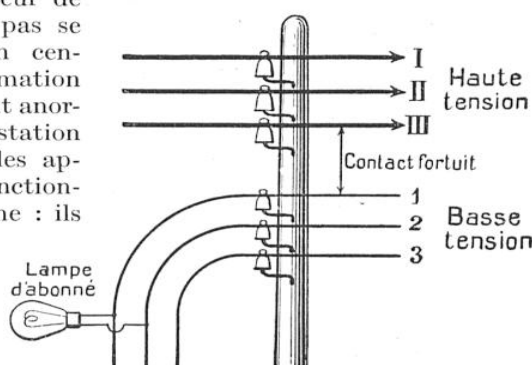


FIG. 5. — UN CONTACT FORTUIT ENTRE LA HAUTE ET BASSE TENSION SUR UN POTEAU COMMUN EST UNE SOURCE DE DANGER D'ÉLECTROCUTION POUR L'ABONNÉ

mosphérique ou sous l'influence d'une chaleur prolongée, vienne à créer un point faible sur le réseau haute tension, il peut s'établir une dérivation entre cette fraction malsaine du réseau haute tension et le réseau basse tension, et une fraction de la tension primaire, par exemple 1.000 ou 1.500 volts, peut encore apparaître sur ce dernier. Ajoutons que, si certains points du réseau basse tension sont mis à la terre *accidentellement* ou *systématiquement*, mais avec de mauvaises prises de terre, il peut y avoir communication du réseau haute tension avec le réseau basse tension, par l'intermédiaire du sol, si les prises de terre basse tension sont trop voisines des premières, et, finalement, apparition encore chez l'abonné d'une tension dangereuse. On voit à quel point ces phénomènes sont complexes et multifformes.

De toutes façons, l'abonné ne peut être protégé sûrement et effectivement que par une mise à la terre parfaite du réseau qui

le dessert, à la sortie du transformateur, dès qu'une tension anormale apparaît. C'est ce qui explique que, dans les transformateurs modernes, sont disposés, au secondaire, des appareils de protection dits « de mise à la terre ». Ils sont, généralement, constitués par deux petites surfaces métalliques séparées par un mince isolant, une feuille de papier par exemple. L'une des armatures est au sol, et l'autre en contact avec l'enroulement secondaire du transformateur. Lorsque tout va bien, l'appareil ne fonctionne pas. Si une tension anormale apparaît dans un enroulement, celui-ci étant porté à 200 volts par exemple, au lieu de 120, par rapport au sol, le papier isolant est crevé, un arc se produit, et tout le secondaire est mis en communication avec le sol. Naturellement, si le transformateur est triphasé, les enroulements secondaires sont au nombre de trois, et chacun d'eux doit être pourvu de son appareil de mise à la terre.

L'importance d'une bonne mise à la terre est capitale

Encore faut-il que ces mises à la terre soient correctes et effectives. Nous touchons là au point névralgique de la question. Quand une installation à haute tension est mise à la terre, même dans les conditions les meilleures, avec des fils de forte section et des plaques de terre de métal convenable, de large surface, et dans un sol suffisamment humide pour que le courant électrique passe convenablement, on constate que, aux environs immédiats de la prise de terre, il peut exister une tension parfois gênante, sinon dangereuse.

Nous avons eu, en 1906-1907, à l'instigation du Comité d'Electricité, d'abord en collaboration avec notre prédécesseur à l'Institut, M. Pionchon, puis seul, à exécuter des essais, dans la vallée de l'Isère, de retour du courant par le sol de lignes d'énergie industrielle. Ces essais ont été repris depuis et un peu partout. Le dispositif expérimental comporte donc, aux deux bouts de la ligne transmettrice, des mises à la terre.

Or nous avons pu constater, et chacun peut faire la même constatation avec la prudence nécessaire, que la tension décroît

plus ou moins vite dans les régions avoisinant la prise de terre, mais qu'elle ne s'annule pas immédiatement. En d'autres termes, sur un sol donné, en écartant les jambes, c'est-à-dire en se mettant en contact avec deux zones circulaires situées à des distances différentes du fil de mise à la terre, on peut constater une sensation désagréable, qui peut aller jusqu'à devenir insupportable.

Que les terres soient mal établies, que le sol soit extrêmement sec, que même, comme il arrive, les fils de terre qui existent le long de certains poteaux, de ferrures de postes, de cabines de transformateur, soient coupés par des malveillants, et la mise à la terre peut devenir totalement inefficace. Par conséquent, le seul moyen sur lequel le distributeur d'énergie peut compter pour rendre son installation inoffensive, en cas de contact haute tension et basse tension, demeure radicalement inutile.

Il serait difficile, sans entrer dans trop de détails techniques, de préciser davantage le processus de tels accidents. Ils sont infiniment moins nom-

breux qu'on pourrait le craindre, et les progrès de la technique électrique tendent à les réduire bien davantage. On dira peut-être qu'ils croissent d'année en année. En réalité, ils décroissent avec une relativité considérable par rapport à l'importance des applications électriques.

C'est ce qui ressort, en particulier, des statistiques fournies dans le rapport du docteur Naville, présenté au Congrès de juillet 1927, tenu à Lyon, des Médecins légistes de langue française.

Du reste, beaucoup d'accidents que le vulgaire impute à l'électricité, ne doivent guère être retenus à son passif, eu égard aux dispositions physiologiques particulières des victimes. C'est ainsi que des cardiaques ont été électrocutés par des contacts de quelques volts alternatifs, d'une centaine de volts continus. Des contacts à très haute tension, qui auraient dû sembler mortels, n'ont parfois entraîné aucune conséquence grave. Bien mieux, les courants alternatifs à très haute fréquence sont bienfaisants et non nocifs. On les utilise en électrothérapie. On voit donc combien la question est complexe.

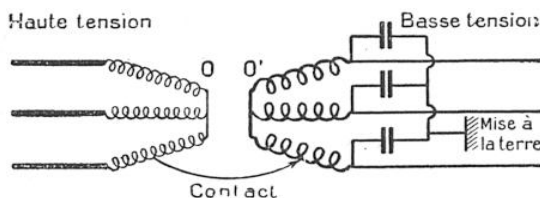
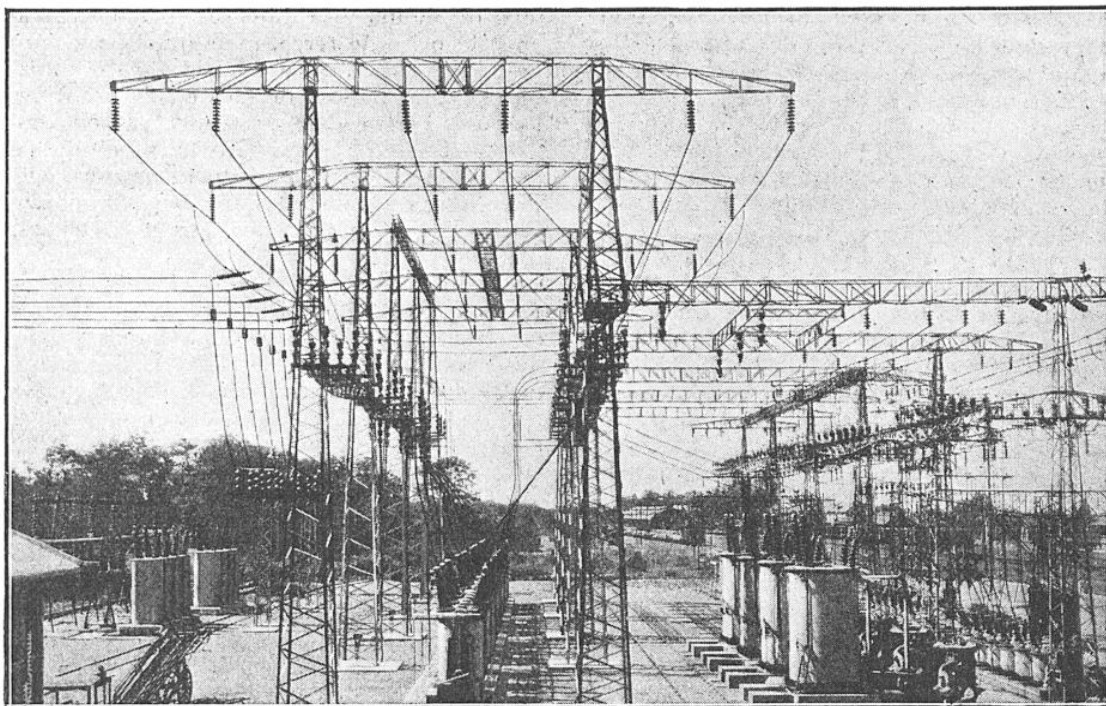


FIG. 6. — LE CONTACT ENTRE LA HAUTE ET LA BASSE TENSION PEUT AUSSI SE PRODUIRE DANS UN TRANSFORMATEUR, D'OU L'UTILITÉ DE DISPOSITIFS DE MISE A LA TERRE DE CES APPAREILS.



POSTE DE TRANSFORMATION 150.000/60.000 VOLTS DE LANNEMEZAN (HAUTES-PYRÉNÉES),
INSTALLÉ PAR LA COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER DU MIDI

La rançon du progrès a toujours été lourde. La religion de la science suppose ses martyrs, comme les autres religions, mais, qu'on nous croie, le nombre en est relativement restreint. En tout cas, la science n'exige pas de ses fidèles le même sacrifice qui en conduisait d'autres, hier encore, à se précipiter sous les roues du char de Jaggernoot. Au contraire, la plus grande prudence est recommandée aux zéloteurs du culte de

l'électricité sous toutes ses formes.

Nous devons simplement tirer, d'accidents récents d'électrocution, survenus un peu partout, une leçon : celle de la nécessité d'un contrôle de plus en plus rigoureux à assurer aux installations, à leur matériel notamment, et aussi celle d'une éducation meilleure à donner aux usagers des distributions d'énergie.

LOUIS BARBILLION.

N. D. L. R. — Nos lecteurs trouveront à la page 279 de ce numéro une étude sur les propriétés des courants alternatifs, simples ou triphasés, et à la page 290 un article concernant les dangers de l'électrocution.

+++ Les photographies qui illustrent cette étude nous ont été obligeamment communiquées par les Ateliers de Constructions électriques de Delle.

APPRENONS QUE :

D'après les statistiques triennales, la consommation de l'énergie électrique, de 1924 à 1927, a passé de 92 milliards de kilowatts-heure (kWh) à 123 milliards de kWh pour les cinq grands pays producteurs : les Etats-Unis (de 56 milliards de kWh à 77 milliards) ; l'Allemagne (de 12 milliards et demi à 15 milliards) ; la France (de 10 milliards à 11 milliards et demi) ; l'Angleterre (de 7 milliards et demi à 10 milliards et demi) ; l'Italie (de 6 milliards à 9 milliards).

Le développement de la consommation d'énergie électrique d'un peuple est un des facteurs de sa prospérité économique.

TROUVERA-T-ON, UN JOUR, UNE SOLUTION PRATIQUE AU PROBLEME DU RENFLOUEMENT DES SOUS-MARINS ?

Par C.-R. DARTEVELLE

La navigation sous-marine a, malheureusement, à son passif de lourdes pertes, tant au point de vue des bâtiments que des équipages, et cela dans tous les pays du monde. De multiples solutions ont été proposées depuis de nombreuses années pour tâcher de trouver un remède à ces catastrophes trop fréquentes. Jusqu'ici, on peut dire qu'au point de vue technique rien de vraiment pratique n'a été réalisé. L'auteur qualifié de cet article y a exposé l'état actuel de la question, en indiquant les procédés les plus modernes (bien que tous imparfaits pour éviter de semblables désastres) mis en œuvre, soit à bord des bâtiments mêmes, soit provenant des secours de l'extérieur : bouteilles d'air comprimé permettant de remplir d'air les ballasts, plombs de sécurité, scaphandriers pouvant opérer jusqu'à soixante mètres au maximum, docks flottants spéciaux, pontons dits « flotteurs » pour le relevage de l'épave, etc... Certains inventeurs ont bien cherché à disposer sur la coque même du sous-marin des sortes de chambres amovibles, pouvant libérer l'équipage en se détachant du navire coulé, mais, jusqu'ici, aucune marine nationale n'a encore adopté ce procédé pour ses bâtiments de plongée. Le problème du sauvetage des sous-marins demeure l'un des plus importants que doit résoudre la technique navale.

Le rôle des inventeurs

LES accidents de sous-marins réveillent périodiquement les inventeurs, plus ou moins compétents, et de nouveaux systèmes de sauvetage, tous plus merveilleux les uns que les autres, d'après leurs auteurs, sont périodiquement mis sur le papier et reçoivent une publicité dont n'auraient, d'ailleurs, nul besoin les projets sérieux. Comme, d'autre part, les services compétents n'ont à peu près rien fait de nouveau depuis 1914, les inventeurs les accusent assez facilement d'impéritie, de routine ou de mauvaise volonté. Il y a lieu, pour toute personne désintéressée et de bonne foi, d'écarter absolument ces trois raisons et d'en retenir une quatrième : l'extrême difficulté du problème.

Comment on empêche les sous-marins de couler

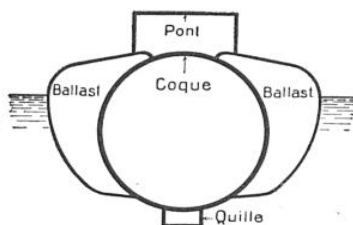
Dès avant la guerre, la protection des sous-marins était assurée par l'air comprimé et les plombs de quille.

L'air comprimé. — L'air comprimé est

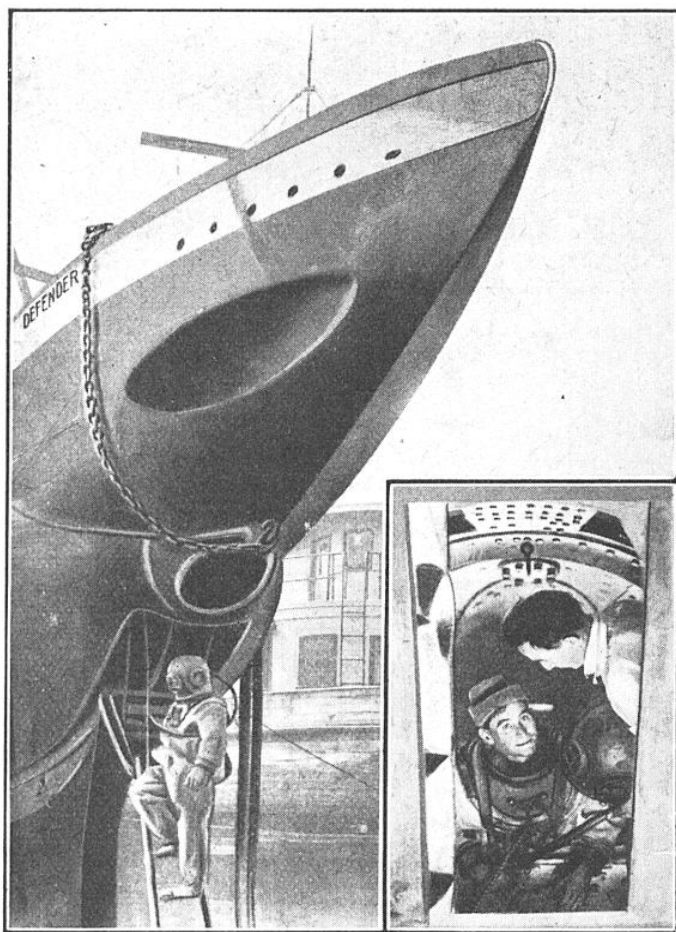
employé d'une façon régulière dans les manœuvres de retour en surface. Il est habituellement emmagasiné dans des réservoirs spéciaux, ou bouteilles, à une pression variant de 100 à 180 atmosphères. Quand on veut revenir en surface rapidement et

s'y tenir, on envoie cet air dans les ballasts. De même que le remplissage en eau de ces compartiments assure l'immersion du sous-marin, leur vidange assure son émergence. La même opération peut, évidemment, être tentée en cas d'un sinistre ; comme les voies d'eau qui se produisent en plongée sont toujours très violentes et provoquent un alourdissement à peu près instantané du bâtiment, le succès de la manœuvre dépend de la rapidité de son

exécution. Pendant la guerre, nombreux ont dû être ces drames ultra-rapides où le commandant s'est trouvé pris entre la crainte de perdre un combat en surestimant l'importance d'une voie d'eau, et celle de perdre son bâtiment en la sous-estimant. Or, nous le répétons, le choc entre ces deux tendances ne doit pas durer plus de quelques secondes, pendant lesquelles le commandant



COUPE DE LA COQUE D'UN
SOUS-MARIN MONTRANT L'EM-
PLACEMENT DES BALLASTS
ET DE LA QUILLE CONTRE
LAQUELLE SONT FIXÉS LES
PLOMBES DE SÉCURITÉ



UN SOUS-MARIN PEUT VENIR EN AIDE AUX
SOUS-MARINS COULÉS

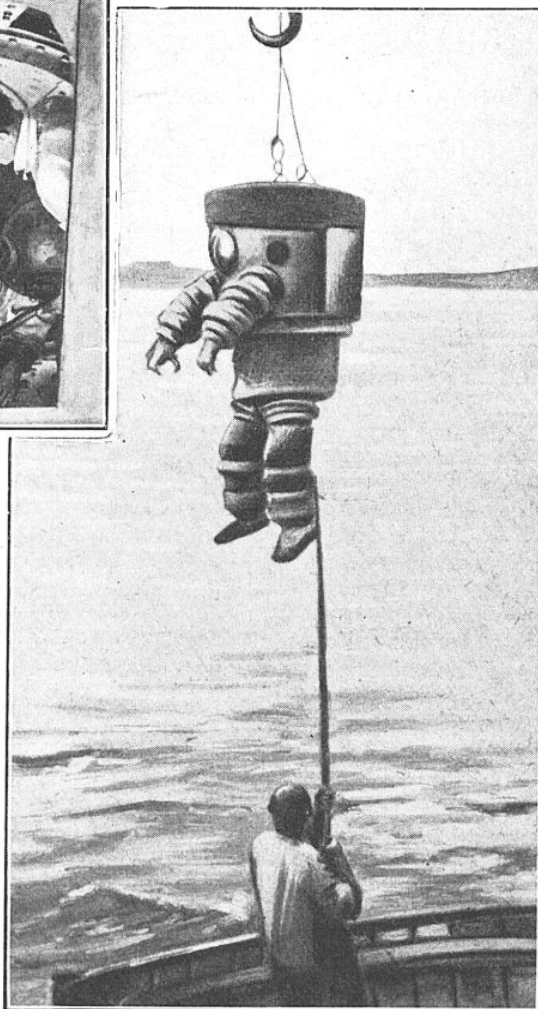
M. Simon Lake étudie actuellement, à Bridgeport (Connecticut), sur le sous-marin Defender, un dispositif comportant un compartiment de « plonge » d'où des scaphandriers pourraient sortir pour travailler sur les flancs d'un sous-marin coulé. En bas, à droite, un scaphandrier prêt à plonger.

doit à la fois conserver la direction militaire de son attaque et se rendre compte exactement de l'importance de l'avarie.

Comme le succès de la manœuvre dépend de sa rapidité d'exécution, il faut que les tuyautages permettent l'arrivée très rapide de l'air dans les ballasts, et que les ouvertures à l'entrée et à la sortie de l'eau facilitent également une vidange très rapide. Ces diverses conditions exigent de larges sections, tant pour le tuyautage d'air que pour les sorties d'eau. L'approvisionnement en air doit également être aussi considérable que possible et permettre une manœuvre très souple et très simple.

Le poste de manœuvre habituel se trouve au poste de commandement du bateau, mais il faut prévoir le cas où ce poste serait envahi. Dans ce but, on dispose, à d'autres endroits du bateau, des manœuvres de secours de la chasse d'air. Tous les sous-marins ont, d'ailleurs, été munis de ces divers dispositifs depuis déjà de longues années.

Le talent du constructeur consiste à permettre d'effectuer, en service, les opérations les plus variées et les plus rapides avec les circuits d'air les plus simples. De plus, au moment du danger, la manœuvre de salut doit être



CE SCAPHANDRE PERMET DE DESCENDRE A
UNE PROFONDEUR DE 40 MÈTRES

effectuée sans la moindre réflexion, car on sait qu'au moment du danger, les moyens de l'homme se trouvent diminués. Ici, la manœuvre convenable doit pouvoir s'effectuer par un organe de commande unique et très simple.

C'est ce qui existe en général : l'ouverture d'un seul robinet envoie l'air comprimé dans tous les ballasts avec la plus grande énergie.

Les plombs de sécurité. —

Néanmoins, l'allègement obtenu de cette façon reste progressif et il est toujours possible qu'une voie d'eau alourdisse le sous-marin plus rapidement que l'air l'allège. C'est ici qu'interviennent les plombs de sécurité, ou plombs de quille. Ce sont des masses de plomb fixées dans la quille, à l'extérieur du sous-marin. On peut les larguer instantanément de l'intérieur, par une commande qui traverse la coque. L'opération est encore plus simple que la manœuvre de l'air comprimé. Mais cette sécurité est encore loin d'être suffisante.

Ces plombs de quille pèsent, en général, quelques tonnes. Si un sous-marin, déplaçant 800 tonnes en surface, est atteint par une voie d'eau qui intéresse un seul de ses compartiments intérieurs, cas le plus général, le volume envahi par l'eau peut être de

80 mètres cubes environ. L'importance de la voie d'eau serait annulée par les plombs si ceux-ci pesaient 80 tonnes. Or il est, sinon impossible, du moins extrêmement difficile, de leur donner ce poids. On se limite généralement à des

plombs de moins de 20 tonnes.

Ce raisonnement simpliste a l'avantage de mettre en évidence la solution idéale, qui consisterait à employer des plombs ayant le même poids que l'eau qui remplirait l'un des compartiments.

Comment on essaie de relever des sous-marins coulés

Les deux moyens que nous venons de signaler ont pour but d'empêcher le sous-marin d'aller au fond. Mais tout espoir n'est pas perdu quand on a échoué dans cette première tâche. La coque du sous-marin est construite, en effet, pour résister à de fortes pressions. On peut admettre qu'elle ne se-

rait écrasée qu'à des profondeurs de l'ordre de 150 à 200 mètres ; malheureusement, elles ne sont accessibles aux scaphandriers que jusque vers 60 mètres.

Dans ces cas, les moyens de sauvetage dont on dispose actuellement sont le relevage par dock spécial ou par insufflation d'air comprimé ; dans les cas d'insuccès, on



UN DISPOSITIF QUI PERMET AUX MEMBRES DE L'ÉQUIPAGE D'UN SOUS-MARIN COULÉ DE REMONTER À LA SURFACE DE L'EAU

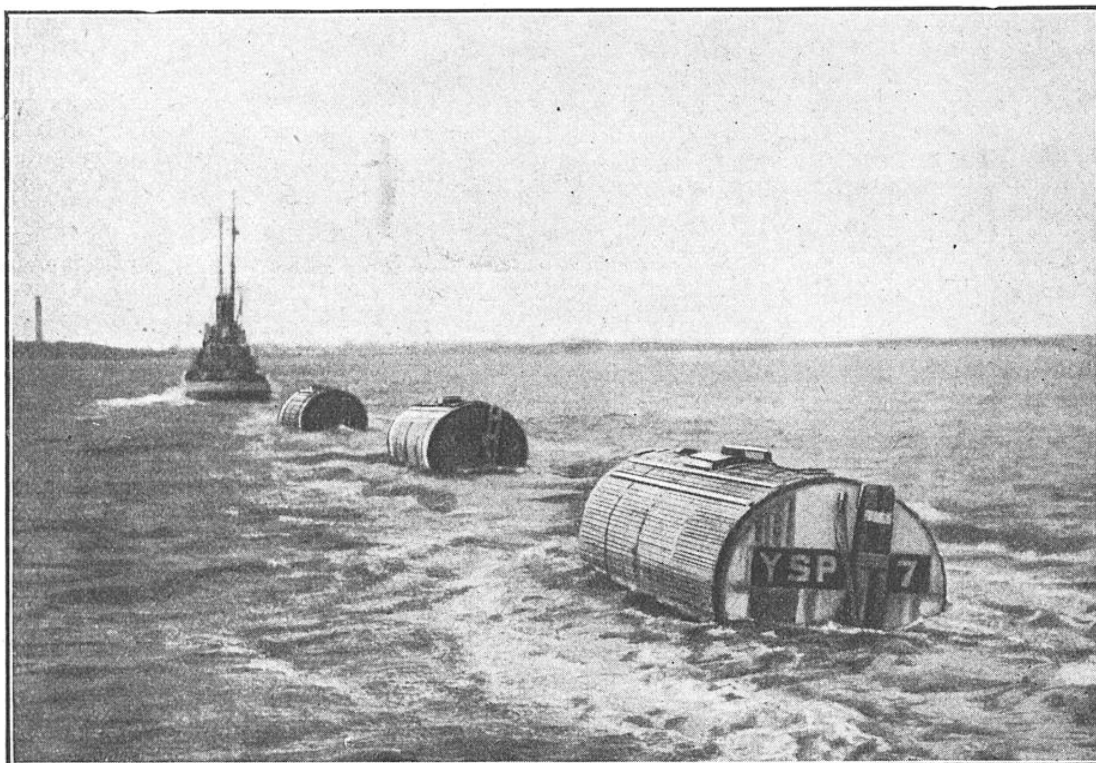
Inventé par le lieutenant américain C. B. Monsen, ce dispositif se compose d'une cloche permettant de sortir du sous-marin, et d'appareils respiratoires pour les membres de l'équipage.

peut tenter le sauvetage du personnel seul.

Le scaphandrier. — Ces trois systèmes exigent que la pression résultant de la profondeur de l'immersion soit supportable à l'organisme humain. Un sous-marin coulé par des fonds inaccessibles au scaphandrier est donc pratiquement perdu corps et biens. C'est assez dire pour montrer l'intérêt qu'il y a à accroître la profondeur de plongée des scaphandriers. Nous signalerons ici les efforts

Les engins de relevage. — Le scaphandrier fixe, sur la coque, des engins de levage et, exceptionnellement, des appareils de communication.

Dans le premier cas, on peut envisager la fixation des chaînes du dock de relevage aux crocs spéciaux fixés sur la coque pour les recevoir. Un autre moyen consiste à immerger des flotteurs remplis d'eau dans le voisinage de la coque, à les y fixer à l'aide de



LE SOUS-MARIN AMÉRICAIN « S-4 », SOULEVÉ PAR D'ÉNORMES PONTONS DE 40 TONNES, EST REMORQUÉ DANS LE PORT DE PRINCETOWN (MASSACHUSETTS)

qui sont faits en Amérique dans ce but. Ils consistent à donner au plongeur une atmosphère respiratoire artificielle, qui dérive de l'air ordinaire en ce que l'azote y est remplacé par l'hélium. L'amélioration qui en résulte s'explique de la façon suivante : l'azote, aspiré par le corps humain sous pression, se dissout partiellement dans le sang. Si la vitesse de remontée est trop rapide, il se dégage sous forme gazeuse, en restant dans les veines, et cause des troubles qui peuvent provoquer la mort. L'hélium aurait la propriété d'être insoluble dans le sang et permettrait au scaphandrier, de ce fait, d'atteindre de plus grandes profondeurs et de plus grandes vitesses de plongée.

câbles d'acier qui en font le tour, puis à les relever en y envoyant de l'air. De telles entreprises sont extrêmement laborieuses. Dans les circonstances les plus favorables, elles exigeraient un délai très supérieur à celui pendant lequel l'organisme humain peut résister à la privation d'air et de nourriture à l'intérieur de la coque. D'ailleurs, en l'état actuel de la technique, il suffit d'une mauvaise mer assez peu accentuée pour rendre ces travaux impossibles.

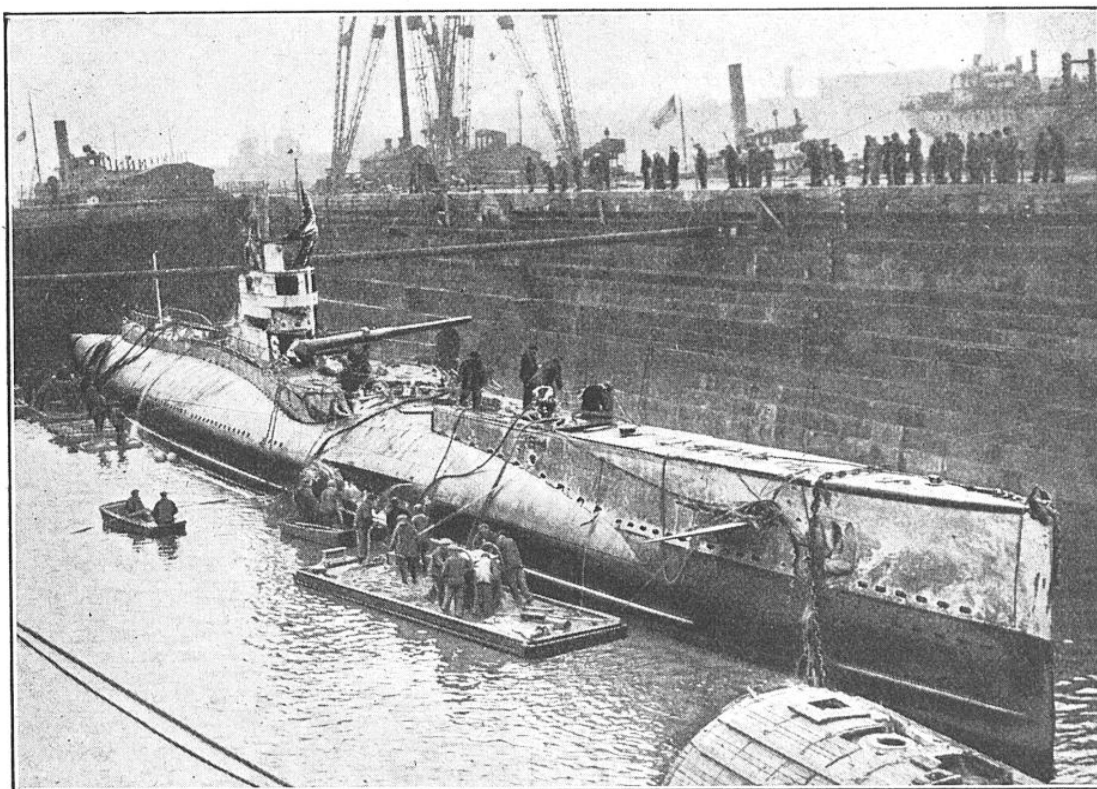
Il est donc nécessaire, d'une part, d'organiser rapidement les moyens de communication et de ravitaillement entre le sous-marin coulé et la surface, et, d'autre part, de rendre l'exécution des travaux indépen-

dante du mauvais temps et des vagues.

Les appareils de communication. — En ce qui concerne le premier point, on utilise universellement, depuis l'apparition même du sous-marin, la bouée téléphonique. C'est un flotteur, fixé en permanence aux superstructures du sous-marin à l'aide d'un crochet que l'on peut libérer de l'intérieur de la coque. Lorsque le bâtiment échoué est inca-

conditions compatibles avec la vie normale du sous-marin, n'est pas impossible à priori, mais elle rencontrerait des difficultés pratiques considérables, qui ne pourraient être éliminées qu'après de laborieuses expériences.

Si ce premier point était résolu, la continuité des travaux qu'il faut assurer malgré le mauvais temps, n'aurait plus un caractère aussi impératif. Il serait néanmoins néces-



LE SOUS-MARIN « S-4 » EN CALE SÈCHE DANS LE PORT DE PRINCETOWN (MASSACHUSETTS). AUPRÈS DE LUI ET AU PREMIER PLAN ON VOIT L'EXTRÉMITÉ DE L'UN DES PONTONS DE 40 TONNES QUI ONT SERVI À LE SOULEVER ET À LE RAMENER AU PORT

pable de remonter, on largue la bouée, qui gagne aussitôt la surface. Sa présence signale l'endroit où le sous-marin a coulé. Comme elle est munie d'un poste téléphonique, les sauveteurs peuvent correspondre immédiatement avec les naufragés.

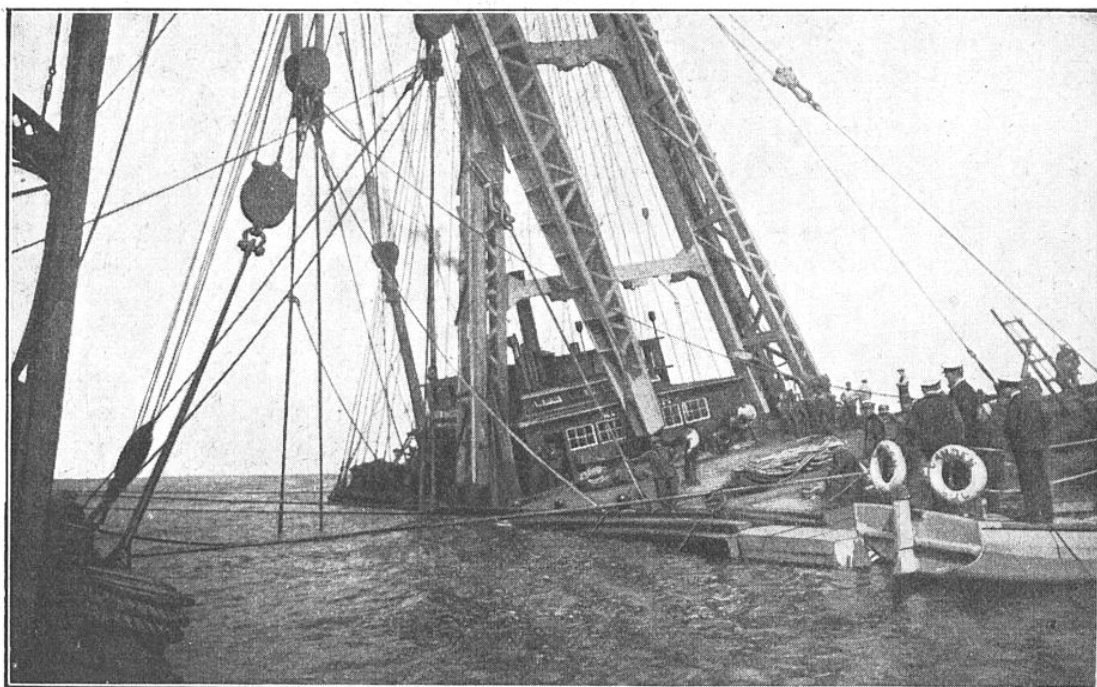
Mais la bouée téléphonique ne permet pas d'approvisionner l'intérieur de la coque en air pour la respiration et en vivres liquides. Étant donné la longueur toujours considérable des travaux de renflouage, c'est là une très grave lacune. Est-il possible, actuellement, de faire mieux? On peut concevoir une seconde liaison avec la coque par un tuyau. L'installation d'un tel système, dans des

saire de pouvoir travailler par mauvais temps et surtout de maintenir un bateau de ravitaillement sur le lieu du sinistre. Ici encore, les difficultés sont d'ordre pratique beaucoup plus que théorique, ce qui ne diminue pas leur importance.

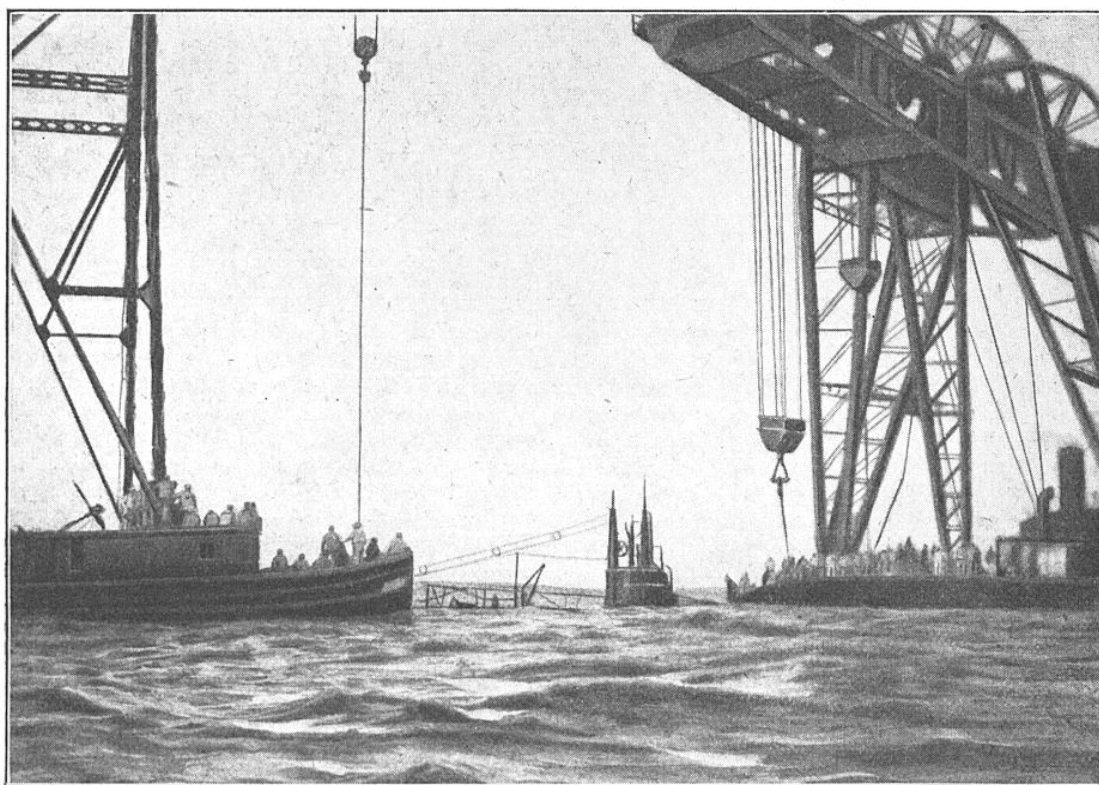
Que conclure ?

Actuellement, on doit considérer qu'un sous-marin coulé par plus de soixante mètres de fond est perdu. Aux profondeurs plus faibles, il faut un concours de circonstances favorables, rarement réalisé, pour espérer sauver des vies humaines.

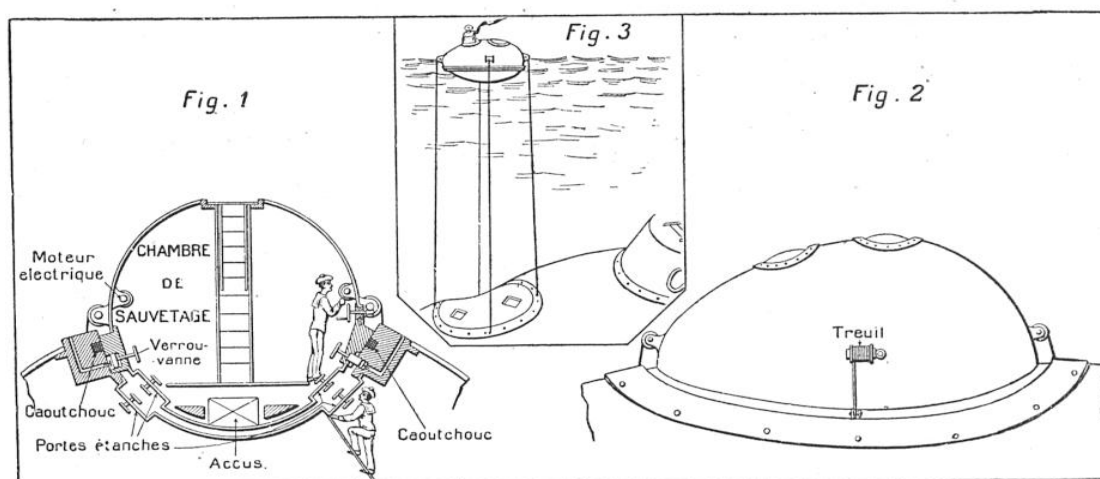
Pour améliorer cet état de choses, les



LE SOUS-MARIN AMÉRICAIN « S-51 » SOULEVÉ AU MOYEN DES GRUES D'UN DOCK SPÉCIAL



LE SOUS-MARIN ITALIEN « F-14 » A ÉTÉ RENFLOUÉ EN 24 HEURES AU MOYEN DE GRUES



PROJET DU COLONEL L. DE LICHTENBERG POUR LE SAUVETAGE DE L'ÉQUIPAGE DES SOUS-MARINS COULÉS

Une chambre ovoïde est normalement fixée au sous-marin (fig. 2) par quatre verrous-vannes. Elle est pourvue de portes à fermeture étanche, deux à la partie supérieure et deux à la partie inférieure. À l'extrémité des diamètres de cette chambre sont des treuils permettant de dérouler les fils d'acier fixés à la chambre (fig. 3). Le sous-marin étant au fond, l'équipage s'entasse dans la ou les chambres de sauvetage, puis les portes étanches sont fermées et les verrous-vannes ouverts. L'eau peut alors pénétrer entre la chambre de sauvetage et son berceau. La chambre monte alors d'elle-même à la surface. Ce dispositif, étudié en détail par le colonel de Lichtenberg, ne semble pas présenter d'impossibilité d'application au point de vue technique.

méthodes concevables, mais non certainement réalisables, consistent dans la réalisation de cloisons intérieures étanches très résistantes, l'accroissement du poids des plombs de sécurité, l'emploi d'un tuyautage de ravitaillement sur la bouée de signalisation, enfin, l'emploi de bateaux de secours pouvant travailler même par mauvais temps.

En dehors de ces méthodes, qui ne bouleversent pas la construction du sous-marin, les très nombreux dispositifs que l'on a

conçus, mais non réalisés, sont trop souvent l'œuvre de personnes ignorantes des nécessités du sous-marin, et constituent, par suite, presque toujours, des contresens techniques.

Il est d'ailleurs aussi impossible de mettre les sous-marins à l'abri des catastrophes que de réaliser la sécurité absolue en avion ou en automobile. D'autant plus que les sauvegardes doivent laisser intactes les facultés combattives du bâtiment.

C.-R. DARTEVELLE.



SOUVENONS-NOUS QUE :

Pour faire vivre l'industrie actuelle, il lui faut toute la rigueur et la précision des méthodes scientifiques. Elle a sans cesse besoin de recourir à la Science, au fur et à mesure que devient plus complexe chaque problème technique. C'est la liaison de la Science et de l'Industrie qui a permis notamment la formidable découverte des engrais artificiels et les grandioses applications des ondes de T. S. F.

A. SOLVAY (8 Janvier 1929).

UN NOUVEAU DISPOSITIF POUR ASSURER AUTOMATIQUEMENT LE TRANSBORDEMENT DU CHARBON

PLUSIEURS méthodes de manutention mécanique ont été utilisées pour transborder sur un cargo le charbon qui lui est amené par wagons. Tantôt, des bennes preneuses viennent puiser ce charbon à même le wagon pour le laisser ensuite tomber dans la cale du cargo ; tantôt, de puissantes grues enlèvent d'un seul coup le wagon et son contenu et le déversent dans la cale (1). Le premier dispositif n'est évidemment pas très économique, car, d'une part, pour vider complètement le wagon, il est indispensable d'avoir recours à la main-d'œuvre humaine et, d'autre part, la chute du charbon dans la cale en brise trop souvent les morceaux. Quant à la deuxième solution, elle implique un appareillage vraiment compliqué et cher et ne peut être envisagée que dans le cas d'installations puissantes et modernes.

La couverture de ce numéro représente un nouveau dispositif, qui vient d'être mis tout récemment en service au port de Worthington (Angleterre). La caractéristique principale de cet appareil, mû électriquement, est qu'il peut se déplacer sur des rails situés le long des quais, de façon à emplir successivement chacune des cales du cargo. Ainsi, tout mouvement d'amarres est supprimé et un plus grand nombre de cargos peuvent être accostés à quai en même temps. L'appareil peut se déplacer de 73 mètres, mais ce parcours pourra être doublé (36 m 50 de plus de chaque côté). Son débit atteint facilement 600 tonnes à l'heure.

La manutention mécanique du charbon

Le charbon étant amené par wagons sur une voie située à 26 mètres environ du quai, tombe entre les rails, sous le wagon, sur la trémie de réception de l'appareil. De là, le charbon est envoyé sur un transporteur à plateaux de 0 m 99 de large, incliné de 30° sur l'horizontale et articulé en deux points pour s'adapter à la hauteur du bord du cargo.

Le déchargement se fait par une manche télescopique, à l'extrémité de laquelle peut être adapté un dispositif spécial empê-

chant le bris des morceaux de charbon.

La charpente métallique repose sur quatorze roues à gorge de 0 m 76 de diamètre, réparties de la façon suivante : sur le rail le plus proche du cargo, quatre boggies à deux roues ; sur le rail du milieu, deux boggies à deux roues ; sur le rail opposé au cargo, deux roues.

Le déplacement longitudinal est assuré par un moteur de 35 ch, qui attaque, par engrenages, un arbre aboutissant à l'un des boggies avant et à l'un des boggies milieu.

L'arbre commande un second boggie avant par une chaîne à rouleaux. La vitesse de déplacement atteint 6 m 09 par minute.

Le transporteur de charbon lui-même repose sur un treillis métallique et est en trois sections articulées l'une à l'autre. Les plateaux, de 0 m 99 de large, comportent un fond et deux flancs soudés, de façon à éviter toute déperdition du charbon par les joints. Chaque plateau est supporté par des axes de 38 millimètres de diamètre reliés à chaque extrémité par une chaîne. Ces chaînes ont des axes cimentés pris dans des douilles également cimentées et supportées par des galets. Ainsi, le transporteur se déplace à la vitesse de 33 m 53 par minute. Il est commandé par un moteur de 50 ch. La partie centrale du transporteur peut être soulevée ou abaissée par un moteur de 10 ch et l'extrémité portant la manche télescopique est également manœuvrée par un moteur de 15 ch.

Nous avons dit qu'un dispositif spécial empêchait le bris du charbon. Voici en quoi il consiste : le charbon descendant par la manche télescopique ne tombe pas directement dans la cale du cargo, mais sur une série de palettes fixées à une chaîne sans fin et contenues dans un cylindre vertical. Le charbon descend donc sans brusquerie. Bien entendu, les palettes s'effacent sur le brin ascendant de la chaîne continue.

Toutes les commandes sont assurées électriquement à partir de la cabine de manœuvre qui contient neuf appareils de contrôle. Le courant continu à 280 volts est pris au secteur dans des boîtes situées sur le quai et amené par fil souple jusqu'à l'appareil.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 135, page 226.

TOUT LE MONDE DOIT SAVOIR CE QU'EST UN COURANT ALTERNATIF, SIMPLE OU TRIPHASÉ

Par Marcel BOLL

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

Nul, aujourd'hui, avec les progrès de l'électrotechnique moderne, ne doit ignorer le sens des termes suivants : « transport triphasé d'énergie électrique », « lignes triphasées », « alternateurs triphasés », etc. Ce sont maintenant des expressions courantes, non seulement chez les techniciens, mais chez tout le monde. Et, cependant, qui d'entre nous pourrait définir avec précision ces termes et exposer scientifiquement ce qu'est un courant alternatif simple ?... Pour cela, il faut, tout d'abord, savoir ce qu'est un courant continu. Notre distingué collaborateur, M. Marcel Boll, répond à cette question, en exposant avec clarté les théories les plus modernes.

MALGRÉ les admirables progrès des théories électroniques, qui ne datent pas d'hier — le mot « électron » a été proposé en 1891 par l'Anglais Johnstone Stoney —, et qui ont été développées par le Hollandais Lorentz, par les Anglais J. J. Thomson et Rutherford, par le Français P. Langevin, par l'Allemand Sommerfeld, la plupart des esprits curieux, des vulgarisateurs et même des ingénieurs électriciens se font une idée singulièrement floue et inexacte sur les diverses formes du courant électrique. Les uns s'en tirent par des « comparaisons hydrauliques » qui furent utiles à l'époque héroïque où le courant électrique était une curiosité de laboratoire et qui sont aujourd'hui sans objet : à quoi bon, en effet, « expliquer » un phénomène familier, simple et bien connu par un autre phénomène, familier lui aussi, mais beaucoup plus complexe et, somme toute, moins bien connu ? D'autres parlent d'électrons, mais commettent à ce sujet de lourdes hérésies : quand on ouvre un ouvrage de vulgarisation, on a neuf chances sur dix d'y rencontrer la phrase : « Le courant est un déplacement d'électrons à raison de 300.000 kilomètres par seconde » (!!) ce qui est de la pure fantaisie ; cette vitesse est celle de la lumière, et aucun corps matériel ne peut l'atteindre ; en outre, les vulgarisateurs en question se trompent tout simplement dans le rapport de 1 à 300.000.000 — une vétille ! — puisque les vitesses *supplémentaires* que prennent les électrons pour les courants usuels sont, au maximum, de l'ordre du mètre par seconde.

Il est donc du plus haut intérêt de préciser nos idées sur les courants continu et alternatif. Pour cela, nous choisirons nos exemples principalement dans le domaine de l'éclairage, le plus populaire de tous ; nous ne reviendrons pas sur les moteurs, qui ont été traités récemment (1) et nous aurons, sans doute, l'occasion de parler prochainement des génératrices, qui, dans les centrales hydrauliques ou à vapeur, produisent l'énergie consommée par les abonnés.

Le mécanisme du courant continu

Il faut renoncer à comprendre l'« alternatif » si l'on ne sait pas exactement ce que c'est que le « continu », le premier en date, encore employé, bien qu'en décroissance, mais surtout plus facilement représentable.

Bien plus : il faut renoncer à comprendre le « continu » si l'on a pas présente à l'esprit — au moins dans ses grandes lignes — la constitution des métaux ordinaires, des métaux à l'état « neutre », tels qu'une cuiller à café, les rouages de votre montre ou les clés de votre trousseau. Tous ces métaux (et alliages) sont des *émulsions*, comparables à de la colle de bureau très épaisse : dans la colle, il y a juxtaposition de grosses micelles de colle et de petites molécules d'eau ; dans un morceau de cuivre — dans le cuivre d'une casserole par exemple —, il y a de gros atomes de cuivre et des petits électrons. Il y a d'ailleurs autant d'atomes de cuivre que d'électrons (fig. 1), mais combien les uns et les autres diffèrent, dans leur dimensions et dans leurs mouvements !

(1) Voir *La Science et la Vie*, décembre 1928, p. 468.

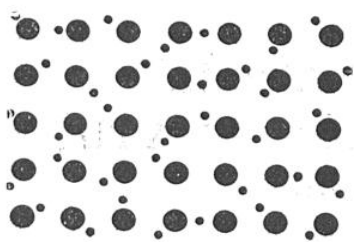


FIG. 1. — LA CONSTITUTION D'UN MÉTAL

Il s'agit du cuivre des canalisations ou du tungstène du filament des lampes à incandescence. Les gros cercles (atomes métalliques) dansent sur place à raison de 8.000 milliards d'oscillations par seconde. Les points sont des électrons, qui, spontanément et dans tous les sens, sautent d'un atome au millièème d'après, avec une vitesse de 1.000 kilomètres par seconde. Ces sauts ne sont dirigés que lorsqu'il passe un courant (continu ou alternatif).

trier. Ajoutons aussi que l'atome de cuivre pèse 120.000 fois plus lourd que l'électron : il faut en rassembler 10 milliards de milliards pour avoir un milligramme de cuivre (expression sans signification, si l'on perd de vue qu'il y a 3 milliards de secondes dans un siècle et que, par suite, il faut plus de 3 milliards de siècles pour qu'une durée soit de l'ordre de 10 milliards de milliards de secondes) ;

2° Voilà pour les dimensions et voici pour les mouvements. Les atomes de cuivre dansent sur place, et les électrons volent à grande distance. Les oscillations atomiques sont extrêmement rapides : elles sont toutes plus ou moins voisines d'une fréquence maximum, dite « fréquence caractéristique » ; en d'autres termes, les atomes de cuivre ne font jamais plus de... 8.000 milliards d'oscillations par seconde. Ces oscillations ont, d'ailleurs, une amplitude qui augmente avec la température : un morceau de cuivre est chaud lorsque les fourmillements sur place sont énergiques. Au contraire, les électrons ont des vitesses rectilignes considérables et dirigées indifféremment dans tous les sens : 1.000 kilomètres par seconde pour les électrons du cuivre, soit plus de mille fois la vitesse initiale d'une balle de fusil ; et, d'un seul bond, un électron saute en ligne droite d'un certain atome au 1.500^e atome suivant. Notre figure 1 n'est, en quelque sorte, qu'une « photographie instantanée ».

1° Les atomes de cuivre sont 150.000 fois plus gros que les électrons : il en faut approximativement dix millions à la suite l'un de l'autre pour couvrir un millimètre. Nous les avons représentés par des cercles noirs, non pas parce qu'ils sont pleins — loin de là ! — mais pour indiquer l'espace dans lequel les autres atomes ne peuvent pénétrer.

Nous avons choisi le cuivre parce que c'est le conducteur électrique le plus répandu ; mais tout ce que nous venons de rappeler s'appliquerait — à peu de chose près — à l'aluminium, au tungstène des lampes à incandescence, au nichrome des radiateurs.

Tout ce que nous venons de rappeler reste, *quoi qu'il arrive*, l'essentiel, le gros phénomène, auquel les courants électriques — continu ou alternatif — ne changent presque rien. Ainsi, lorsqu'on recharge (fig. 2) un accumulateur (source de courant continu) dans un fil de platine (1), les électrons prennent un supplément de vitesse de la droite vers la gauche : ce supplément, nous l'avons dit, atteint difficilement 1 mètre par seconde ; la vitesse se trouve accrue d'un cent millièème de sa valeur. Il en résulte que les chocs électroniques contre les atomes métalliques deviennent plus violents ; l'amplitude oscillatoire de ceux-ci augmente, et le métal s'échauffe. On voit quelle infime perturbation suffit à produire les lumières éblouissantes auxquelles nous sommes habitués ; l'énergie supplémentaire qu'on communique aux électrons se retrouve, sous forme d'énergie rayonnante, émise par le fil, et c'est là le principe de l'éclairage électrique.

Si, sur notre figure 2, les électrons « coulent » de droite à gauche, c'est que l'accumulateur est un transporteur d'électrons, qui les raréfie à son pôle + (marqué en rouge) et les rassemble à son pôle —. Comme deux électricités de même nom se repoussent, les électrons seront repoussés par le pôle —, et, aussi, attirés par le pôle +, puisque deux électricités de noms contraires s'attirent. Il en résulte une confusion, contre laquelle on ne saurait trop se garder : dans les débuts de l'électricité (deuxième moitié du XVIII^e siècle), on avait choisi arbitrairement

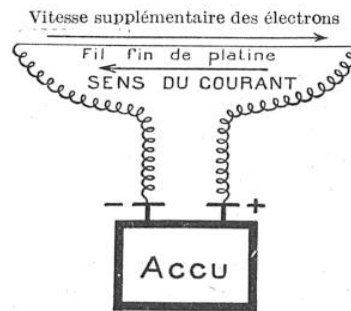


FIG. 2. — LE COURANT CONTINU

Quand on ferme un accu sur un fil fin de platine, les électrons prennent, en plus de leur agitation spontanée (fig. 1), un mouvement d'ensemble. Ce mouvement se produit en sens inverse du sens qu'on a malencontreusement choisi, il y a plus d'un siècle, comme sens du courant.

(1) Nous choisissons le platine pour simplifier, parce que le tungstène des filaments habituels brûle lorsqu'il n'est pas entouré de vide (ou de gaz inerte).

des signes (+ et —) pour les deux sortes d'électricité, pour ce que nous appelons aujourd'hui « un défaut et un excès d'électrons » ; on avait tout naturellement attribué un sens au courant électrique, et ce sens est le sens + — (fig. 2). Si c'était à refaire, on choisirait certainement le sens inverse ; mais, malheureusement, ce n'est plus « à refaire » : on ne saurait songer à inverser toutes les bornes des accus, des piles, des moteurs, des ampèremètres, des voltmètres, des électrolyseurs... qui existent de par le monde ; quelle confusion et quelles sources d'erreurs, voire d'accidents, lors de la période de transition, qui se prolongerait pendant plusieurs années ! On doit en prendre son parti : il suffit de savoir que le « sens du courant » est un sens fictif, qui ne correspond à aucune réalité, et que le « flux des électrons » est dirigé en sens inverse du « sens du courant ».

Le courant alternatif simple

Le « continu » va nous servir à faire comprendre en quoi consiste l'« alternatif ». C'est à ce but que nous nous bornons aujourd'hui ; mais indiquons tout de suite que, malgré les apparences, l'alternatif présente deux avantages considérables :

1° Il est plus facile à produire à partir de l'énergie mécanique, fournie par les chutes d'eau et les machines à vapeur (turbines en général) ;

2° Il est d'un transport beaucoup plus économique.

Ceci dit, pour n'y plus revenir, considérons l'appareil représenté par la figure 3 et qu'on nomme un *commutateur tournant* : le cylindre de bois, partiellement recouvert de cuivre, tourne dans le sens de la flèche à raison de 50 tours par seconde (3.000 tours par minute). La borne *A* est tantôt négative, tantôt positive ; la borne *C* est tantôt positive, tantôt négative. Si maintenant nous réunissons, non plus à + et à —, mais à *A* et à *C*, les deux bouts du fil de platine de la figure 2, celui-ci continuera à s'échauffer, puisque la chaleur dégagée ne dépend pas du sens du flux d'électrons ou, si l'on veut, du sens du courant : tout le monde sait bien, en effet, que, pour ajuster une lampe sur sa

douille, il n'y a aucune précaution à prendre relativement aux conducteurs qui se correspondent.

Certes, le commutateur tournant n'offre ici aucun intérêt pratique, mais c'est, sans doute, l'appareil le plus propre à faire comprendre ce qu'est le courant alternatif. On conçoit, sans plus de détail, que les électrons, sollicités tantôt vers *C* (cas de la fig. 3), tantôt vers *A* (un centième de seconde plus tard), et ainsi de suite, vont exécuter sur place des oscillations le long du fil de platine (fig. 2), et c'est cela le courant alternatif. Naturellement, ces oscillations ne font que se superposer aux mouvements électroniques spontanés sur lesquels nous avons si longuement insisté ci-dessus.

Toujours est-il que les électrons vont posséder une énergie supplémentaire, qui se retrouvera sous forme de rayonnement : l'alternatif est donc parfaitement propre à l'éclairage.

Pour entrer un peu plus dans le détail de ces oscillations électroniques, considérons (fig. 4) le cas des deux fils de jonction qui relient les bornes d'un secteur alternatif au culot d'une lampe à incandescence.

Dans l'un de ces fils (celui de gauche, par exemple), un électron *E* effectue des oscillations telles que *O A O C O*, dont l'amplitude *AO* est tout au plus de quelques millimètres, et dont la durée est $1/50^e$ de seconde ; la vitesse de l'électron est maximum, lorsqu'il passe par le point *O*. De même dans l'autre fil (celui de droite), un électron *E'* effectuera des oscillations telles que *O' A' O' C' O'*, de même amplitude et de même durée, la vitesse passant par son maximum au point *O'*. De plus, si, à un instant précis, l'électron du fil de gauche est en *E* se dirigeant de gauche à droite, l'électron du fil de droite sera à la position correspondante *E'*, se dirigeant lui aussi de gauche à droite avec la même vitesse : on dit que, dans un circuit parcouru par un courant alternatif, tous les électrons *E, E'*, sont « synchrones » ou « en phase ».

Il s'agit maintenant de pouvoir repérer les effets de l'alternatif par rapport à ceux du continu : en particulier, il est bien commode que les mêmes lampes puissent servir indistinctement sur les deux sortes de réseaux

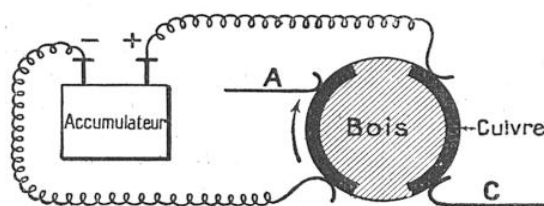


FIG. 3. — POUR COMPRENDRE CE QUE C'EST QU'UN COURANT ALTERNATIF

Le commutateur tournant — cylindre de bois recouvert de deux lames de cuivre — tourne à raison de 50 tours par seconde. On réunit les points A et C au fil fin de platine de tout à l'heure (fig. 2) : les électrons du fil de platine se mettent à osciller sur place ; on dit que le fil est parcouru par un courant alternatif.

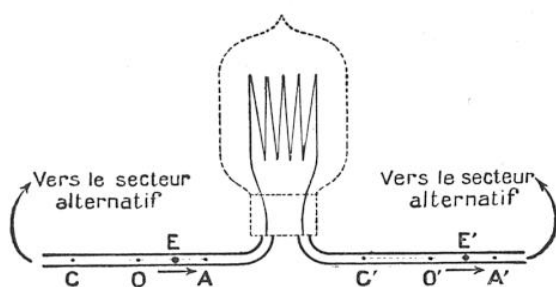


FIG. 4. — LES OSCILLATIONS D'ÉLECTRONS DANS LE COURANT ALTERNATIF SIMPLE

C'est le cas d'une lampe qu'on vient d'allumer. Les électrons E et E' des deux fils de jonction oscillent synchroniquement entre C et A et entre C' et A' ; on dit aussi qu'ils sont « en phase ». Les longueurs CA ou $C'A'$ atteignent tout au plus un centimètre.

de distribution. La question essentielle qui se pose est la suivante : quelle correspondance y aura-t-il entre la vitesse continue communiquée par un accu aux électrons (fig. 2) et la vitesse maximum des électrons en O (ou en O') (fig. 4) ? Le calcul et l'expérience sont d'accord : pour qu'un courant alternatif produise le même débit de chaleur qu'un courant continu, il faut que la vitesse maximum en O (fig. 4) soit 1 fois 414 plus grande (1) que la vitesse continue (fig. 2). Quand cette condition est remplie, on dit que l'intensité efficace du courant alternatif est égale à l'intensité du courant continu qu'il est capable de remplacer.

Ajoutons que les secteurs — aussi bien alternatifs simples que continus — fournissent à l'abonné une certaine tension : une tension d'un volt représente d'ailleurs la possibilité, pour l'abonné, d'obtenir un watt de puissance (2) toutes les fois qu'il fait passer dans son appareil un courant d'un ampère. Pour les réseaux continus, la tension choisie est maintenant 115 volts ; les lampes à incandescence pourront servir sur l'alternatif, si celui-ci produit une tension efficace de 115 volts, en d'autres termes si, 50 fois par seconde, la tension oscille entre + 163 volts et - 163 volts (163 est le produit de 115 par 1,414, c'est-à-dire par $\sqrt{2}$).

Résumons ce qui concerne l'alternatif simple par une comparaison tout à fait intuitive : certaines potions portent, sur leur étiquette : « Agiter avant de s'en servir ». L'agitation du liquide du flacon donne une image de l'oscillation des électrons (fig. 4)

(1) 1,414 c'est $\sqrt{2}$.

(2) Il faut 736 watts pour faire un cheval-vapeur. Voir, pour plus de détails, l'article sur « Les unités ». *La Science et la Vie*, n° 141, page 187.

sous l'influence d'une tension électrique alternative. Au contraire, la versée du liquide dans une cuiller à soupe est analogue à l'écoulement uniforme des électrons (fig. 2) soumis à une tension électrique continue.

Qu'est-ce que le triphasé ?

Le secteur de la rive gauche de Paris est de l'alternatif simple — on dit aussi monophasé — à 115 volts efficaces ; mais on emploie souvent, plus souvent même, en province et à l'étranger, des distributions à trois (ou à quatre) fils, qu'on nomme du triphasé. Nous allons faire comprendre brièvement en quoi consistent les deux types de montages triphasés, en triangle et en étoile.

1° Montage en triangle. — Trois fils $F_1 F_2 F_3$ arrivent à trois bornes $B_1 B_2 B_3$ (fig. 5) chez l'abonné, et il y a entre ces trois fils une tension alternative de 115 volts efficaces. L'abonné dispose alors trois lampes habituelles $L_1 L_2 L_3$ entre les bornes $B_1 B_2$, $B_2 B_3$ et $B_3 B_1$; naturellement, il est libre de n'en allumer qu'une ou deux, grâce aux commutateurs $K_1 K_2 K_3$, indiqués sur la figure schématique 6, qui explique clairement le nom de « en triangle » de ce montage.

Les machines génératrices, qui tournent dans les usines électriques, ont pour effet de faire osciller les électrons dans les trois fils $F_1 F_2 F_3$; mais, à l'inverse de ce qui se passe pour l'alternatif simple (électrons $E E'$ de la fig. 4), les électrons $E_1 E_2 E_3$ (fig. 5) ne sont pas « en phase ». La durée d'une oscillation complète (telle que $O_1 A_1 O_1 C_1 O_1$) est à nouveau un cinquantième de seconde, mais les trois électrons se courent l'un après l'autre, chacun d'entre eux suivant l'autre à un cent cinquantième de

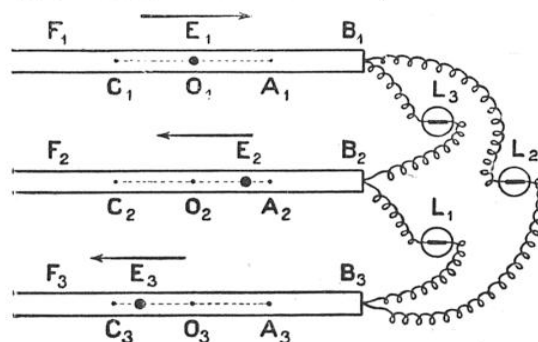


FIG. 5. — LES OSCILLATIONS D'ÉLECTRONS DANS LE TRIPHASÉ

$F_1 F_2 F_3$ sont les fils d'arrivée du courant chez l'abonné. Quand les lampes $L_1 L_2 L_3$ sont allumées, les électrons $E_1 E_2 E_3$, qui oscillent chacun à raison de 50 périodes par seconde, se suivent à un cent cinquantième de seconde.

seconde d'intervalle, comme l'indique clairement la figure 5.

Dernière remarque : supposons que chacune des lampes $L_1 L_2 L_3$ consomme un ampère, autrement dit que chacune des phases $B_1 L_3 B_2$, ou $B_2 L_1 B_3$, ou $B_3 L_2 B_1$ soit traversée par un ampère (efficace), les courants dans les fils $F_1 F_2 F_3$ seront de 1 ampère 732, c'est-à-dire de 1 multiplié par $\sqrt{3}$. Quant à la tension efficace « entre fils », elle est évidemment égale à la tension efficace « entre phases ».

2° *Montage en étoile.* — Ce second montage est, en quelque sorte, complémentaire du précédent. Il arrive chez l'abonné (fig. 7) les trois fils $F_1 F_2 F_3$, où les oscillations électroniques sont les mêmes que précédemment (fig. 5), mais, en outre, un quatrième fil, dit *fil neutre N*, qu'on pourrait tout aussi bien supprimer : il faudrait alors réunir métalliquement le point O — centre de l'« étoile » — au sol, c'est-à-dire, par exemple, à la canalisation d'eau.

Nous avons à nouveau trois phases $B_1 L_3 O$, $B_2 L_1 O$ et $B_3 L_2 O$. Ici les courants « dans les phases » sont égaux aux courants « dans les fils ». Mais la tension *entre fils* (entre F_1 et F_2 , entre F_2 et F_3 , entre F_3 et F_1) doit être 200 volts efficace (c'est-à-dire 115 multiplié par 1,732, soit 115 multiplié par $\sqrt{3}$), pour que la tension *entre phases* (entre B_1 et O , entre B_2 et O , entre B_3 et O) soit 115 volts efficace.

Lorsque les trois lampes $L_1 L_2 L_3$ (supposées identiques) sont allumées, le courant dans le fil neutre N est nul ; on pourrait supprimer ce fil N et ainsi on amènerait — ce qui peut paraître à première vue paradoxal — trois courants au moyen de trois fils $F_1 F_2 F_3$. Le fil neutre N n'est là que pour parer au déséquilibre des phases, c'est-à-dire à la latitude qu'on laisse à l'abonné

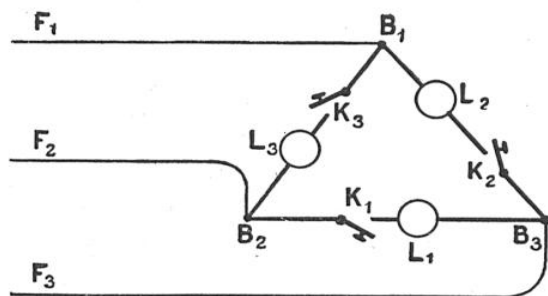


FIG. 6. — MONTAGE EN TRIANGLE

C'est la reproduction schématisée de la figure 5. $K_1 K_2$ et K_3 sont trois commutateurs, qui permettent d'allumer une, deux ou trois des lampes $L_1 L_2 L_3$.

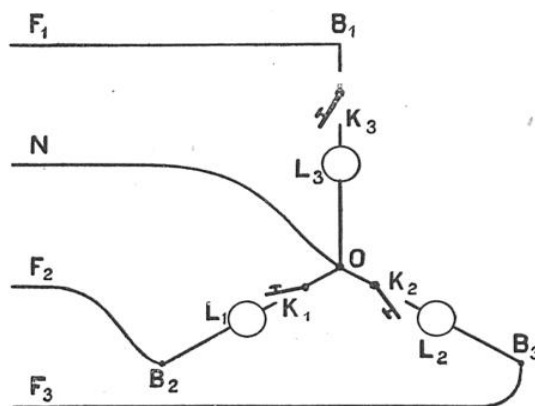


FIG. 7. — MONTAGE EN ÉTOILE

Au lieu des trois fils $F_1 F_2 F_3$ (fig. 6), il y en a quatre : le fil N est appelé *fil neutre* ou « neutre ». La tension entre F_1 et F_2 est 200 volts, pour que la tension entre B_1 et O soit à nouveau 115 volts (comme entre B_1 et B_2 , fig. 6).

de n'allumer qu'une ou deux lampes à sa guise, en agissant sur les commutateurs $K_1 K_2 K_3$. Dans tous les cas, le fil neutre N n'est jamais parcouru que par un courant très faible par rapport à ceux qui traversent les fils principaux $F_1 F_2 F_3$.

Naturellement, une faute de montage, par exemple la réunion des deux bornes de la lampe L_3 aux fils F_1 et F_2 , ferait passer dans L_3 non plus un ampère, mais 1 ampère 732 : la lampe survoltée grillerait, sans parler des plombs placés sur F_1 et F_2 qui risqueraient de sauter.

Le montage en étoile est, en principe, plus économique que le montage en triangle, parce qu'il transporte l'énergie électrique sous une tension plus élevée (200 volts efficace au lieu de 115), mais les dangers d'électrocution sont plus importants.

Telles sont les données essentielles qu'il faut bien connaître et bien comprendre, en ce qui concerne les courants alternatifs simple et triphasé. Le triphasé s'impose de plus en plus, par suite du meilleur rendement de production et de transport, et, aussi, grâce aux surprenantes qualités des moteurs asynchrones (1). L'électrification des campagnes, vaste programme en voie de réalisation, a choisi le triphasé ; et les turboalternateurs triphasés — les alternateurs triphasés mus par des turbines à vapeur — sont, pour autant qu'on peut l'affirmer pour l'instant, les génératrices de l'avenir, celles qui, tôt ou tard, supplanteront toutes les autres.

MARCEL BOLL.

(1) Voir *La Science et la Vie*, décembre 1928, p. 465.

POURQUOI DORMONS-NOUS ?

Par Raphaël DUBOIS

La légèreté du sommeil de l'homme, la rapidité de son réveil empêchent les physiologues d'étudier sur nous-mêmes les causes et le mécanisme du sommeil. De même que le cinéma au ralenti nous permet de suivre aisément les mouvements rapides des organes des machines, de même les animaux dont le sommeil dure pendant une saison entière, dont le réveil se fait lentement, doivent faciliter la tâche de l'expérimentateur. La marmotte, le plus connu des animaux dits « hibernants », devait tout naturellement servir de sujet d'expériences. Notre savant collaborateur, le professeur Raphaël Dubois, a conçu une théorie du sommeil, basée sur la quantité d'acide carbonique dont le sang est chargé. C'est « l'autonarcose carbonique ». Chose curieuse, le même acide carbonique, qui engendre le sommeil, produit également le réveil. M. Raphaël Dubois nous montre ici clairement le mécanisme du sommeil et du réveil. C'est le dernier article qu'il a écrit pour La Science et la Vie, quelques mois avant sa mort survenue à la fin du mois de janvier 1929.

C'EST, à mon sens, une regrettable erreur, accréditée gratuitement par certains auteurs, que le sommeil des mammifères hibernants, tel que celui de la marmotte, est quelque chose de tout à fait différent de notre sommeil quotidien.

J'ai démontré que cette opinion ne repose sur aucun fondement sérieux par des expériences poursuivies à mon ancien laboratoire de la Faculté des Sciences de Lyon pendant plus de sept années : elles ont été consignées dans un ouvrage trop volumineux pour être très répandu et facilement consulté (1).

C'est ce qui justifie le présent article, consacré, en outre, à l'exposé succinct de ma théorie générale du sommeil, phénomène qui constitue le tiers de notre vie et que l'on considère encore souvent, à tort, comme inexplicable et même inexplicable.

Que faut-il entendre par animaux hibernants ?

On appelle « animaux hibernants » ceux qui, pendant l'hiver, tombent dans un état de torpeur plus ou moins profond, plus ou moins prolongé que l'on nomme *sommeil hibernant*.

Dans nos climats, ce sont de beaucoup les animaux les plus nombreux. Pendant la saison froide, en dehors de nos cités, la Nature entière semble endormie. Beaucoup d'oiseaux ont émigré vers des régions plus hospitalières : à part les humains et leurs animaux domestiques, on ne rencontre plus en état

de veille que quelques rares oiseaux sédentaires, des fauves, comme le renard, des sangliers et quelques herbivores sortant peu de leurs gîtes ou de leurs terriers. De même que nous, tous sont des animaux « à sang chaud » ou, comme on dit encore, à température constante, parce qu'elle reste fixe malgré les variations thermométriques du milieu extérieur ; les physiologistes les appellent, pour cette raison, « animaux homéothermes ». C'est grâce à la faculté, très développée chez eux, de produire beaucoup de chaleur qu'ils peuvent rester en état d'activité par des froids parfois excessifs de plus de 50 degrés au-dessous de zéro, par exemple dans les régions polaires, mais avec des moyens de protection suffisants.

Les animaux hibernants forment la grande majorité des êtres vivants

Ces homéothermes constituent une infime minorité recrutée exclusivement parmi les oiseaux et les mammifères. Chez l'immense majorité des êtres vivants, y compris les végétaux, la vie se ralentit pendant l'hiver au point de simuler parfois la mort ; elle devient alors, comme on dit, latente.

La veille des animaux à sang froid est fonction de la température extérieure

Parmi ces organismes que le froid engourdit, il convient d'établir deux catégories absolument distinctes. La première comprend tous les animaux dits « à sang froid » ou « à température variable » parce que leur corps suit les fluctuations de celles du milieu ambiant. Ils peuvent donc ne pas avoir la même température à des moments différents, mais

(1) *Etude sur le mécanisme de la thermogénèse et du sommeil*, 338 pages, 119 figures et 125 planches. Ouvrage couronné par l'Institut (prix Montyon pour la physiologie).

elle est toujours très voisine de celle de l'extérieur. On les désigne sous le nom d'« animaux hétérothermes ». Ainsi sont, parmi les vertébrés, les batraciens, les chéloniens ou tortues, les lacertiens ou lézards, les reptiles et les poissons et, parmi les invertébrés, l'innombrable foule des mollusques, crustacés, insectes, vers, etc. Presque tout ce qui marchait, sautait, rampait, volait, nageait et chantait la joie de vivre, en été, a disparu. Beaucoup sont cachés dans des abris choisis par eux ou par leurs parents, beaucoup aussi sont morts, mais après avoir mis en sûreté leurs

héritiers, leurs larves ou leurs œufs. Quelques-uns pourtant ont pu garder toute leur activité, mais ce sont des parasites empruntant aux homéothermes la chaleur nécessaire qu'ils ne sauraient produire par eux-mêmes. La température ambiante joue donc, dans cette catégorie, un grand rôle pour la conservation de l'état de veille. C'est là ce qui sépare nettement ces animaux à température variable de la première catégorie de ceux chez lesquels un froid, même modéré, provoque le réveil, comme cela se voit chez les mammifères hibernants, qui constituent la seconde catégorie des animaux à température variable, dont il sera bientôt question. Contrairement à ce qui arrive pour ces derniers, beaucoup d'animaux hétérothermes de la première catégorie, peuvent supporter des froids artificiels excessifs, comme cela se voit chez quantité de mollusques, de crustacés, d'insectes.

J'ai pu, jadis, abaisser à une température voisine de 60 degrés au-dessous de zéro, obtenue avec le mélange de gaz carbonique solidifié et d'éther, des larves de ver luisant sans éteindre leur lanterne et sans les faire périr. Avec des ménagements convenables, on peut congeler des grenouilles, dont les membres deviennent alors fragiles comme du verre et les réveiller en les dégelant lentement. Cette faculté permettrait, sans doute, de recevoir vivants des poissons et autres animaux marins loin des lieux de pêche, procédé qu'il ne faut pas confondre avec la réfrigération qui ne conserve que des cadavres.

Les animaux à sang chaud se réveillent s'il fait trop froid

Chez les mammifères hibernants, au contraire, sous l'influence d'un froid extérieur, même modéré, la température du corps peut descendre de + 37 degrés à + 4 ou + 5 degrés centésimaux, c'est-à-dire subir une chute de plus de 30 degrés, mais il ne pourra sans danger la dépasser. Si la température extérieure approche de zéro, par un mécanisme physiologique qui sera exposé plus loin, l'animal se réchauffe spontanément et se réveille. Il lui

sera possible de rester en état de veille pendant un temps plus ou moins long, suivant que le froid extérieur sera plus ou moins vif, mais, ayant épuisé les réserves élaborées pendant son sommeil, il ne pourra pas lutter indéfiniment contre ce dernier : sa température s'abaissera de nouveau, il retombera dans la torpeur et mourra sans réaction nouvelle, comme un homme vaincu par la fatigue qui s'endort exposé à un froid extérieur rigoureux, si la température continue à descendre.

Ce qui semble paradoxal, mais que l'expérience expliquera plus loin facilement, c'est que le même agent, le froid, qui a causé le sommeil, puisse aussi produire le réveil. Pour cette raison, et pour

d'autres encore, les mammifères hibernants constituent une catégorie très spéciale, en ce sens que, pendant la saison chaude et pendant les périodes de réveil du sommeil hivernal, qui ont lieu un jour par mois pour la marmotte, ils se comportent comme des animaux homéothermes et, pendant leur sommeil hivernal, comme des hétérothermes, dont la température peut varier, mais dans de certaines limites seulement, avec celle du milieu ambiant : on peut donc dire que ce sont des animaux « homéohétérothermes ». Entre ces derniers et les véritables homéothermes, il n'y a pas de transition brusque grâce à l'existence des « mammifères faux hibernants » : le blaireau et l'ours, par exemple, appartiennent à ce groupe physiologique de passage. Enseveli sous la neige ou blotti, immobile, dans sa tanière, l'ours peut rester



MARMOTTE ÉVEILLÉE

longtemps sans manger, grâce à la graisse qu'il a accumulée dans ses organes. Son sommeil, plus ou moins profond, suivant le degré de froid extérieur, ne va pas jusqu'à la torpeur, car sa sensibilité reste éveillée et il peut, s'il est menacé, retrouver rapidement son agilité et se mettre en état de défense. Il ne semble donc pas que sa température interne soit notablement abaissée et, d'ailleurs, dans les régions glacées, on reconnaît facilement sa présence sous la neige au léger nuage de vapeur qui s'échappe constamment de l'orifice par lequel il respire.

Tous les animaux hibernants ne se comportent pas de la même façon

Le comportement physiologique des véritables mammifères hibernants est différent.

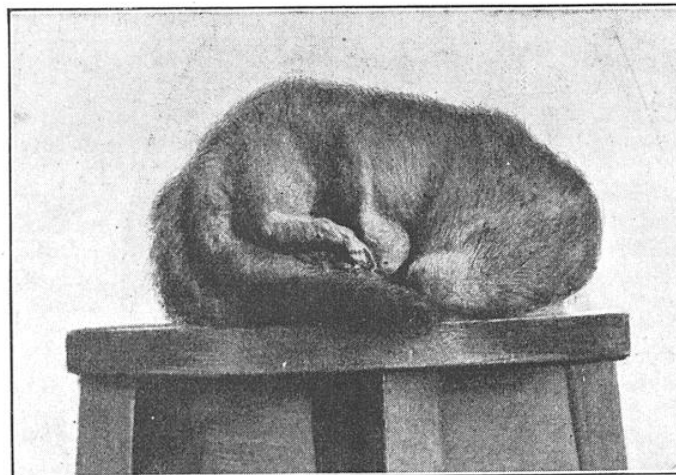
Systématiquement, ils appartiennent à trois ordres distincts : les *chiroptères*, représentés par les chauves-souris ; les *insectivores*, comprenant les hérissons, et les *rongeurs* formant le groupe de beaucoup le plus important et auquel appartient le plus beau type de mammifère hibernant : la marmotte commune des Alpes (*arctomys marmota*). Cet ordre renferme encore le loir, fort apprécié comme petit gibier du temps des Romains et qui fréquente nos vergers, le lérot et le muscardin habitant aussi nos régions. En dehors d'elles, on rencontre les *hamsters* qui émigrent parfois en masses compactes, tout à coup, comme sur un ordre de mobilisation, sous des influences cosmiques encore mal définies : secousses sismiques, orages, perturbations magnétiques ou des courants électriques telluriques... Ils se dirigent alors de l'est à l'ouest, dans le sens principal de ces derniers, et en sens inverse du mouvement de rotation de la Terre, comme les grandes migrations des hommes expliquées par ma théorie (1).

(1) Voir *La Science et la Vie* : « Les origines naturelles de la conflagration européenne », juillet 1916.

On peut encore citer les *spermophiles* ou *siezens*, qui amassent de grandes provisions de grains dans leurs terriers, tandis que d'autres mammifères hibernants, comme la marmotte, peuvent vivre six mois sans boire ni manger ; les *tamias* ou écureuils terrestres striés de Sibérie, les palatouches des mêmes régions. Il y a encore les *cynomys* ou chiens-rats, dont les plus curieux sont les *cynomys* sociaux de la Louisiane dont les habitations, formant de véritables villages, sont reliées par des chemins battus. Ils n'amassent aucune provision dans leurs terriers où ils se réfugient en au-

tomne et qu'ils ferment avant de tomber en léthargie. Au dire des Indiens, les *cynomys* ouvrent parfois leur demeure avant la fin des froids et ce serait là un signe certain bien étrange, peut-être explicable par des influences cosmiques qui n'impressionnent pas les hommes.

Un fait important à noter est que, dans un même ordre, dans une même famille, il y a des espèces très voisines des autres mais qui n'hivernent pas. Comme on l'a vu, il y en a qui mangent dans l'intervalle de leurs périodes de sommeil hibernant et d'autres qui observent un jeûne complet. La même espèce peut hiverner dans certaines régions et, dans d'autres, perdre cette habitude, ce qui arrive, d'ailleurs, à notre marmotte quand elle est domestiquée. Tout cela prouve bien qu'il ne s'agit pas d'organismes présentant une organisation exceptionnelle, mais seulement d'êtres adaptés à un genre de vie particulier, en rapport avec le milieu ambiant, naturel et ancestral. Le grand développement de la glande dite « hibernale », qui correspond au ris ou thymus des jeunes mammifères, et celui du tissu adipeux ne constituent pas des caractères anatomiques et physiologiques suffisants pour séparer systématiquement les individus d'une même espèce qui tombent en sommeil hibernant de ceux qui n'hivernent pas. Ce sont autant de preuves



MARMOTTE EN PROFOND SOMMEIL HIBERNAL

à ajouter à celles qui démontrent l'erreur de ceux qui nient l'identité du sommeil hivernal des mammifères et de notre sommeil quotidien.

La marmotte est le mieux connu des mammifères hibernants

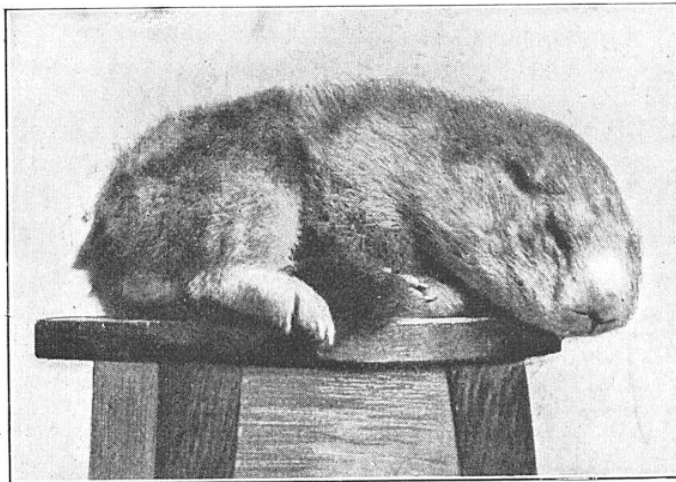
Le mammifère hibernant le mieux connu au point de vue de ses mœurs, de son anatomie et de sa physiologie (1) est certainement notre marmotte vulgaire, qui prend ses ébats, dans la belle saison, sur les prairies des Alpes ou des Pyrénées, à la limite des neiges éternelles, où elle trouve quantité abondante d'herbes et de racines succulentes qui lui permettent de fabriquer rapidement l'énorme provision de graisse qu'elle possède au moment où elle prend, avec sa famille, ses quartiers d'hiver dans de vastes terriers bientôt recouverts de neige, et où vont les déterrer les montagnards qui attribuent à cette graisse des propriétés médicinales merveilleuses.

L'atmosphère confinée de ces terriers n'est pas indispensable au sommeil, dont j'ai vu les périodes se succéder régulièrement dans les sous-sols de mon laboratoire, à la température régulière moyenne de $+ 10^{\circ}$ chez des sujets que nous y conservons en observation par douzaines. Cette circonstance a permis de détruire, entre autres, cette erreur qui consiste à croire que la Lune a une influence sur l'époque des réveils qui, dans le cœur de l'hiver, se produisaient bien tous les vingt-huit jours, en moyenne, mais à des dates différentes. Si les partisans de la spécificité du sommeil hivernal avaient, comme nous, assisté maintes fois et pendant plusieurs années, à l'évolution de ce phénomène, ils n'auraient sans doute pas emprunté à un petit manuel allemand, pour combattre ma théorie générale du sommeil par *auto-narcose carbonique*, l'erreur qu'ils ont si malencontreusement propagée.

(1) Voir *La physiologie de la marmotte*, loc. cit.

Le passage du sommeil quotidien au sommeil hivernal se fait, d'ailleurs, progressivement, presque insensiblement au début. Peu à peu, la durée des sommeils quotidiens s'allonge jusqu'à vingt-quatre heures, puis deux, trois, quatre et, finalement, vingt-six à vingt-huit jours. La marmotte ne se réveille que pour éliminer les urines et les excréments résultant uniquement de son autophagie qui, d'un herbivore, en fait un véritable carnivore. Pendant cent soixante-cinq jours d'hivernation, la marmotte perd un quart de son poids, soit 200 grammes, composés de

85 grammes de graisse, de 25 grammes d'albuminoïdes et de 90 grammes d'eau. J'ai pu calculer qu'ainsi sa dépense physiologique hivernale égale seulement celle de douze jours de vie estivale. Les variations de poids et les dépenses qui leur correspondent ont été enregistrées avec le plus grand soin par la balance de Rédiér



MARMOTTE AU DÉBUT DE SON RÉVEIL

et, chose curieuse, signalée aussi chez l'homme par Bouchard, elle a marqué parfois, malgré le jeûne absolu, de légères augmentations de poids passagères, dues très probablement à la fixation d'oxygène et à la rétention du gaz carbonique. En raison de la faible dépense physiologique pendant l'hibernation, on peut donc répéter avec raison ce qu'on a dit à propos du sommeil quotidien : « Qui dort dine » et faire remarquer combien il serait précieux pour l'homme de pouvoir imiter la marmotte en cas de disette ou de chômage, à la condition, toutefois, qu'il ait à sa disposition quelques aliments de réserve ou quelques provisions pour les périodes de réveil.

Le sommeil de la marmotte et celui de l'homme

Rien encore n'est plus convaincant de l'identité des deux sommeils que d'observer une marmotte qui lutte contre l'un ou l'autre : la tête s'infléchit, puis se redresse par soubresauts brusques qui deviennent de

plus en plus espacés jusqu'à ce que l'animal se couche en se roulant en boule, comme les chats et beaucoup d'autres mammifères pour réaliser le minimum de refroidissement par rayonnement. Le museau est enfoui sous la queue touffue, qui emmagasine de l'air confiné, geste qui correspond à celui de l'oiseau qui met la tête sous l'aile, de la chauve-souris en hibernation qui enveloppe sa tête des siennes, et du dormeur enseveli sous les couvertures pour faciliter la venue du sommeil. Qui ne sait, d'ailleurs, que l'air confiné d'une salle de réunion trop petite engendre fatalement la somnolence ?

Dans l'état de torpeur de la marmotte, il ne reste plus, comme dans notre sommeil profond, que quelques réflexes inconscients, mais, en raison de l'hypothermie, le réveil est beaucoup plus lent et toutes ses phases se déroulent lentement, ce qui permet d'étudier toutes les particularités de ce processus physiologique avec les ressources précieuses de la méthode expérimentale : appareil enregistreur, etc... C'était l'animal le plus apte à donner enfin la clef de la véritable théorie du sommeil, cherchée en vain chez les homéothermes comme l'homme et le chien, dont le sommeil est trop léger et trop fugace pour se prêter à une étude approfondie.

Toutes les particularités qui ont pu être notées chez les mammifères non hibernants se retrouvent chez la marmotte, où elles sont de tous points comparables, en tenant compte, bien entendu, du ralentissement de l'activité fonctionnelle proportionnelle à l'abaissement de la température interne du sujet. Non seulement les excréments, mais aussi les sécrétions sont conservées ; on observe le ralentissement des mouvements du cœur, de ceux de la respiration, la diminution de la tension intravasculaire, des échanges respiratoires, des combustions, de la calorification, la conservation des réflexes sensoriels, le réveil spontané ou provoqué,

etc., etc. On constate, en outre, que, pas plus que le sommeil quotidien, le sommeil hibernant n'est un simple repos, une fonction seulement passive : elle est aussi une fonction active en ce sens que, dans la profondeur de l'organisme, s'effectuent des travaux de synthèse pour réparer les pertes résultant de la veille et préparer de nouvelles réserves telles que le glycogène du foie, ou amidon animal, au moyen de la graisse. Transformé en sucre au moment du réveil, il est déversé dans le sang pour alimenter principalement le travail, à ce moment très accéléré, du cœur et des muscles respiratoires et faire remonter souvent à 37 degrés,

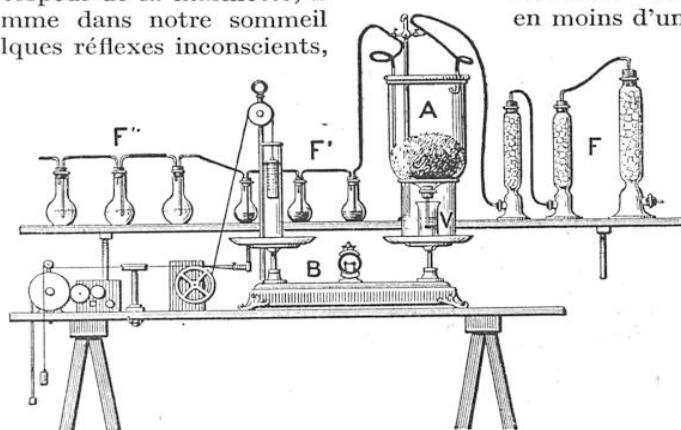
en moins d'une heure, la température centrale abaissée parfois de plus de 30 degrés dans la torpeur.

Mais si la comparaison de la marmotte avec un véritable homéotherme, de même que celle de son comportement dans la belle saison et pendant l'hiver, nous montrait jusqu'à l'évidence l'identité du sommeil quotidien et du sommeil hibernant, elle ne nous

fournissait l'explication du mécanisme intime ni de l'un ni de l'autre.

Le rôle curieux du gaz carbonique et du froid dans le sommeil

Un peu avant l'apparition du sommeil, alors que la température commence à baisser, comme dans notre cas, le gaz carbonique commence également à s'accumuler dans le sang. Cette augmentation continue jusqu'au moment du réveil, qui débute dès que le sang est chargé d'une quantité de gaz carbonique suffisante pour exciter le bulbe et un autre centre nerveux situé un peu au-dessus de lui et, comme lui, chargé de régler les mouvements respiratoires. Alors, ceux-ci augmentent de fréquence et d'amplitude, comme ceux de la circulation. L'irrigation sanguine et la ventilation pulmonaire étant brusquement accrues, l'excès



DISPOSITIF POUR ÉTUDIER LES VARIATIONS DE POIDS DE LA MARMOTTE EN HIBERNATION

A, cloche renfermant la marmotte ; B, balance enregistreuse de Rédier ; F, flacons pour la dessiccation et la décarbonisation de l'air ; F', flacons pour le dosage de la vapeur d'eau ; F'', flacons pour le dosage de l'acide carbonique ; V, vase pour recueillir les urines sous une couche d'huile.

de gaz carbonique est très rapidement chassé et l'hibernant reprendrait aussitôt l'activité de l'état de veille d'un homéotherme réveillé, s'il n'avait à vaincre l'engourdissement provoqué par le refroidissement subi pendant son sommeil. La cause initiale de ce dernier s'explique facilement par les mesures calorimétriques qui montrent que c'est à la température extérieure de $+ 10$ degrés centésimaux que le rayonnement de l'animal est le plus actif. Or, c'est précisément celle qui est la plus favorable à l'ensommeillement. Comme, dans notre sommeil quotidien, la température du corps, qui avait commencé à baisser avant le sommeil, continue à descendre jusqu'au moment du réveil, où elle se relève avec la reprise d'activité de toutes les fonctions. On a objecté que si le gaz carbonique résultant de la lutte contre le refroidissement, continuait à s'accumuler dans le sang, le sommeil ordinaire devrait être plus profond avant le réveil, ce qui n'est pas le cas. Cette contradiction n'est qu'apparente parce que l'action « réveillante » de gaz carbonique ne se produit pas d'emblée, mais progressivement, à partir d'un certain degré de saturation. L'expérience prouve que la même cause qui a produit le sommeil, agit plus tard en sens inverse.

La marmotte lutte, comme nous luttons nous-mêmes, consciemment ou inconsciemment, contre l'envahissement du sommeil, et, pour cela, elle dépense ses réserves de combustible, d'où l'augmentation constatée du gaz carbonique du sang ; or, personne ne peut contester que celui-ci soit à la fois un agent narcotique et même anesthésique, ainsi qu'un hypothermisant puissant. Il peut ralentir et supprimer toutes les combustions, même les combustions physiologiques, et c'est pour cette raison qu'il est utilisé comme extincteur des incendies. On doit donc le considérer comme le frein automatique le plus admirable qu'on puisse imaginer de notre calorification et de toutes nos dépenses énergétiques. Avant nos recherches sur l'hibernation, on le considérait comme un simple déchet encombrant, plutôt nuisible, alors que son importance physiologique est plus grande que celle qui a été attribuée par Lavoisier à l'oxygène, puisque c'est le gaz carbonique qui règle l'activité de ce dernier ; il en est le maître, qui dit : « Tu iras jusque là, mais pas plus loin. » Cette importante vérité pourtant si longtemps méconnue, d'une manière véritablement incompréhensible, tant elle est évidente, ressort encore plus nettement peut-être de nos nombreuses

recherches sur la production de la lumière par les êtres vivants (1).

La propriété antithermique du gaz carbonique permettrait assurément de l'utiliser pour combattre la fièvre, ainsi qu'il résulte de mes expériences sur l'inhalation des mélanges d'oxygène et d'acide carbonique.

On s'explique clairement comment le même agent extérieur, le froid, et le même agent interne, le gaz carbonique, peuvent, agissant de concert, provoquer les alternatives de sommeil et de veille, et comment se forme le lien rattachant la veille, le travail et la fatigue au sommeil et au réveil, seul critérium d'une théorie acceptable du sommeil, comme l'avait si bien dit, jadis, de Errera (2).

Le sommeil est le résultat d'une influence cosmique

Passant à un autre ordre d'idées plus général encore, comment ne pas reconnaître aussi que le sommeil n'est que le résultat d'une adaptation à la succession périodique des jours et des nuits, c'est-à-dire des variations quotidiennes du rayonnement solaire, finalement de la rotation de la Terre sur elle-même, c'est-à-dire d'une influence cosmique de premier ordre à laquelle nous ne prêtons aucune attention parce que nous y sommes accoutumés, comme le poisson des abîmes doit ignorer l'eau, comme les anciens ont si longtemps méconnu l'air ? On ne fait que commencer à s'apercevoir des terribles sanctions résultant de l'infraction à la loi naturelle, qui veut que l'on dorme la nuit et que l'on ne veille que le jour.

On peut encore faire un autre rapprochement entre notre sommeil quotidien et le sommeil hibernant, saisonnier. Il y a, dans la journée et la nuit, quatre phases distinctes, bien accusées par le processus de notre calorification, qui sont pour ainsi dire l'image des quatre saisons : le matin, qui est le réveil de l'individu, comme le printemps est celui de la nature ; la journée, qui est l'été ; le soir représentant l'automne et la nuit, l'hiver. C'est pendant la nuit et pendant l'hiver que le sommeil l'emporte sur la veille, et l'on a pu voir comment on passe insensiblement du sommeil quotidien au sommeil hibernant. Ce dernier n'est plus, il est vrai, une adaptation au mouvement de rotation de la Terre sur elle-même, mais à une autre grande influence cosmique de l'ordre aussi de celles qui nous laissent indifférents : celle de la translation du globe autour du Soleil.

RAPHAËL DUBOIS.

(1) Voir *La Science et la Vie*, juillet 1919.

(2) Voir *La Science et la Vie*, septembre 1925.

QU'EST-CE QUE L'ÉLECTROCUTION ?

Par Marcel BOLL

DOCTEUR ÈS SCIENCES

Dans l'intéressante étude publiée d'autre part dans le présent numéro, M. Barbillion expose le délicat problème des transports d'énergie électrique à haute tension et à grande distance, tant au point de vue de la sécurité des centrales qu'au point de vue de celle des abonnés. Il y a lieu de remarquer, cependant, qu'il n'y a pas que le courant à haute tension qui présente un danger réel, et dans certaines circonstances de la vie ordinaire — malheureusement trop fréquentes — le vulgaire « 115 volts » suffit à provoquer des accidents mortels. Aussi avons-nous pensé qu'il était fort opportun de rappeler à nos lecteurs, par un exposé précis, les dangers que présentent les installations particulières, et les précautions qu'il y a lieu de prendre pour se mettre à l'abri des accidents.

DEUX sortes de périls guettent les abonnés aux compagnies de distribution d'énergie électrique, c'est-à-dire n'importe qui, puisque nous nous servons tous de la lumière électrique, puisque nous employons presque tous des radiateurs électriques, des fers à repasser électriques, voire de petits moteurs. Ce sont des dangers d'incendie et des dangers d'électrocution.

Nous ne parlerons ici des premiers que pour mémoire, car on peut dire qu'ils ont à peu près disparu de la civilisation contemporaine. L'abonné est, en effet, protégé contre eux par des « fusibles » ou *plombs*, qui « sautent » dès que le courant devient trop fort, dès qu'il risque d'échauffer notablement les isolants des conducteurs et les moulures qui les entourent. Remarquons, en passant, que les plombs ne doivent être ni trop minces ni trop gros : trop minces, ils fondent à chaque instant, et on passe son temps à les « changer » ; trop gros — ou encore si on commet l'imprudence de les remplacer par du fil de cuivre —, une surcharge fait fondre les « plombs du secteur » placés sous scellés, et on encourt une « panne », qui durera jusqu'à ce que les employés du réseau, prévenus, veuillent bien se déranger.

D'une manière générale, les fusibles doivent fondre pour une intensité double de l'intensité normale. Ainsi, lorsqu'on dispose d'un compteur de 10 hectowatts (c'est-à-dire pouvant laisser passer, sous 115 volts, un peu moins de 9 ampères), les plombs *généraux* — sous coffret vitré — fondent lorsque le courant dépasse 17 ampères. De même, les plombs qui protègent le circuit d'une lampe de 100 watts (soit un peu plus de 100 bougies) sauteront pour

moins de 2 ampères. Bref, une expérience déjà longue a montré que, malgré les énnuis qu'ils causent, malgré les ascensions sur un marchepied, un bougeoir au poing gauche, les fusibles assurent aux usagers une sécurité à peu près complète ; les courts-circuits, en particulier, qui provoqueraient des intensités énormes (des milliers d'ampères), provoquent une rupture instantanée du courant par la fusion du plomb.

Passage du courant dans le corps humain

Au point de vue électrique, le corps humain fonctionne comme une solution diluée de sel marin, dont la résistance, dans les cas les plus favorables, est de l'ordre de 5.000 ohms ; notre corps est donc équivalent à quarante lampes de 100 watts placées « en série », à la suite les unes des autres. On voit donc que, soumis à la tension du secteur, par l'intermédiaire de deux tampons d'ouate imbibés d'eau salée et reposant l'un sur le bras, l'autre sur le mollet, le courant serait d'environ 20 milliampères : une telle expérience serait non seulement désagréable, mais dangereuse. Au contraire, on peut, avec l'index et le médius *bien secs* frôler, pendant un temps très court, les deux bornes d'un commutateur pour se rendre compte si « le courant est mis ».

Il faut insister sur ce fait que le courant qui passe à travers le corps dépend non seulement de la tension appliquée, mais aussi de la surface des contacts et de leur nature : l'humidité, notamment, assure de très bons contacts. Méfions-nous des jets liquides de toute nature : des pompiers ont été électrocutés en dirigeant leurs lances sur des câbles

reliés au secteur. Et plusieurs personnes ont trouvé la mort en prenant leur bain, pour avoir tiré une chaîne accidentellement réunie à un pôle du réseau ou même pour s'être servis d'un appareil téléphonique mal isolé.

Citons, pour n'y plus revenir, trois applications du passage du courant électrique dans le corps humain :

1° *L'électrodiagnostic*, qui est l'étude des réactions des nerfs et des muscles aux courants continu et alternatif (les médecins disent : courants « galvanique » et « faradique »). On décèle, par cette méthode, des lésions, des paralysies, etc. ;

2° *L'électrothérapie* ou traitement par le courant électrique, qui comprend plusieurs variantes : l'électrolyse des liquides qui baignent les tissus ; l'ionothérapie ou apport de médicaments par l'électrolyse à l'intérieur des tissus ; la diathermie ou dégagement de chaleur par des courants de haute fréquence pour coaguler les albumines (la fréquence est de l'ordre de 100 millions de périodes par seconde ou, comme on dit, de 100.000 kilocycles et le dégagement de chaleur peut atteindre 250 petites calories par seconde) ;

3° *L'électrocution*, en faveur en Amérique, consiste à soumettre le condamné à mort à une tension de 2.000 volts pendant sept secondes, puis de 200 volts pendant trente secondes, et enfin de 2.000 volts pendant une seconde.

Les dangers d'électrocution

Les accidents causés par l'électricité paraissent quelque peu capricieux. C'est que les facteurs qui interviennent sont extrêmement complexes : nous avons déjà signalé l'importance des surfaces en contact et de leur humidité ; l'organe traversé par le courant a aussi une importance primordiale : dans les mêmes conditions où un bras ou un mollet ne subissent que des brûlures superficielles, la mort serait immédiate si le cerveau était atteint. Il est donc difficile de fixer l'intensité dangereuse ou mortelle.

1° En courant continu, une intensité de 20 milliampères est douloureuse ; une intensité trois fois plus forte peut occasionner des accidents. Il ne faut pas perdre de vue que les réseaux installent (par raison d'économie) des distributions à 5 fils et qu'entre un de

ces fils et la terre, il peut y avoir 460 volts, au lieu des 115 habituels : une mise à la terre peut alors occasionner une issue fatale ;

2° En courant alternatif, le danger dépend aussi de la fréquence ; c'est aux environs de 2 ou 3 kilocycles que le danger est le plus redoutable. Les hautes fréquences de T. S. F. sont encore à craindre (à cause de leurs tensions élevées). Mais, plus haut encore, tout péril disparaît : le corps supporte, sans grand dommage, des courants très intenses de très haute fréquence ; nous avons mentionné la diathermie, et chacun se rappelle les « numéros » de music-hall, où des « artistes » allument une lampe en faisant passer le courant par leur corps.

Les courants alternatifs industriels (50 cycles) sont mortels vers 250 volts : il se produit une tétanisation des muscles, une contraction, qui empêche de lâcher les câbles saisis par inadvertance. C'est ainsi qu'un éminent radiologiste qui opérait un malade avec son confrère chirurgien, a trouvé la mort : le confrère, qui ignorait tout de l'électricité, essaya de l'arracher aux fils, ce qui lui causa des secousses violentes, mais il ne songea même pas à « couper le courant »...

Autre anecdote aussi édifiante : un ingénieur, après avoir construit de ses propres mains un poêle électrique destiné à chauffer sa salle de bain, se penche hors de sa baignoire pour allumer sa cigarette à la résistance incandescente, touche l'appareil par maladresse, reçoit un choc et tombe victime de son imprudence.

En France, tous les ans, une centaine de personnes sont ainsi électrocutées : on ne saurait donc exagérer les précautions. Même pour remplacer un plomb, il convient de « couper le courant », car les secteurs à 115 volts occasionnent des accidents parfois mortels ; il faut aussi se méfier des courants téléphoniques à batterie centrale (tension de quelques dizaines de volts).

La mort a lieu, le plus souvent, par asphyxie, provenant de lésions diffuses des centres nerveux et des poumons ; on y remédie par des inhalations d'oxygène et surtout, par la respiration artificielle, prolongée pendant plusieurs heures ; des appareils automatiques ont été construits dans ce but. Beaucoup d'électrocutés ne meurent que parce qu'on les a laissés mourir.

MARCEL BOLL.

DE L'EAU DISTILLÉE SANS ALAMBIC

Par Henri TINARD

L'eau pure joue un rôle important dans l'industrie

L'EAU pure, c'est-à-dire privée des sels minéraux et des matières organiques qu'elle contient à l'état naturel, joue un rôle considérable, non seulement au laboratoire, mais aussi dans la chimie industrielle. Le degré de pureté exigé varie avec les applications auxquelles elle est destinée. Telle industrie, blanchisserie par exemple, se contente d'une eau grossièrement épurée; telle autre, comme la droguerie, recherche, au contraire, une eau excessivement pure.

S'il est relativement facile d'éliminer les matières organiques en suspension par simple filtrage, il devient beaucoup plus difficile de débarrasser l'eau des substances minérales qu'elle tient en dissolution. Le procédé le plus simple — et le plus primitif — est fourni par la distillation qui fut longtemps le seul moyen permettant de préparer l'eau distillée, synonyme d'eau pure. Aujourd'hui, « l'électro-osmose », procédé électroly-

tique déjà ancien, mais appliqué industriellement depuis peu, apporte le même résultat d'une manière infiniment plus simple.

Qu'est-ce que l'électro-osmose ?

Dans ce procédé, on fait appel à l'effet d'électrolyse produit par le passage d'un courant électrique continu au travers de l'eau brute : les sels en dissolution sont décomposés. On associe, à cette action, les propriétés osmotiques des cloisons (dont nous parlerons tout à l'heure) dans le but d'éviter les réactions secondaires qui entraîneraient la reconstitution des sels à éliminer.

L'électrolyse ne porte donc pas sur l'eau elle-même (car le but poursuivi n'est pas de produire de l'hydrogène et de l'oxygène; en fait, cette production existe, mais elle reste très faible), mais agit plus spécialement sur les sels minéraux en dissolution : carbonates de

chaux, chlorure de sodium, etc... La décomposition électrolytique se traduit par une séparation des ions positifs qui vont vers la cathode (calcium, sodium, etc...) et

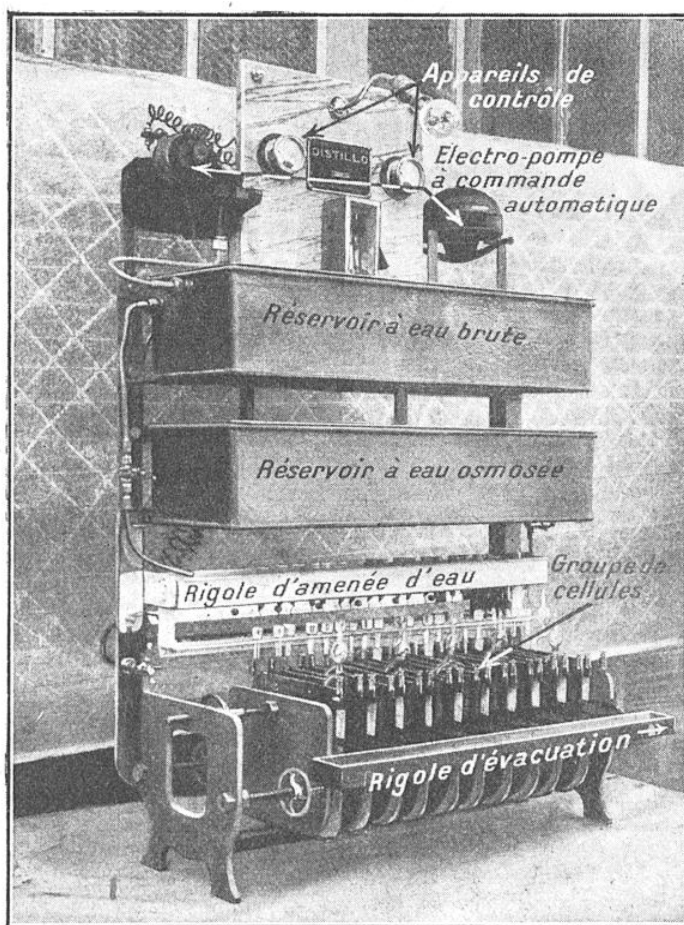


FIG. 1. — VUE D'ENSEMBLE DE L'APPAREIL INDUSTRIEL PERMETTANT DE PRÉPARER DE L'EAU PURE EN UTILISANT LE PHÉNOMÈNE DE L'ÉLECTRO-OSMOSE

des ions négatifs qui se dirigent vers l'anode.

Ces ions donnent lieu à des réactions secondaires, notamment en présence des gaz produits par la décomposition de l'eau, et de nouveaux sels se trouvent constitués. Mais il est essentiel de les empêcher de réagir entre eux, afin d'éviter la reconstitution des sels initiaux. Le phénomène d'osmose intervient alors efficacement.

Rappelons en quelques mots en quoi consiste l'osmose. Lorsqu'un vase est séparé en deux compartiments par une cloison semi-perméable, et que l'un de ces compartiments contient, par exemple, de l'eau sucrée, l'autre de l'eau douce, il se produit un mélange lent des deux liquides. Mais l'eau pure passe plus vite dans l'eau sucrée que celle-ci dans la première.

On conçoit donc que, par un mécanisme analogue, grâce à une cloison convenable, il soit possible d'empêcher les solutions avoisinant les électrodes de se mélanger à l'eau épurée par le passage du courant. Pratiquement, le principe de l'électro-osmose est utilisé dans la *cellule électro-osmotique* (fig. 2); ces cellules sont associées pour constituer des *appareils électro-osmotiques industriels* (fig. 1).

Les résultats obtenus démontrent l'économie de cette méthode d'épuration des eaux

La consommation de courant varie, pour 100 litres d'eau brute, de 1,5 à 3 kW-h selon les eaux et la distillation ordinaire de la même quantité nécessiterait environ 24 mètres cubes de gaz ou 25 kilogrammes de

charbon. En se basant sur les prix normaux actuels du kilowatt-heure, du mètre cube de gaz et du kilogramme de charbon, on est amené à établir la comparaison suivante : par le procédé électro-osmotique, 100 litres d'eau sont épurés avec 2 kW-h, soit 1 fr 75 ; par la distillation au charbon, 5 francs, et au gaz, 20 francs.

La déminéralisation de l'eau par électro-osmose est donc très économique. Elle présente, en outre, des qualités très appréciables : l'appareil, peu encombrant, relativement léger, est d'un entretien très simple et son fonctionnement n'exige aucune surveillance. La quantité d'eau nécessaire au lavage des électrodes varie de 50 % à 150 % de celle soumise à l'épuration, alors que la distillation exige une quantité d'eau de réfrigération dépassant plusieurs fois celle d'eau distillée.

Enfin, l'appareil peut être mis immédiatement en service et utilisé pendant la nuit aux heures où le courant électrique est vendu à bas prix. La production industrielle de l'eau pure par cette nouvelle méthode devient, de ce fait, très économique.

L'épuration par l'électro-osmose paraît susceptible, dans la majorité des cas, de concurrencer sérieusement le procédé par distillation. Dans l'industrie, où les condenseurs de machines à vapeur permettent de distiller l'eau en récupérant les calories qui seraient perdues, ces avantages sont évidemment réduits : cependant, le nouvel appareil électro-osmotique donne, dans la majorité des cas, des résultats fort intéressants.

HENRI TINARD.

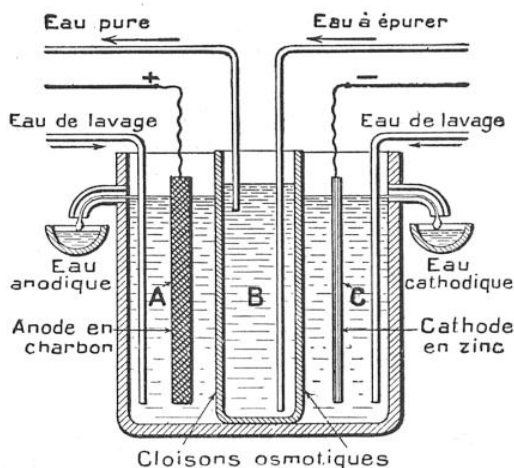


FIG. 2. - SCHÉMA D'UNE CELLULE ÉLECTRO-OSMOTIQUE

A, anode ; C, cathode ; B, vase central.



LA PHOTOGRAPHIE EN COULEURS

MISE A LA PORTÉE DE TOUS

Par Jean CAËL

Tout le monde connaît les admirables travaux de notre éminent collaborateur M. Louis Lumière, qui ont permis d'obtenir, dès 1904, directement une photographie en couleurs, sans cependant autoriser encore la reproduction multiple d'épreuves en couleurs d'après le cliché unique. Un grand progrès semble avoir été réalisé dans ce domaine, grâce au nouveau procédé imaginé tout récemment par M. Louis Nacet. Comme on le verra, cette invention — qui sera vraiment pratique — n'exige pas de l'amateur un travail compliqué, tout en lui donnant la possibilité de tirer lui-même autant d'épreuves en couleurs qu'il le désire.

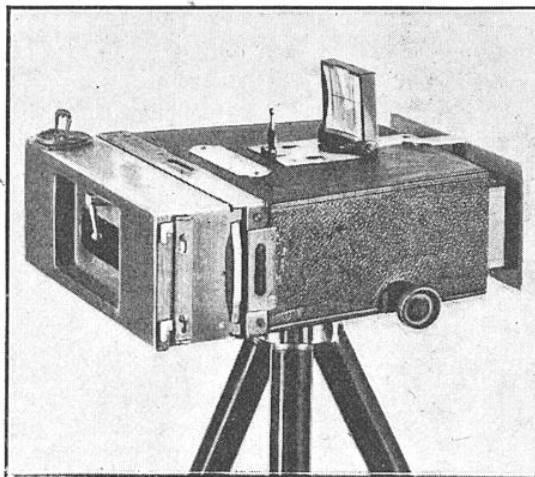
Nos lecteurs savent qu'il suffit des trois couleurs principales du spectre pour reproduire la couleur blanche. On simplifiera donc le problème de la photographie des couleurs en décomposant la lumière blanche en ses trois couleurs primaires, qui sont le rouge, le jaune, le bleu.

La séparation de ces couleurs implique l'intervention de trois clichés, qui seront chargés de recevoir : le premier, les rayons rouges réfléchis par le sujet ; le deuxième, les rayons jaunes, et le troisième, les rayons bleus. Il suffira, pour obtenir ce résultat, d'intercaler, sur le passage de la lumière, un écran dont la couleur sera la complémentaire de celle que l'on désire retenir. Ainsi, pour fixer la lumière rouge, on fera passer la lumière blanche à travers un écran vert ; pour fixer la lumière bleue, on emploiera un écran rouge orangé, et un écran bleu violet pour fixer la lumière jaune.

A l'atelier, il est possible d'opérer sur un objet immobile : vase, tapis, tableau, en utilisant un appareil courant dans lequel on changera l'écran sélectionneur après la prise de chaque cliché. Mais, si l'on veut obtenir des photographies d'êtres animés ou d'objets en mouvement, le procédé n'est plus applicable.

Plusieurs chercheurs avaient conçu un appareil à un seul objectif divisant le flux lumineux en trois parties et pourvu de trois châssis contenant chacun une plaque pan-

chromatique. La lumière, pénétrant par l'objectif, est réfléchi partiellement sur chacune des trois plaques devant lesquelles sont placés les écrans sélectionneurs. On obtient d'excellents résultats avec de tels appareils, mais à la condition de disposer d'un éclairage suffisant, ce qui n'est pas toujours le cas lorsque l'on opère en plein air. Il était donc absolument nécessaire de mettre entre les mains de l'amateur un appareil portatif avec lequel il lui fût possible d'opérer aussi commodément qu'avec un appareil ordinaire.



L'APPAREIL DE M. CAMILLE NACHET POUR
LA PHOTOGRAPHIE DES COULEURS

C'est ici qu'intervient la toute récente invention du savant français M. Camille Nacet, qui est parvenu non seulement à créer un appareil portatif de faible poids et de petites dimensions, mais aussi à permettre de tirer autant d'épreuves en couleurs sur papier que tout amateur pourra le désirer.

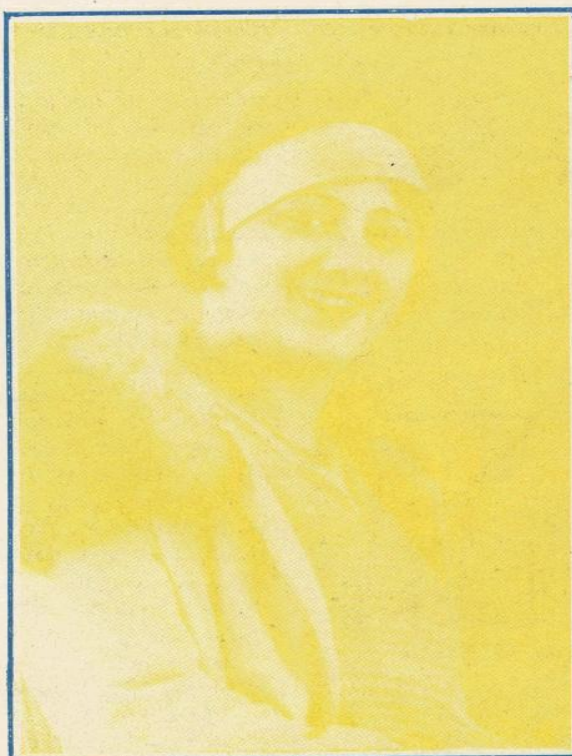
Voici en quoi consiste l'appareil

Dans une note de M. Nacet, présentée avec l'appareil à l'Académie des Sciences, au cours de la séance du 10 décembre 1928, il est fait remarquer, tout d'abord, que

LA PHOTOGRAPHIE EN COULEURS



PHOTOGRAPHIE EN COULEURS NATURELLES (PROCÉDÉ SPLENDICOLOR)



L'objet ou la personne dont on veut reproduire l'image en couleurs naturelles est photographié au moyen d'un appareil à trois objectifs. Chacun d'eux est muni d'un filtre de la couleur complémentaire de celle que l'on veut obtenir. Les couleurs fondamentales choisies sont le jaune, le rouge et le bleu-vert. Ainsi, pour l'obtention du jaune, le filtre utilisé est bleu-violet ; pour le rouge, il est vert ; pour le bleu-vert, il est rouge. Dans ces conditions, on obtient trois négatifs, que l'on développe suivant la méthode ordinaire et dont on tire de chacun un positif sur verre. Chacun de ces trois posi-



tifs est ensuite trempé dans un bain spécial de couleur jaune, rouge ou bleu-vert. Il suffit alors de tirer par simple contact, sur la même feuille de papier simplement gélatiné, une épreuve de ces trois clichés, pour obtenir l'image définitive en couleurs naturelles. La seule difficulté, encore est-elle plus apparente que réelle, consiste à repérer les images pour impressionner la feuille de papier convenablement. Il suffit, pour cela, de regarder par transparence pour faire coïncider les contours, et ce petit tour de main très simple peut être attrapé très facilement par tout amateur soigneux de photographie.

LES TROIS ÉPREUVES : JAUNE, ROUGE ET BLEUE, DONT LA SUPERPOSITION SUR LE PAPIER DONNE L'IMAGE DÉFINITIVE EN COULEURS NATURELLES

l'emploi de trois objectifs indépendants dans un même appareil, crée, entre les trois images partielles des différences stéréoscopiques telles que le repérage des clichés monochromes obtenus avec les négatifs est impossible.

Mais l'expérience a montré que, si la coïncidence absolue des monochromes rose et bleu-vert est indispensable à la netteté de l'image résultante, une large tolérance est permise sur la netteté du monochrome jaune; par suite, une certaine tolérance peut être admise pour ce qui concerne l'identité géométrique de l'image jaune et des deux autres images. C'est sur ce compromis qu'est basé le nouvel appareil.

On voit (fig. 2) qu'il contient trois objectifs identiques à axes parallèles, enregistrant côte à côte les trois images monochromes sélectionnées sur le même film. L'objectif de gauche reçoit directement la lumière blanche qui traverse un filtre bleu violet avant d'atteindre la plaque du jaune. Les deux autres objectifs sont utilisés pour l'enregistrement de la plaque du bleu vert sous un écran rouge, et de la plaque du rouge à travers un écran vert; mais ils ne reçoivent la lumière qu'après division du flux lumineux par un miroir semi-transparent à 45° qui laisse passer une partie de la lumière, laquelle atteint directement le film à travers l'écran vert. L'autre partie est réfléchiée sur un miroir opaque à 45° qui renvoie la lumière sur le film à travers l'écran rouge.

L'appareil est construit de telle sorte que l'écart entre l'objectif de gauche et l'axe virtuel commun des deux objectifs de droite n'excède pas 1 % de la distance focale pour l'image d'un objet situé à 2 m 80.

Enfin, les luminosités respectives des trois images optiques fournies par les objectifs sont automatiquement obtenues par le réglage des trois diaphragmes.

Les opérations qui incombent ensuite à l'opérateur

Lorsque les trois négatifs de dimensions 25×33 millimètres sont obtenus, il suffit de les développer par les procédés habituels, dans le cabinet noir. On les sépare ensuite les uns des autres et on tire, de chacun, par agrandissement, à la dimension que l'on désire, un positif ordinaire au gélatino-bromure. Ces trois positifs sur verre seront transformés par voie chimique en plaques d'impression.

A partir de ce moment, l'opérateur emploie le procédé du savant français M. L. Didier, inventeur de la *pinatypie*, pour obtenir ses photographies en couleurs sur papier.

La planche du jaune sera placée dans un bain jaune; celle du rouge dans un bain rouge, et celle du bleu-vert dans un bain bleu-vert. La planche du bleu, sortie du bain, est débarrassée de l'excès de la couleur qui l'imprègne, par un lavage à l'eau. Si on applique alors, sur le côté de la gélatine, une feuille de papier gélatiné, le colorant se transmettra par *absorption* au papier. On obtient

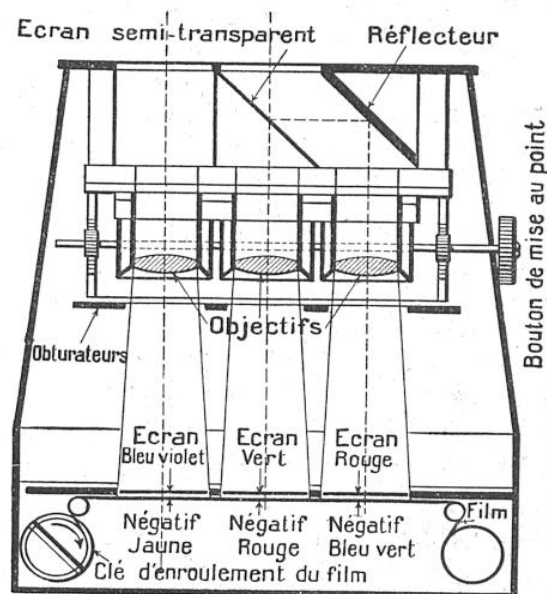
ainsi la première épreuve : l'épreuve bleue.

La planche d'impression suivante, celle du rouge, sortie du bain, sera traitée comme la précédente, puis on appliquera sur elle l'épreuve bleue en repérant exactement les deux images par simple transparence devant la lumière du jour.

Cette même épreuve sera appliquée enfin sur la troisième planche, toujours exactement repérée. La troisième couleur, le jaune, étant la dernière de la série, l'épreuve laissera apparaître l'image définitive, reproduction fidèle du sujet.

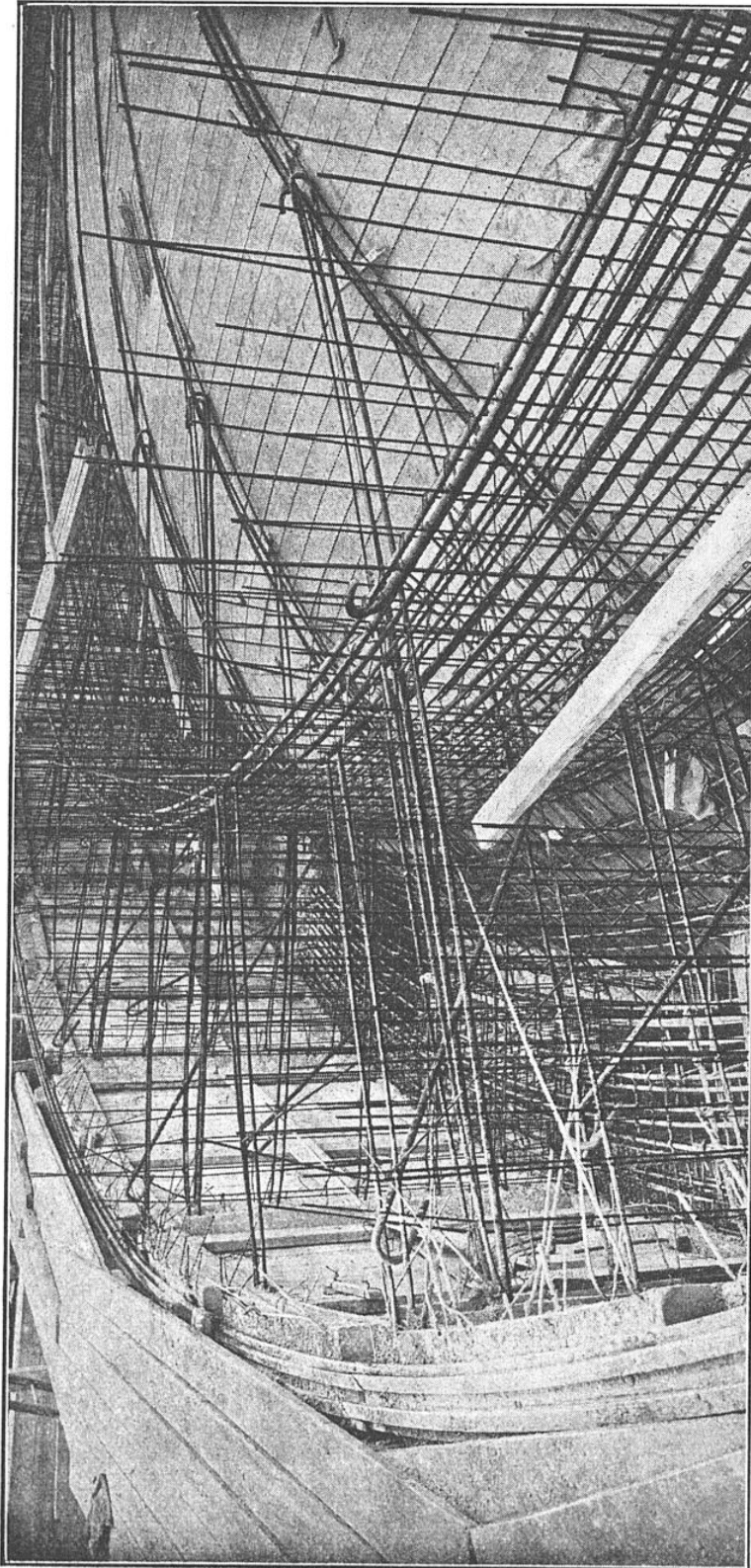
La difficulté de repérage est plus apparente que réelle et les amateurs photographes expérimentés en tireront des résultats merveilleux.

JEAN CAËL.



DISPOSITION DES OBJECTIFS ET DES ÉCRANS COLORÉS DANS L'APPAREIL DE M. CAMILLE NACHET

La marche des rayons lumineux est indiquée par les lignes pointillées.



LA CONSTRUCTION D'UNE COUPOLE EN CIMENT ET BÉTON ARMÉS

Cicéron raconte comment il put identifier le tombeau d'Archimède, un siècle après sa mort, parmi d'autres ruines des faubourgs de Syracuse. Ce fut en apercevant, gravé sur une stèle perdue au centre d'un fourré de ronces, « un cylindre circonscrit à une sphère », épure que le génial mathématicien avait demandée comme seule épitaphe, en souvenir de la découverte géométrique qu'il estimait suffisante pour immortaliser son nom. Voici, semblablement, une sphère inscrite dans un cylindre qui suffirait à caractériser, non pas seulement une œuvre, mais une époque — l'âge du « béton armé », comme diront peut-être les générations futures. À supposer que la civilisation contemporaine pût être balayée par un cataclysme, il suffirait de déterrer, un jour, les ruines d'une telle coupole et de reconstituer l'équilibre de la voûte hémisphérique, mathématiquement reliée à la cuvette cylindrique environnante, pour constater la plus profonde révolution qui ait jamais affecté l'art de bâtir. L'architecture ancienne, depuis son origine (porte de Mycènes, pyramides d'Égypte), où elle se bornait à superposer des mollons cyclopéens soigneusement ajustés, jusqu'à son dernier degré de raffinement (palais des derniers siècles), n'usait que du procédé d'empilement des matériaux. L'architecture naissante utilise, au contraire, des lignes de force matérialisées par des barres d'acier mathématiquement agencées. Et c'est, en outre, la première fois que le métal enrobé de pierre se trouve en état de conservation indéfinie.

DE LA SCIENCE DU CIMENT ARMÉ EST NÉE LA MÉTALLURGIE DE LA PIERRE

Par Jean LABADIÉ

L'actualité ayant mis récemment à l'ordre du jour les ouvrages en béton armé, il nous a paru opportun d'examiner si ce mode de construction le plus moderne présentait, aux points de vue scientifique et technique, toutes les garanties suffisantes pour réaliser les véritables prouesses architecturales que nous enregistrons actuellement dans le monde entier (1). Dans l'article ci-dessous, l'auteur a très judicieusement montré dans quelles conditions la « prise » du ciment doit s'effectuer, et comment, dans la confection du béton armé, la combinaison du fer et du béton — scientifiquement établie — permet à la technique moderne de réaliser des ouvrages dont l'élégance ne le dispute qu'à la solidité.

UN fil d'acier est capable de supporter une traction s'évaluant par centaines de kilogrammes : il matérialise, dans ce cas, littéralement, cette conception subtile des physiciens : une « ligne de forces ».

Un bloc de ciment bien durci, véritable roc, est capable de supporter, de son côté, sans s'écraser, des charges très élevées. Pourtant, cet effort de *pression* a pour effet de dessiner, à l'intérieur de sa masse, des *tensions*, c'est-à-dire d'autres *lignes de force* tendant à le faire éclater dans certaines directions « privilégiées », comme disent les mathématiciens, indifférents aux déboires des constructeurs (2).

Etablissez donc, au cœur du ciment, un réseau de fils d'acier dont les tensions positives épousent rigoureusement les lignes de force négatives tendues vers l'éclatement, et vous aurez réalisé un matériau auprès duquel le marbre des colonnes d'Ephèse et le granit de celles de Karnak sont choses massives, lourdes et grossières. Vous aurez créé un matériau pourvu d'intelligence, c'est-à-dire capable de se plier à toutes les circonstances de l'usage, alors que l'acier lui-même, si soigneusement forgé et laminé qu'il puisse être, ne représente jamais qu'une condensation maxima de la résistance matérielle brute dans un volume donné. Cette forme du métal brut peut, c'est entendu, devenir optima si l'on veut bien l'étudier, mais elle est donnée d'avance dans son profil. C'est pourquoi les « profilés » d'acier — où chaque trou de rivet introduit, d'ailleurs, une dissymétrie néfaste

— ne peuvent s'assembler que par tronçons, tandis que le béton armé s'assemble d'un seul bloc, comme si le bâtiment était forgé sur place.

Le mariage du fer et du ciment n'est pourtant pas à l'abri du divorce, quand il n'a pas été consommé suivant les formules exactes d'une science de plus en plus mathématique. La désunion se traduit alors par des catastrophes. C'est le barrage en voûte de Gleno qui cède, en 1923, sous la pression d'un lac artificiel en Italie ; c'est le Pickwick-Club qui s'écroule, à peine achevé, à Londres ; ce sont, enfin, les récents écroulements, en cours de construction, d'un immeuble des Champs-Élysées, de hangars d'aviation à Istres, d'un manège de cavalerie à Saumur.

Voilà de sérieux avertissements aux architectes non encore familiarisés avec cette idée, qu'à défaut de connaissances mécaniques personnelles, il leur faut s'adjoindre des ingénieurs spécialistes, à moins que ces avertissements ne révèlent simplement des malfaçons dans le bétonnage, des insuffisances de qualité du ciment ou des imprudences par décoffrage prématuré, plutôt que des erreurs de calcul.

Ces réserves faites, et avant même que d'examiner la constitution intime du ciment et des constructions qu'il permet de réaliser, retenons ce principe : *l'ouvrage en béton qui a subi ses épreuves de réception doit durer indéfiniment*. En effet : contrairement au sort des constructions métalliques dont la pérennité est à la merci d'une couche de peinture, le ciment ne se détériore ni par l'eau ni par la rouille ; il protège ses propres armatures de l'oxydation. Et puis, il ne

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 139, page 68.

(2) Voir *La Science et la Vie* : « La photoélasticité », n° 132, page 491.

cesse de durcir avec le temps — ainsi que l'a démontré ce pauvre mortier de second ordre des maçons de l'antiquité, que deux millénaires ont anobli sous le nom légendaire de « ciment romain ».

Nous allons essayer de montrer quelles forces extrêmement curieuses président à ce durcissement éternel du ciment et, d'abord, à sa « prise » sur le chantier.

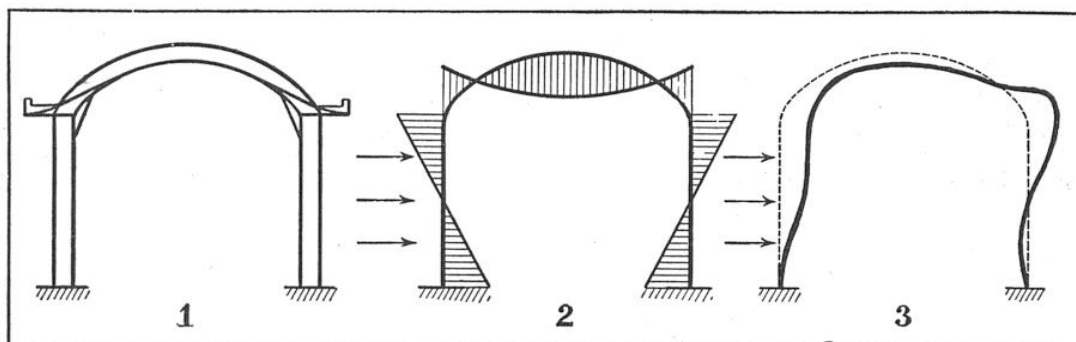
Le mécanisme moléculaire de la prise du ciment

Le ciment a eu l'honneur de servir de sujet à la thèse de doctorat de M. Henry Le Châtelier et de fournir au grand savant l'occasion de formuler l'une des plus belles

de son eau de cristallisation) arrive, en sacs, sur le chantier, où il a pour unique mission de retourner à l'état premier de roche. Il est évident qu'il va falloir lui restituer son eau.

On mouille le ciment. Peu après, il est durci. Mais l'opération interne ne s'est pas faite simplement.

Les sels anhydres se sont d'abord dissous dans l'eau de gâchage. Mais, très peu solubles, ils ont vite porté la solution à l'état de saturation (5 grammes d'aluminate de chaux suffisent à saturer un litre d'eau ; le même litre d'eau est, d'ailleurs, incapable de dissoudre plus de quelques centigrammes de silicate). La solution aqueuse, parvenue à cet état, se trouve en équilibre avec toute la



UN BEAU PROBLÈME DE MÉCANIQUE ILLUSTRÉ PAR LE CIMENT ARMÉ

L'architecte doit construire un hangar exposé à de forts vents latéraux. Au centre, 2, il établit, sur le profil prévu, le diagramme des « moments de flexion » qui caractérisent la résistance de ce profil. En 3, l'on aperçoit (exagérée) la déformation que subirait ce profil si l'effort du vent l'emportait sur la résistance. À gauche, 1, la solution adoptée par l'architecte : piliers creux, armés sur leur périphérie, toiture double arc-boutée par un cintre intérieur qui s'appuie sur une corniche externe et sur des arcs-boutants intérieurs.

lois de la chimie. Quel maçon eût jamais pensé qu'en gâchant son mortier, il maniait l'un des phénomènes physico-chimiques les plus intéressants qui soient ?

Le ciment ou, plutôt, toute la gamme des ciments, se ramène à des composés dont le silicate de chaux est la base avec le silicate d'alumine. Les proportions respectives de l'un et de l'autre produit, dans un ciment donné, le caractérisent. Certains éléments additionnels ont un rôle purement passif qui n'est pas négligeable.

Bornons-nous à la conception schématique du ciment « silicate double d'alumine et de chaux ». Voilà deux sels naturels, très peu solubles dans l'eau ; mais leur solubilité varie énormément si on les prend à l'état anhydre ou à l'état de cristaux hydratés.

La cuisson au four a eu pour effet de déshydrater les cristaux qui formaient la « pierre à ciment ». Après broyage jusqu'à l'état pulvérulent, le silicate double anhydre (privé

masse de ciment anhydre non encore dissous (pour en dissoudre un kilo, il faudrait plusieurs tonnes d'eau).

Au contact de l'eau, le sel anhydre finit par s'hydrater. Le silicate anhydre n'était que peu soluble, le silicate hydraté ne l'est plus du tout. La solution du sel anhydre n'était que saturée. La solution du sel hydraté se trouve sursaturée. Elle cristallise immédiatement, en entraînant avec elle juste la quantité d'eau que comporte sa cristallisation. Le reste de l'eau libéré de tout sel, redevient libre pour dissoudre une nouvelle quantité de silicates anhydres. Le même phénomène de précipitation cristallisée après hydratation se reproduit et cela indéfiniment, jusqu'à épuisement de l'eau de gâchage par le ciment.

Le phénomène peut même se produire sous l'eau, grâce à des ciments spéciaux. Le ciment permet de bâtir en milieu d'une masse aqueuse.

A l'air libre, nous apercevons toute l'importance d'un dosage soigneux de l'eau de gâchage d'un mortier de ciment. Si l'eau est en excès, elle demeure ocluse dans le mortier, où elle produira un effet détestable, en dissolvant à la longue (elle a le temps pour elle) les sels cristallisés par sursaturation, avons-nous dit, mais non pas absolument insolubles.

La structure du mortier de ciment

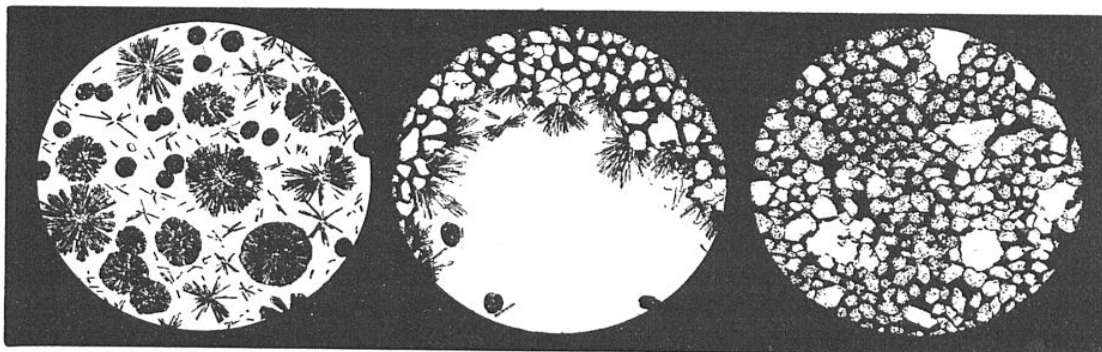
Le durcissement rapide ou lent du ciment qui se nomme la *prise*, est donc bien le résultat d'une cristallisation spéciale. Il reste à connaître les conditions de solidité optimale de la masse ainsi obtenue.

La solidité du ciment cristallisé propre-

simple pellicule d'eau, disent les uns, une pellicule « adsorbée » simultanément par les deux parois voisines, qui se trouvent ainsi soudées ensemble. Mais on peut imaginer aussi que cette eau de soudure contient (sans passer par l'état cristallisé, ni par l'état dissous, donc à l'état colloïdal) une certaine quantité de silicates résiduels. Ces sels, véritables résidus du phénomène de prise, continueraient insensiblement, au cours du temps, le phénomène même de la prise, d'où l'explication du durcissement indéfini du ciment.

La structure du béton

Le ciment pur constitue donc un conglomérat. Le béton, que l'on va fabriquer avec



LA STRUCTURE INTERNE DU CIMENT

A gauche, un ciment de qualité moyenne. Les centres de cristallisation ne se rejoignent pas toujours. A droite, un ciment Portland d'une prise parfaite. Au centre, le même ciment en train de « prendre ». L'on aperçoit la progression du tissu cristallin à longues fibres envahissant l'espace encore libre de la solution.

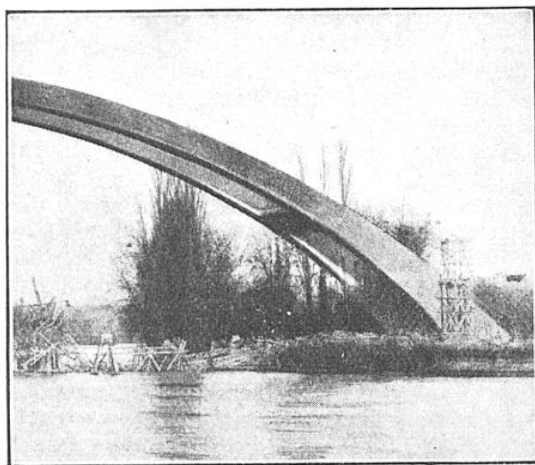
ment dit dépend de la forme et des dimensions de ses éléments cristallins et de leur mode d'agréation.

La dureté d'un cristal isolé est bien supérieure à celle d'un conglomérat formé par adhérence de ce même cristal avec des cristaux voisins. L'idéal semblerait être de réaliser, dans la prise du ciment, des cristaux élémentaires très gros : ils représenteraient des briques entourées d'un élément de liaison fort restreint ; mais — fort heureusement d'ailleurs — la formation de silicates n'a pas lieu en gros cristaux dans le ciment. Les éléments du conglomérat sont très fins ; ils offrent donc une surface relative totale beaucoup plus grande pour s'agencer entre eux. Le conglomérat en acquiert plus de solidité. Reste à connaître l'élément de liaison qui fait adhérer l'un à l'autre les éléments cristallins.

Deux théories (qui se complètent d'ailleurs) fournissent une explication : une

un mélange de ciment et d'éléments inertes (sable grossier mais pur, gravillon, gravier, galets roulés), n'est que la reproduction, au second degré et à grande échelle, du conglomérat élémentaire.

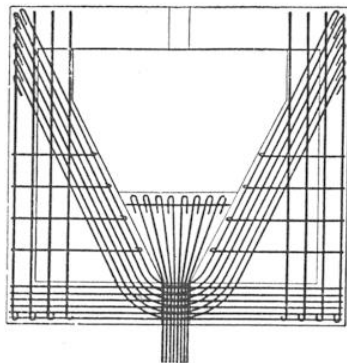
Les matériaux choisis pour remplir, au sein du béton, le rôle que jouent les cristaux élémentaires au sein du ciment, devront être *plus durs* que le ciment lui-même, sinon leur introduction serait nuisible. L'élément le plus rationnel n'est autre que le sable formé, lorsqu'il est bien lavé, de cristaux de silice. Il n'y a presque rien de nouveau dans la structure du ciment lorsqu'on introduit le sable. Il devient seulement évident que la quantité de sable introduit ne doit pas présenter une surface globale de ses grains supérieure à celle que le ciment dont on dispose est capable de recouvrir. La surface globale des grains contenus dans un tas de sable dépend de la finesse des grains plus que du



LE PONT SUSPENDU DE SAINT-PIERRE-DU-VAUVRAY (ÉTABLI PAR LA SOCIÉTÉ D'ENTREPRISES LIMOUZIN)

L'arche destinée à porter les câbles de suspension est faite de deux arcs creux, différemment armés sur leurs faces verticales (travaillant au cisaillement) et sur leurs faces horizontales (travaillant à la compression). Les efforts du vent tendant à distordre cet ensemble, une énorme poutre de jonction relie les deux arcs au point précis de flexion maximum de l'ensemble.

volume du tas. La grosseur du grain relativement au poids de sable mis en jeu, voilà donc un facteur de premier plan pour le dosage de ce béton élémentaire que l'on



L'ARMATURE DE L'ARC DE SUSPENSION, DANS LE PONT DE ST-PIERRE-DU-VAUVRAY

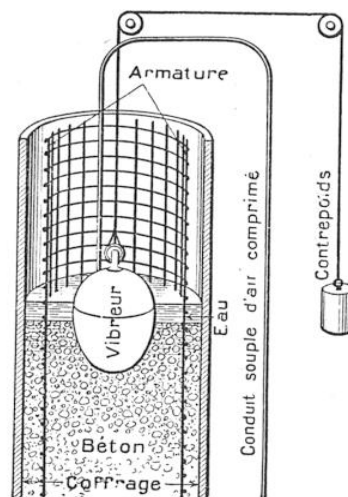
La figure représente la disposition des fers sur une section correspondant à un point d'attache du câble de suspension. Celui-ci s'épanouit à l'intérieur de la masse bétonnée et se raccorde à des armatures obliques, qui le font solidaire des parois latérales de la poutre arquée.

nomme « mortier ».

Le même problème se pose entre le gravier et le mortier, exactement comme il se posait dans le ciment lui-même entre les cristaux élémentaires et son liant inconnu. Un *béton parfait* serait celui où les grains de graviers se toucheraient par le maximum de surfaces mutuelles, liés par un mortier

dont le sable remplirait, grain à grain, la même condition, noyé lui-même dans un ciment aux cristaux les mieux disposés pour l'adhérence optima.

L'engrenage de cette structure nous apparaît, dès lors, comme une chose rationnelle, où rien ne doit être laissé au hasard et qui, pour cela même, n'existe jamais dans les pétrifications géologiques de la nature. Voyons, maintenant, comment on prépare le béton pour répondre à ces conditions.



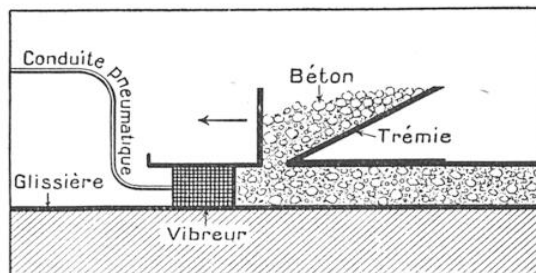
CONSTRUCTION D'UN PILIER EN CIMENT « VIBRÉ » (PRO-CÉDÉ DENIAU)

L'appareil vibreur (à air comprimé) flotte sur la masse de béton que l'on déverse dans le coffrage et monte automatiquement, à mesure de l'avancement du travail.

Du béton pilonné au béton vibré

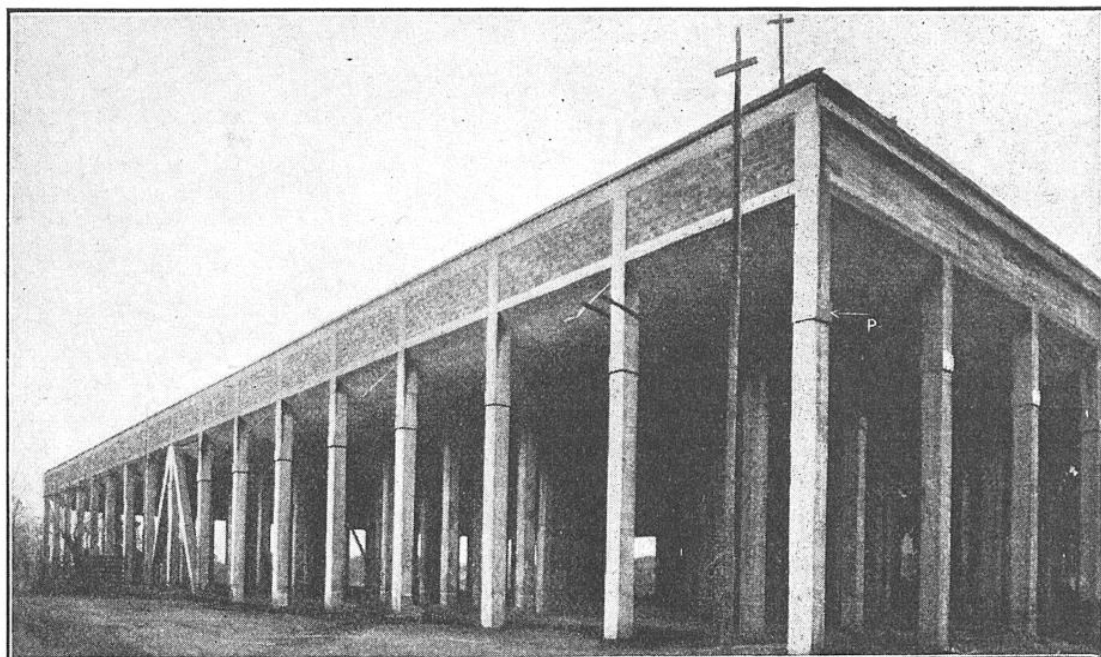
Les métallurgistes ont déjà reconnu dans cette structure une analogie profonde avec celle de la fonte et de l'acier.

Pour obtenir l'homogénéité parfaite d'une pièce de fonte, l'on sait qu'il est utile de soumettre le lingot en fusion à une vibration continue pendant la solidification.



CONSTRUCTION D'UN DALLAGE EN CIMENT « VIBRÉ » (DENIAU)

Le béton est déversé dans une trémie à glissière. Le vibreur, posé à son avant, « liquéfie » la masse bétonnée, dont la seule pression hydrostatique suffit à le repousser et à faire progresser l'ensemble automatiquement.



RÉSERVOIRS D'EAU EN BÉTON ARMÉ CONSTRUITS POUR LA VILLE DE BORDEAUX PAR LA SOCIÉTÉ D'ENTREPRISES LIMOUZIN

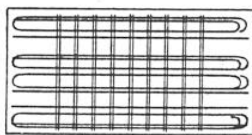
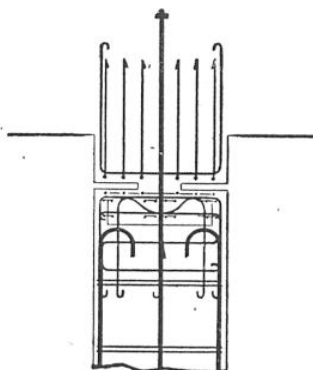
La masse d'eau est supportée par des piliers, dont on remarquera, en P, un point singulier. Les armatures, en ce point, sont disposées de telle sorte que l'ensemble de la masse peut osciller (sous l'effort du vent) comme si une « articulation » existait réellement au point P.

Ainsi les cristaux de fer agités jusqu'au dernier instant de leur liberté se fixent dans leurs positions respectives optima, au sein de la « cémentite » qui les relie.

Peut-on appliquer la même méthode au béton ?

Personne ne doute de son efficacité, surtout quand le béton est sillonné de son armature de fer, qui doit, elle aussi, adhérer du mieux possible à la masse enrobante. C'est pourquoi, depuis quelques années, l'on cherche des dispositifs capables d'entretenir une vibration rapide sur les coffrages qui maintiennent le béton en train de « prendre ».

Quand la pièce en construction est relativement plate (un hourdis constituant une toiture, une coque de chaland), il est efficace



COUPES, VERTICALE (EN HAUT) ET HORIZONTALE (EN BAS), DE L'ARTICULATION DES PILIERS (DE LA FIGURE PRÉCÉDENTE)

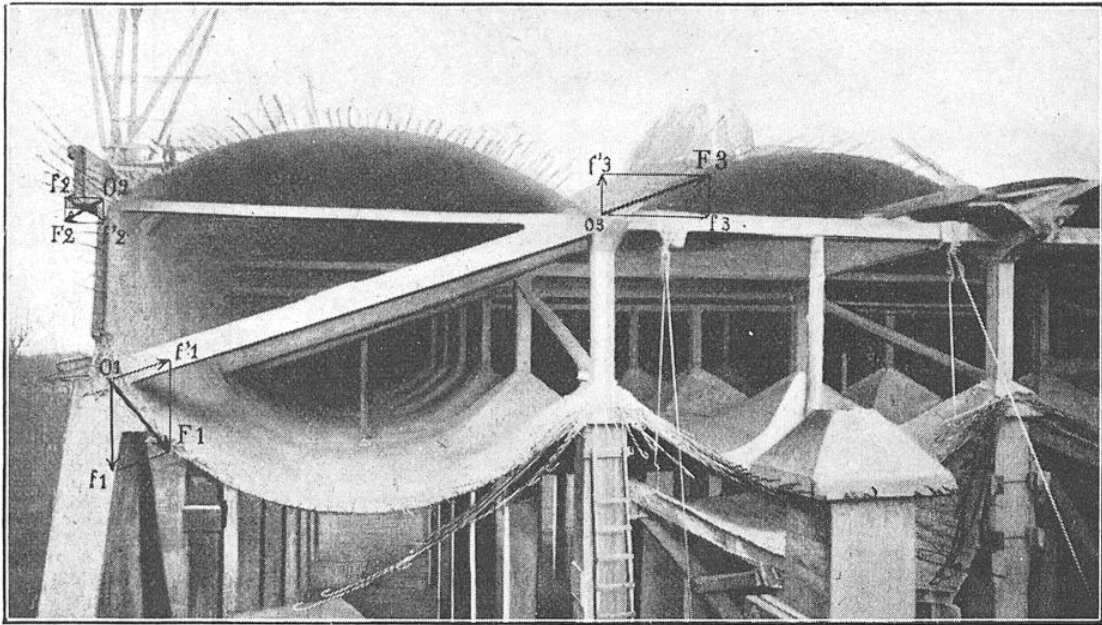
Avec un peu d'attention, le lecteur remarquera la soigneuse complexité qui préside à la solution de continuité des armatures pour laisser au béton toute sa faculté de jouer élastiquement.

de promener sur le coffrage un vibreur pneumatique analogue aux « marteaux » à riveter ou, encore, aux appareils à piquer et défoncer les chaussées. La vibration, dans ce cas, imprègne facilement l'épaisseur de la masse.

S'il s'agit d'un pilier de béton armé un peu volumineux ou d'une dalle d'épaisseur assez forte, le problème devient beaucoup plus délicat.

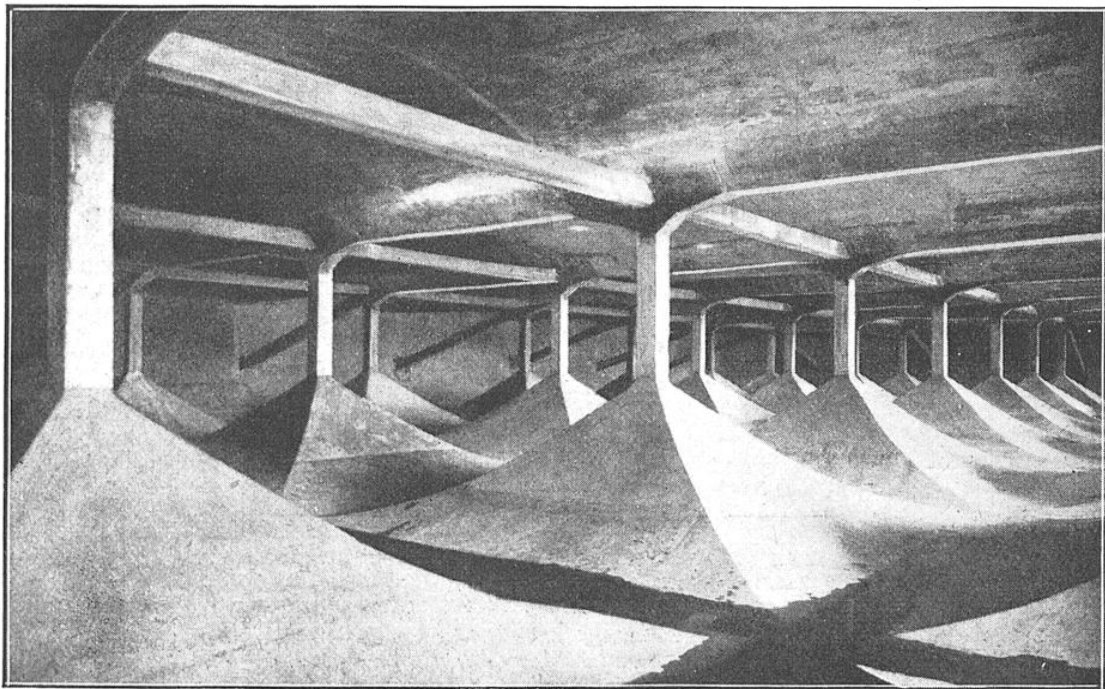
Voici pourtant une solution extrêmement ingénieuse, mise en avant par un ingénieur de la Ville de Paris, M. Deniau. Le vibreur pneumatique est enclos

dans une sorte d'œuf métallique destiné à flotter dans la masse du béton. Celui-ci, en effet, sous l'effet des vibrations, prend l'aspect d'un fluide. Ses divers éléments solides

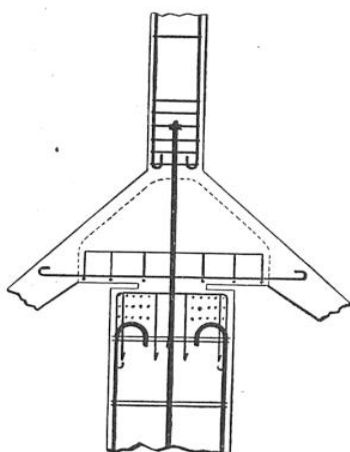


LES RÉSERVOIRS A EAU DE BORDEAUX AU COURS DE LEUR CONSTRUCTION

Le fond en est constitué par un véritable système de « toiles » de béton travaillant à la tension. Les voûtes supérieures, destinées à être recouvertes de terre, travailleront, au contraire, à la compression. Suivant que le réservoir est plein ou vide, les poutres de liaison, intérieures, travaillent à la tension (comme des câbles) ou à la compression (comme des piliers). Le lecteur, familiarisé avec le parallélogramme des forces, n'aura pas de peine à reconnaître les efforts résultants F_1 , F_2 , F_3 , dont la construction du bâtiment annule géométriquement les composantes.



L'INTÉRIEUR DES RÉSERVOIRS A EAU DE BORDEAUX TERMINÉS



ARMATURES DES SOMMETS
DE SUSTENTATION DANS LE
RÉSEROIR DE BORDEAUX

Si, par un contrepois, l'on assure au vibreur une flottabilité positive, l'appareil surnage constamment le béton, entouré de l'eau de gâchage en excédent (qu'il devient alors facile d'éliminer). Finalement, la colonne de béton prend une densité supérieure de 8 à 10 % à celle du béton simplement pilonné. Aucune bulle d'air, aucune porosité intérieure. Et, comme, dans une colonne, les armatures sont toujours situées sur la périphérie, le vibreur ovoïde accomplit son œuvre par le centre, là où un pilonnage serait impossible à pratiquer.

La science des armatures

C'est l'armature d'acier, aux actions dynamiques, qui vient parfaire l'agencement statique du béton.

L'armature doit s'incorporer au béton, elle aussi, par le maximum de *surfaces d'adhérence*. Un faisceau de fils d'acier relativement fins, offrant plus de surface, fournira plus d'adhérence qu'une barre, mais le fer ne doit pas être divisé à l'extrême par raison d'économie dans l'achat et dans le montage.

L'on utilise un subterfuge pour accroître, dans ce cas, la surface adhérente d'une barre relativement grosse : on la frette comme on ferait d'un tuyau. L'hélice du fil mince apporte un supplément de surface en même temps qu'un relief transversal au sens de la traction, ce qui assure le barreau contre un arrachage du sein de la masse, arrachage qui serait analogue à celui d'un bouchon sortant de son goulot.

Un bon architecte en béton armé se juge au « ferrailage » qu'il prévoit pour chaque

inertes (sable et gravier) roulent les uns sur les autres, à la façon des molécules au sein d'un liquide. Par le seul effet de la pesanteur, ces éléments lourds prennent une position de contact mutuel avec le minimum d'espace intersticiel, où le ciment encore fluide pénètre et fait prise.

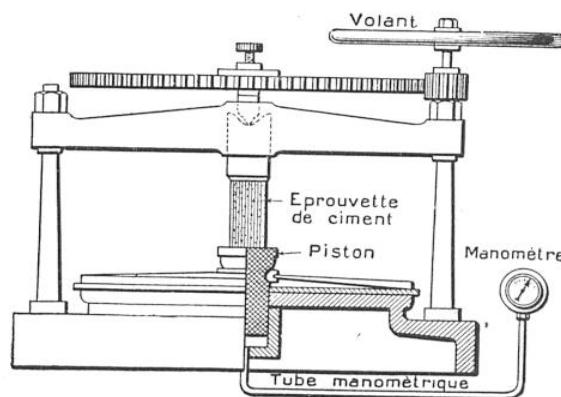
cas spécial de construction. Autant de bâtiments, autant de problèmes de mécanique dont la solution apportera économie et sécurité suivant son degré d'élégance. Des ingénieurs tels que MM. Caquot, Mesnager, Freyssinet, des entreprises Limouzin, et M. Limouzin, lui-même, le plus audacieux des animateurs, peuvent, par une vue mathématique inattendue, originale et juste, économiser des tonnes et des tonnes de béton.

Cette simple constatation devrait donner à réfléchir aux architectes improvisateurs du bâtiment bétonné, qui construisent en béton armé tout en continuant à penser « pierre », « brique », « fer profilé ».

M. Le Marec, dans son bureau de chez Limouzin, me présentait récemment le tableau formidable de calculs qu'avait nécessité l'établissement d'une pièce essentielle du pont suspendu en béton armé de Saint-Pierre-du-Vauvray. Jamais la domination de l'esprit sur la matière ne m'est apparue aussi clairement.

— Mais s'il se glisse une erreur, observai-je, si un terme, négligeable en apparence, disparaît au cours de la manipulation mathématique ?

— Cette manipulation est faite par des spécialistes avertis. Rien ne se perd dans un calcul aussi complexe — rien que les termes que l'ingénieur en chef décide de négliger. Et il prend souvent cette décision d'*instinct*,



LA PRESSE DE M. HENRY LE CHATELIER
POUR ÉPROUVER LES CEMENTS

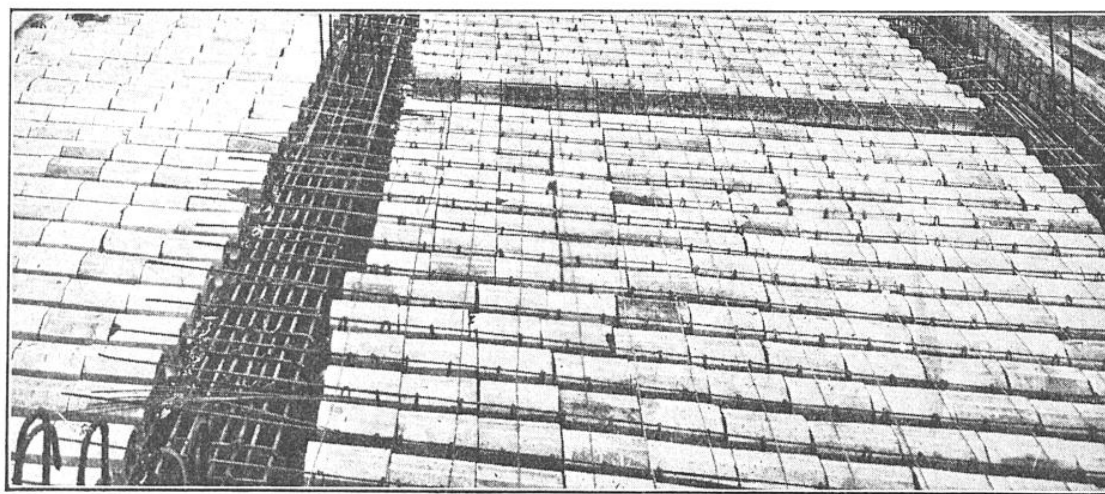
L'éprouvette de ciment, enserrée entre deux pistons, doit supporter une pression rigoureusement uniforme. Cette uniformité est assurée par la jonction souple du piston supérieur avec la vis de serrage et du piston inférieur reposant sur un coussin hydraulique. La pression supportée par l'éprouvette est marquée par un manomètre relié à ce coussin hydraulique.

par une intuition qui est un véritable don de l'esprit. C'est souvent d'un tel décret, arbitraire, mais justifié *à posteriori*, que résulte une simplification magnifique.

— Henri Poincaré avouait avoir agi, souvent, d'une manière tout aussi arbitraire dans ses recherches les plus difficiles.

Nous donnons ci-joints quelques exemples de ces ferraillements savamment agencés, grâce auxquels un pilier d'apparence rigide et uniforme porte, caché dans sa masse, au point précis qui convient, un centre de lignes de forces « sphériques », équivalent à une articulation, qui permet à l'édifice

est vite passé, grâce aux travaux des Vicat, des Châtelier, des Candlot, au premier plan de la technique moderne. Mais l'on n'a pas encore compris — sauf dans les grands chantiers scientifiquement organisés — la nécessité absolue des *essais* du béton au fur et à mesure de sa fabrication. Certes, un chantier n'est pas un laboratoire, mais le ciment livré peut être essayé avant l'emploi. Quant au béton lui-même, rien n'est plus facile que de généraliser la méthode instituée par la Chambre syndicale des Constructeurs qui se tient à la disposition de tous ses membres pour essayer, dans le



LA « NORMALISATION » DU CIMENT ARMÉ

Exemple d'un plancher en ciment armé : sur les poutres solidaires du bâtiment, l'on dispose des éléments établis d'avance.

entier (un lourd réservoir, par exemple) d'osciller sous l'effort du vent ; grâce auxquels la voûte classique cède la place à une forme jusqu'ici inconnue en architecture, la « toile » supportant un volume d'eau à la façon d'une outre, grâce auxquels, enfin, on construit des objets aussi inattendus qu'un vaisseau à la coque légère, résistante, plus souple que l'acier et plus étanche, n'ayant pas de rivets, ou encore... des wagons de chemin de fer y compris leurs bogies.

Réglementation. Essais. Standardisation

L'usage du béton armé entre à peine dans l'âge réel de son utilisation.

Inventé par l'instinct d'un simple jardinier, Monnier, qui, ayant à résoudre, certain jour, le problème délicat d'un pont de style dans un parc, y recourut (sans prévoir, bien sûr, le pont de Plougastel) ; ce matériau

minimum de temps, des « éprouvettes » prélevées sur le matériau mis en place. Si des erreurs de dosage sont découvertes *à posteriori*, l'attention est éveillée, et les appareils ne manquent pas qui permettent de surveiller les moindres indications de fléchissement ou de flambage d'une pièce douteuse appelant un renforcement.

Enfin, puisqu'on est arrivé à construire des bâtiments isolés et des châssis de wagon, il est peut-être possible de fabriquer un minimum de pièces normalisées (hourdis, poutrelles) au moyen de coffrages-types métalliques si possible. Il n'est pas au-dessus des possibilités techniques d'empêcher l'adhérence du béton sur des plaques de métal. On diminuerait ainsi considérablement le prix de revient des bâtiments que l'on est obligé, jusqu'ici, d'habiller complètement avec des planches de bois, de pied en cap, pour maintenir le béton durant sa prise.

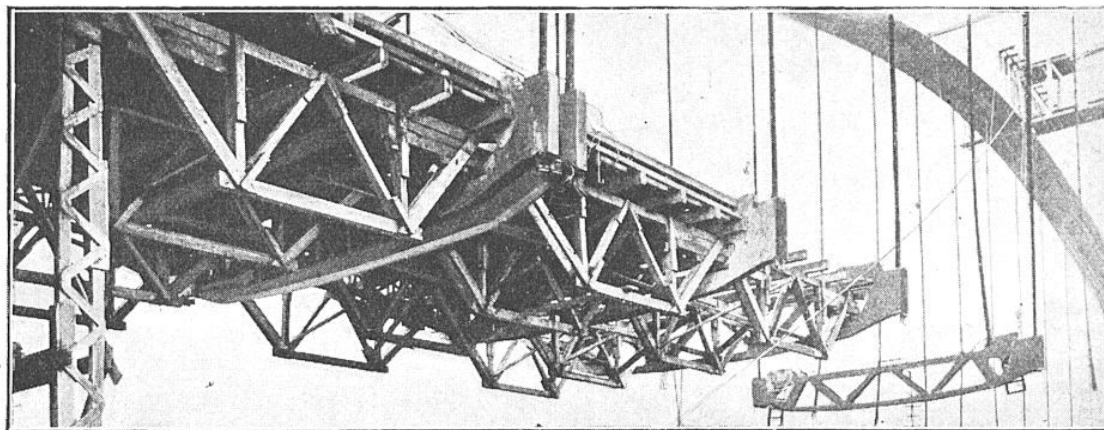
Ce bois ne peut servir plus de trois fois. Des plaques de fer, avec un enduit intermédiaire, serviraient indéfiniment.

L'avenir du béton armé

L'avenir du béton armé ne fait pas question. Ce matériau est destiné à éliminer totalement tous les autres. Il n'attend que

produits d'usines métallurgiques congelés que par méfiance contre le ciment.

La gamme des ciments, depuis leur étude rationnelle par M. Le Châtelier, n'a cessé de s'accroître au point de répondre à toutes les circonstances de l'usage : ciments super-alumineux qu'on peut décoffrer en quarante-huit heures, ciments résistant à l'eau de



LA « NORMALISATION » DU CIMENT ARMÉ

L'on aperçoit ici comment des poutrelles de ciment armé, fabriquées à terre, viennent prendre place dans la construction du pont de Saint-Pierre-du-Vauvray, exactement de la même façon que les pièces métalliques dans les ponts en fer. Rien ne montre mieux que cette figure le rôle du béton armé dans le remplacement du métal.

des architectes qui le comprennent en ingénieurs autant qu'en artistes et ne le considèrent pas comme un simple moyen d'établir une ossature économique.

Si, en Amérique, l'on construit encore des gratte-ciel à ossature d'acier profilé, qu'il faudra peut-être démolir un jour, quand l'oxydation aura fait son œuvre malgré la peinture, il semble bien que ce soit plutôt par la nécessité d'utiliser les

mer, ciments de laitiers dont la fabrication donne le fer comme... sous-produit, sont venus s'ajouter aux classiques ciments Portland artificiels. Et la série n'est probablement pas close.

Mais plus que jamais la science chimique la plus méticuleuse doit présider à leur fabrication et la science mécanique, à leur mise en œuvre.

JEAN LABADIÉ.

APPRENONS QUE :

Les sous-produits provenant des charbonnages sont de plus en plus nombreux et de plus en plus rémunérateurs (1).

Dans les houillères françaises, on vient précisément d'envisager la fabrication en grand de ciment artificiel, en utilisant les déchets du triage passés aux gazogènes à fusion de cendres, qui renferment les constituants essentiels du ciment. Le prix de revient est des plus minimes, et, d'ici cinq ans, la France pourrait ainsi, dit-on, grâce à ses charbonnages, jeter 2 millions de tonnes de ce ciment sur le marché.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 127, page 17 ; n° 133, page 21 ; n° 140, page 127.

COMMENT ON ENVISAGE, AU POINT DE VUE TECHNIQUE, LE PERCEMENT D'UN TUNNEL SOUS LA MANCHE

Par Lucien FOURNIER

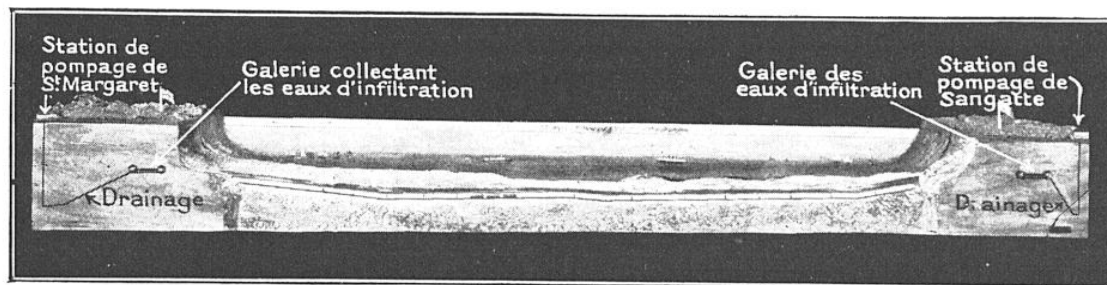
La grande presse internationale a montré, dans de multiples articles, l'intérêt économique qu'il y aurait à réunir l'Angleterre à la France par un tunnel sous-marin. Partisans et détracteurs se sont livrés à des considérations générales qui n'intéressent que médiocrement ceux qui envisagent plutôt cette grande œuvre seulement au point de vue de sa réalisation pratique. Le problème du percement d'un tunnel sous la Manche, d'une longueur de près de 60 kilomètres, ne présente, dans l'état actuel des choses, aucune difficulté technique. Les divers projets envisagés consistent tous à creuser la couche de craie formant le fond du détroit du Pas de Calais, dans des conditions à la fois de rapidité et de sécurité, que les spécialistes des travaux publics considèrent aujourd'hui comme d'une exécution courante. Nous avons pensé — avant qu'une décision soit prise par les nations intéressées — qu'il serait opportun de faire connaître à nos lecteurs comment sera percé — peut-être demain — le fameux tunnel sous la Manche, dont on parle depuis plus de cinquante ans !

Les premiers projets de percement d'un tunnel sous la Manche

L'IDÉE d'un tunnel sous la Manche est vieille de plus d'un siècle. Un ingénieur français, M. Mathieu, la soumit au Premier Consul après la paix d'Amiens (1802), alors qu'un Anglais, Charles Fox, jetait celle de l'entente cordiale : « L'union de la France et de l'Angleterre doit régir le monde. » Idée trop neuve, trop absolue, à l'époque, pour être comprise par tous. Le projet de l'ingénieur Mathieu, qui comportait la création d'une simple voie carrossable, n'eut aucun succès, et c'est en 1856 seulement que Thomé de

Gamond, après plusieurs campagnes hydrographiques dans le détroit, présenta une série de projets relatifs à la construction : d'un tube immergé, de cinq types de ponts, de jetées se prolongeant jusqu'à 8 kilomètres de chacune des côtes et reliées par un bac flottant, de digues s'étendant sur toute la largeur du détroit avec trois passes navigables, enfin de quatre tracés de tunnels.

Au moment où mourut Thomé de Gamond, une société d'études pour la construction d'un tunnel sous-marin était constituée et l'autorisation du gouvernement français, de construire une ligne sous-marine, accordée par la loi du 2 août 1875. Il fallut attendre cinq ans la constitution d'une société iden-



MAQUETTE, EXPOSÉE A LONDRES, D'UN PROJET ANGLAIS DE TUNNEL SOUS LA MANCHE
Cette maquette donne une idée du profil du tunnel qui comporte deux points bas, à partir desquels les eaux du tunnel seraient relevées par les stations de pompage.

tique en Angleterre, et c'est seulement en 1880 que les premiers travaux purent être entrepris : deux puits furent creusés, un sur chaque côté du détroit, et les galeries d'essais commencées.

Mais, lord Wolseley ayant déclaré tout net que le « tube » mettait le Royaume-Uni à la merci des armées françaises, un revirement de l'opinion publique se produisit immédiatement et les travaux furent interrompus.

A ce moment, la compagnie française, après avoir établi à Sangatte, au sud de Calais, un puits de 55 m 20 de profondeur au-dessous du niveau de la mer, avait déjà creusé 1.839 mètres de tunnel, dont 156 m 10 à la main et le reste à l'aide d'une machine perforatrice spéciale imaginée par le colonel Baumont. Du côté anglais, le puits avait été descendu à 49 mètres au-dessous du niveau de la mer et la galerie d'avancement atteignait 1.842 mètres de longueur.

De très nombreux projets furent, d'ailleurs, proposés à cette époque, notamment ceux de M. Castanier ; de la « Channel Tubular Railway Preliminary Company » ; de M. Bunau-Varilla ; de M. Felle ; de M. Sartiaux.

Les premières années qui suivirent l'armistice firent éclore d'autres projets, se rapportant presque tous à la construction d'un tunnel sous-marin, avantageux en ce sens qu'il réalise une communication sans débordement entre l'Angleterre et le continent ; de plus, cette solution présente le maximum de sécurité dans le cas où les deux pays seraient engagés en commun dans un conflit, toute autre éventualité n'étant pas à envisager.

A cette époque (1919), les gouvernements anglais et français suivirent l'affaire avec une attention toute spéciale, car il était apparu que l'opinion publique se montrait favorable à la réalisation de l'entreprise ainsi que le parlement britannique. Malheureusement, malgré la guerre et ses leçons, les choses demeurèrent en l'état.

Quelles raisons militent en faveur du projet ? Quels sont les arguments des détracteurs du tunnel ?

Il est bien évident qu'au point de vue économique, l'une et l'autre nations ne peuvent que tirer un avantage appréciable d'une communication ininterrompue, qui supprimerait les débordements de voyageurs et de marchandises, qui raccourcirait la durée des voyages entre Londres et le continent, qui permettrait de ne plus subir les attentes dues aux tempêtes, etc... Ce sont là des arguments dont personne ne méconnaît la valeur, mais qui, il faut bien le dire, ne sont d'aucun poids dans la décision à intervenir.

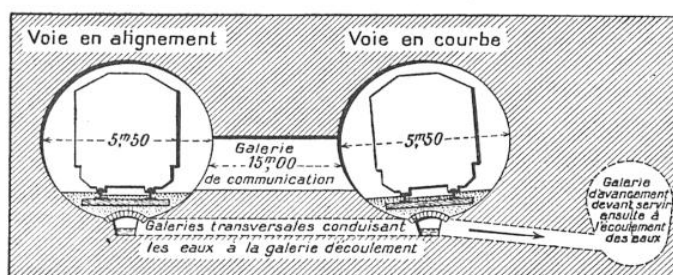
Lord Wolseley et, plus tard, Gladstone ont fait école ; et nombreux sont encore ceux qui considèrent que la Grande-Bretagne doit conserver à tout prix son isolement du reste de l'Europe. Cependant cette théorie a subi,

pendant la guerre, la plus grave atteinte. Elle ne saurait plus intervenir parce que les avions et les dirigeables sont maîtres de l'air, parce que les canons à longue portée sont maîtres de la Manche, de la côte anglaise et de Londres.

Le jour où les Anglais comprendront que la France n'est plus pour eux un adversaire militaire, le tunnel sera construit, parce qu'il apparaîtra comme le premier instrument de la sécurité anglaise. Rien de plus simple, d'ailleurs, que d'interrompre les communications dans un pareil ouvrage.

Mais il est une autre considération, la plus importante, qui constitue peut-être — sans que l'on en fasse état — la pierre d'achoppement à laquelle nous pourrions nous heurter encore cette fois : c'est la question de la marine de commerce.

Il est bien évident que, lorsqu'une centaine de trains pourront traverser chaque jour le Pas de Calais, la navigation commerciale anglaise éprouvera dans ces parages un choc désastreux. Non seulement les compagnies de navigation effectuant le



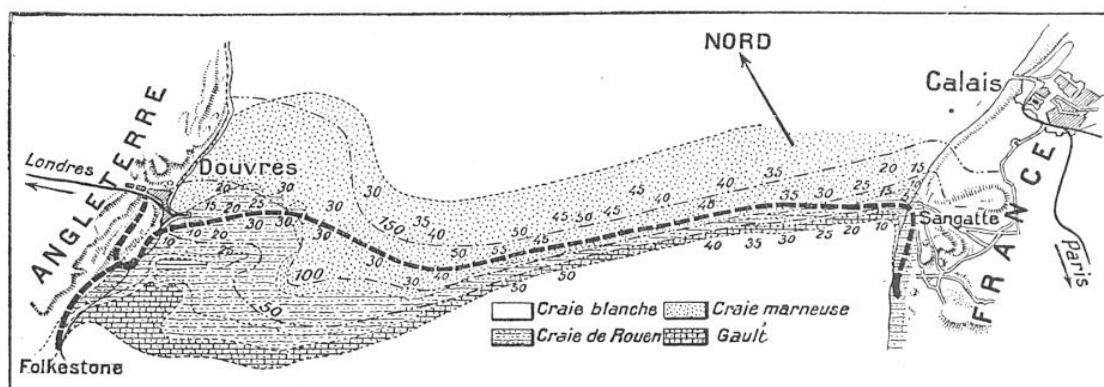
LE PROJET DE LA COMPAGNIE FRANÇAISE (1880)

La galerie d'avancement, creusée un peu plus profondément que celles d'exploitation, devait être utilisée pour faciliter le percement des deux souterrains et ensuite servir de galerie d'évacuation des eaux. Les travaux furent interrompus le 18 mars 1883.

transport des voyageurs entre la France et l'Angleterre, ainsi que les ports avoisnants, seront lésés dans leurs intérêts, mais aussi toutes celles qui se livrent au trafic avec l'Extrême-Orient, sauf pour ce qui concerne les marchandises lourdes. Les paquebots débarqueront leurs voyageurs et surtout leurs colis à Marseille ou à Brindisi, cesseront la navigation à ces ports d'escale, et les frets pour l'Extrême-Orient proviendront non plus de Grande-Bretagne, mais surtout de France et de l'Europe Centrale. Il est certain que les compagnies anglaises de navigation ont envisagé cette éventualité ; peut-être cherchent-elles à influencer le gouvernement anglais contre

le gault et la craie compacte. D'autre part, on suppose que la craie traversant le détroit est fissurée sur une épaisseur de 15 mètres, mais cette fissure n'intéresserait pas une largeur de plus de 10 kilomètres dans la craie compacte. Celle-ci s'étend sur toute la largeur du détroit, en accusant une inclinaison vers le nord-est aux abords de la côte anglaise.

En réalité, les sondages effectués par M. de Lapparent ne peuvent apporter aucune certitude sur l'épaisseur de la couche crayeuse à l'intérieur de laquelle doit être *obligatoirement* construit le tunnel. Si l'épaisseur de cette couche n'est pas partout suffisante, s'il existe des fissures, alors la cons-



CARTE GÉOLOGIQUE DU FOND DU DÉTROIT DU PAS DE CALAIS INDICANT LA NATURE DES TERRAINS AUX ABORDS DU TRACÉ DU TUNNEL AINSI QUE LES PROFONDEURS DE LA MER

Le tracé est celui de 1880, établi par la compagnie française.

l'idée du tunnel, en faisant ressortir, comme argument supérieur, le point de vue national. Ne s'est-on déjà pas servi d'un tel argument pour lutter avec acharnement contre la construction du canal de Suez, qui raccourcissait dans de grandes proportions la route des Indes ?

Nous allons étudier, maintenant, la technique d'exécution des projets.

Le terrain à creuser

M. de Lapparent a constaté, après sept mille sondages en mer, que le détroit du Pas de Calais a été formé par l'action des vagues sur l'isthme qui reliait autrefois la Grande-Bretagne au continent. Le sol est constitué par de la craie marneuse, compacte jusqu'à 50 mètres de profondeur, qui repose sur un terrain imperméable, le gault (1), dont la rencontre par le tunnel serait très dangereuse, de l'avis des géologues, une couche aquifère existant entre

(1) Argiles crétacées.

truction devient impossible, parce que la pression de l'eau à travers ces fissures serait telle que leur élargissement rapide entraînerait une véritable catastrophe.

Les exemples fournis par les travaux similaires doivent rendre prudents les promoteurs de l'entreprise. Au tunnel du Lœtschberg, à 2.675 mètres de la tête du souterrain, une faille remplie de sable et d'eau provoqua une inondation de la galerie, en quelques minutes, sur 1.800 mètres de longueur ; celui du Mont-d'Or, sur la ligne Frasnne-Vallorbe, dans le Jura, ne put être percé qu'en trois ans, à cause de venues d'eau, qui se produisirent également au cours du percement du Saint-Gothard, ainsi que du tunnel de Meudon, sur la ligne de Paris-Invalides à Versailles.

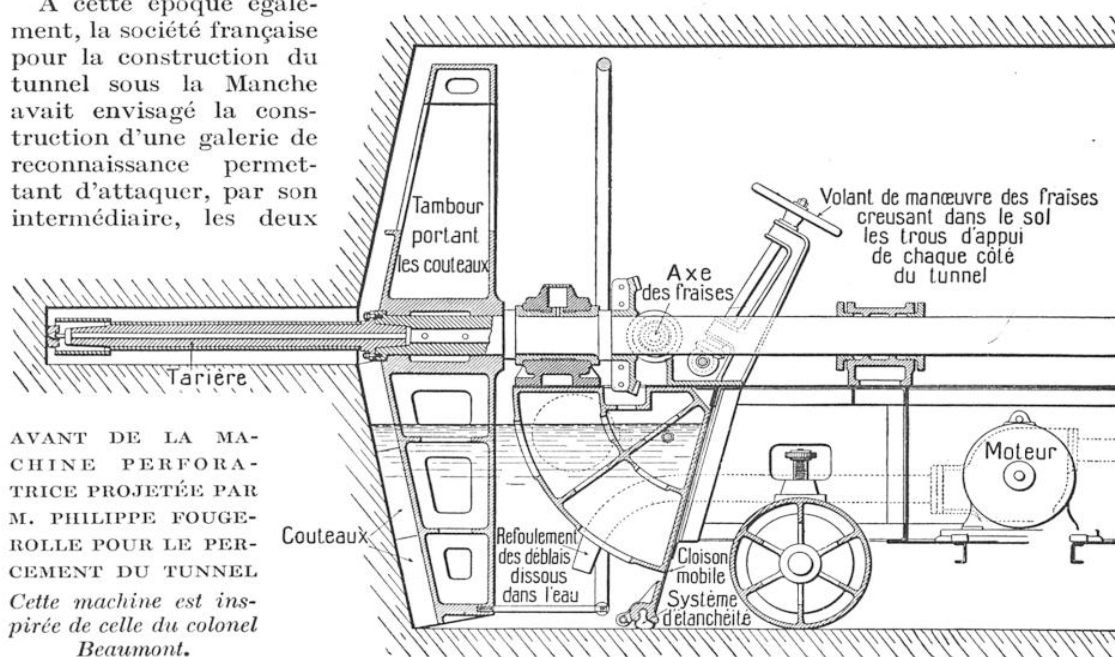
Les projets de souterrains

En 1919, la question s'était posée de construire soit un tunnel à deux voies, soit deux tunnels à une voie. Si l'on se place au

point de vue de la construction, l'un ou l'autre système peut être admis ; mais, si l'on envisage le côté exploitation, il convient d'accorder la préférence au double souterrain, parce que, en cas d'accident, le trafic ne serait jamais totalement interrompu. De plus, il a été constaté, dans l'exploitation du chemin de fer métropolitain, que la rencontre de deux trains déterminait des mouvements d'air ayant une action assez prononcée sur la traction. Enfin, la ventilation est mieux assurée dans un tunnel à voie unique par les trains circulant toujours dans le même sens.

A cette époque également, la société française pour la construction du tunnel sous la Manche avait envisagé la construction d'une galerie de reconnaissance permettant d'attaquer, par son intermédiaire, les deux

Enfin, le gabarit du matériel français étant légèrement supérieur à celui du matériel anglais, la Compagnie du South-Eastern and Chatham Railway serait décidée à modifier la superstructure de ses lignes jusqu'à Londres, afin de permettre au matériel français de continuer sa route sans interruption jusqu'à la capitale anglaise. On avait admis également que les souterrains pourraient être revêtus intérieurement de chapes métalliques ou en ciment armé aux endroits où des venues d'eau les rendraient nécessaires. Actuellement, les ingénieurs envisagent la nécessité de maçonner le



AVANT DE LA MACHINE PERFORATRICE PROJETÉE PAR M. PHILIPPE FOUGEROLLE POUR LE PERCEMENT DU TUNNEL
Cette machine est inspirée de celle du colonel Beaumont.

souterrains en plusieurs points du tracé à la fois, les deux galeries d'exploitation devant être reliées, de 100 mètres en 100 mètres, par des galeries transversales. Cette idée fut fortement discutée et les techniciens émis cet avis qu'il était préférable de laisser indépendants l'un de l'autre, sur toute leur longueur, les deux souterrains. Dans ce cas, il devenait nécessaire de creuser une seconde galerie de reconnaissance, malgré le supplément de dépense à engager dans ce but, pour faciliter les travaux du second tunnel.

Quant au diamètre intérieur, il serait de 5 m 60 ; mais, si l'on estime nécessaire d'établir une banquette de service pour la surveillance du tunnel et éventuellement pour les voyageurs, le diamètre devrait être porté à 6 mètres.

tunnel sur toute sa longueur, parce qu'ils ont constaté que les venues d'eau, avec lesquelles il faut toujours compter, ont pour effet d'humidifier fortement l'atmosphère et de déliter la craie. Dans ce cas, la sécurité serait certainement beaucoup plus grande que dans un souterrain nu, mais les travaux deviendraient beaucoup plus coûteux et beaucoup plus longs.

Procédés d'exécution des tunnels

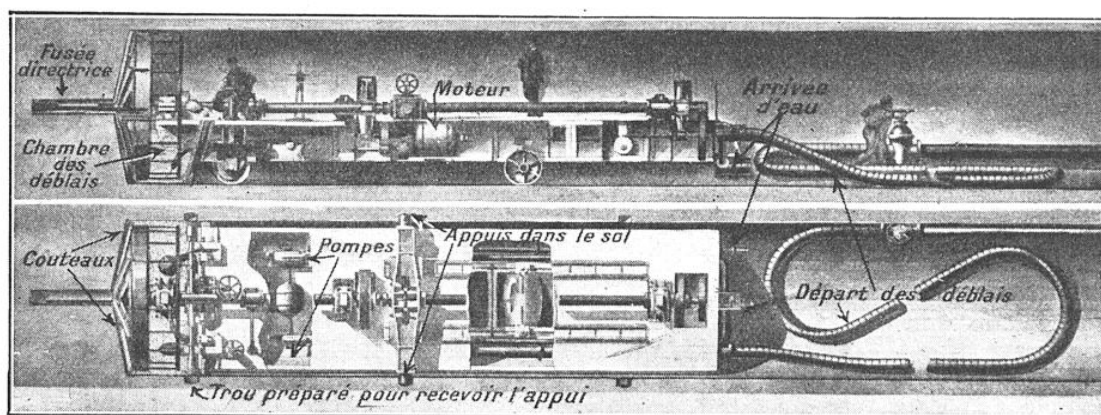
Deux projets ont retenu l'attention : ceux de la société française et de M. Ph. Fougerolle. Dans l'un et l'autre, il est prévu l'emploi d'une machine perforatrice semblable à celle qui fut employée, en 1880, pour les premiers travaux et qui est due au colonel Beaumont. C'est une machine rotative, comportant une tarière extrême

qui pénètre dans la craie, suivant l'axe du souterrain et qui sert de guide à la perforatrice. Celle-ci est constituée par un certain nombre de couteaux radiaux, dont la rotation est commandée par un moteur électrique. Un autre moteur assure l'avancement en actionnant une longue vis sans fin, dont l'extrémité avant vient buter contre l'extrémité arrière de l'axe du système perforateur. Pendant la translation, la machine prend appui, par les extrémités de deux traverses mobiles, latéralement, dans deux trous creusés dans les côtés du tunnel.

Le projet Fougerolle comporte une nouveauté extrêmement intéressante, au point de vue de l'évacuation des déblais. Il est

rerrains destinés à recevoir les voies ferrées. Par son intermédiaire, on ouvrirait un certain nombre de chantiers dirigés dans les deux sens, allant à la rencontre les uns des autres. Avec quatre attaques intermédiaires pour chaque souterrain et en ajoutant les deux chantiers partant du rivage, on pourrait progresser à une vitesse de 25 mètres par jour dans chaque chantier. Dans ces conditions, les souterrains pourraient être construits en trois années.

Une autre question reste à envisager : celle de la force motrice nécessaire à la construction et ensuite à l'exploitation. On a calculé que les besoins du service exigeraient, à chaque tête, une puissance de 20.000 ch. Quant à l'exploitation, elle



ÉLÉVATION ET PLAN DE LA MACHINE A PERCER LE TUNNEL

Les couteaux, raclant la craie, permettront de délayer les déblais dans de l'eau amenée vers l'avant et de les refouler, à l'aide de pompes, jusqu'à l'origine des souterrains, où ils seront rejetés à la mer.

prévu, en effet, immédiatement à l'arrière des couteaux, une chambre étanche, dans laquelle tombent les déblais réduits à l'état pulvérulent par la machine perforatrice elle-même.

Dans cette chambre, on fait pénétrer de l'eau en abondance, venue de la côte par une canalisation. La craie pulvérulente se délaie dans cette eau et son refoulement est assuré par une série de pompes montées en cascade. On a calculé que 7 mètres cubes d'eau peuvent entraîner 1 mètre cube de déblais. Ajoutons que l'eau nécessaire serait puisée dans la mer à l'origine du souterrain et refoulée dans les mêmes conditions par une deuxième canalisation.

On commencerait par construire une galerie de reconnaissance, qui permettrait de s'assurer de la résistance du terrain sur toute l'étendue du tracé. Cette galerie serait utilisée ensuite pour creuser les deux sou-

nécessiterait une puissance égale. Il paraît donc logique d'établir, tout d'abord, sur chaque rive, une usine capable de suffire à tous les besoins des travaux pendant la construction des tunnels et qui servirait ensuite à leur exploitation future.

L'auteur de ce projet estime que la construction coûterait environ 150 millions de francs or, soit moins d'un milliard de notre monnaie. Ajoutons que cette estimation est très inférieure à certaines autres, qui atteignent jusqu'à 3 milliards, surtout si l'on envisage une maçonnerie de 0 m 60 d'épaisseur à l'intérieur du tunnel.

De l'autre côté de la Manche, on a pensé que serait également possible la construction d'un souterrain spécial destiné à la circulation automobile. Il y a lieu de faire toutes réserves à ce sujet et, avant de se prononcer, d'attendre les résultats de l'exploitation par les voies ferrées, car les frais de

perçement de ce souterrain entraîneraient l'établissement d'une taxe si élevée que la plupart des voitures préféreraient la voie ferrée pour leur transport, voire même la voie maritime, à la route spéciale.

La société française, présidée par M. Javary, directeur de l'exploitation des Chemins de fer du Nord, estime que les travaux d'exécution du tunnel ne présentent aucun aléa.

Sa longueur totale serait de 53 kilomètres, dont 39 sous la mer et 14 sous les côtes entre les deux points les plus rapprochés. Les voies ferrées se prolongeraient à ciel ouvert, du côté français, pour rejoindre à Beuvrequin la ligne de Boulogne à Calais. Le tracé du profil serait inverse de ceux que l'on adopte dans la construction des souterrains en montagne, dont le point culminant est réservé au milieu, pour permettre l'écoulement des eaux sans intervention de machines. Le nouveau souterrain serait établi en pente à partir des côtes, jusqu'à 95 mètres au-dessous du niveau de la mer.

Mais en partant des deux puits de rive — construits depuis 1880 — que l'on descendrait plus profondément, la galerie de reconnaissance serait établie à un niveau plus bas que les futurs souterrains d'exploitation et relevée peu à peu jusqu'à ce que son point milieu soit situé au même niveau que le point le plus bas des précédentes. Cette galerie permettrait donc l'évacuation des eaux par simple pompage à chaque extrémité. Mais elle servirait d'abord, comme celle du système Ph. Fougierolle, de galerie de reconnaissance, permettant, par des sondages supérieurs et inférieurs, de reconnaître l'épaisseur de la couche crayeuse, afin de creuser les tunnels d'exploitation au milieu de cette masse. C'est également par cette galerie que s'effectueraient l'évacuation des déblais, et que, par des rameaux, on pourrait aménager divers chantiers facilitant le perçement des tunnels destinés aux voies ferrées.

Les auteurs estiment que les travaux dureraient de six à huit ans, peut-être moins.

Le projet de l'ingénieur suisse Jules Jaeger

Il nous est impossible de passer sous silence la conception hardie d'un ingénieur suisse, M. Jules Jaeger, qui pourrait être adoptée au cas où la traversée en tunnel se révélerait impossible, par suite de trop nombreuses ou trop importantes infiltrations d'eau.

L'auteur envisage la construction de deux jetées parallèles entre la côte anglaise (Deal) et la côte française (Calais). Ces

jetées seraient interrompues, au milieu de la Manche, par des viaducs suffisamment élevés au-dessus des eaux pour permettre le passage des plus puissantes unités navales de guerre ou de commerce. L'espace libre sous ces viaducs serait aménagé en port capable de recevoir ces navires (fig., p. 306).

Chaque jetée comprendrait une voie ferrée et serait surmontée d'une chaussée réservée aux automobiles. Entre les deux jetées, le canal, d'une largeur de plus de 300 mètres, permettrait la navigation en zone calme, par conséquent à l'abri des tempêtes, entre la France (canaux du Nord) et l'Angleterre. Le canal serait même prolongé jusqu'à Herne Bray, sur l'estuaire de la Tamise, pour constituer une nouvelle voie de navigation entre Londres et le réseau des canaux du continent. Sous le viaduc et dans son voisinage immédiat, serait aménagé un port en eau calme, par conséquent constituant un port de trafic entre le canal et les lignes de navigation internationales. Enfin, près de Deal et de Calais, un petit port permettrait la liaison entre le canal maritime et les réseaux terrestres anglais et continentaux.

Une telle construction est-elle possible dans la Manche, où les tempêtes sont nombreuses et particulièrement violentes ?

L'auteur se fonde sur le fait que la plus grande profondeur dans ces parages en dépasse pas 50 mètres et que, dans le Pacifique, on a construit des jetées de 60 mètres de profondeur. On établirait les jetées et les piles du viaduc central sur des enrochements et des caissons construits en série, dont la solidité n'aurait rien à craindre des courants de marée ni des plus violentes tempêtes.

Le projet est assurément original, mais les ingénieurs lui préféreraient, sans doute, le tunnel, dont la construction peut reposer sur des données beaucoup plus précises que celle de ces digues.

Nous avons parlé récemment (1) d'un projet de tunnel sous le détroit de Gibraltar et montré les conséquences économiques qu'entraînerait son exécution. Il est à rapprocher de celui entre la France et l'Angleterre, dont il constituerait une sorte de prolongement extrêmement favorable à la mise en exploitation des richesses africaines. Souhaitons que les deux traversées s'effectuent le plus rapidement possible, pour le plus grand profit matériel et moral des nations directement intéressées : l'Angleterre, la Belgique, la France et l'Espagne.

L. FOURNIER.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 131, page 443.

UN GRAND PROGRÈS VIENT D'ÊTRE RÉALISÉ DANS LE TRANSPORT DE L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE

Les câbles souterrains à haute tension.

Par René DONCIÈRES

Au fur et à mesure que s'édifient les supercentrales pour produire l'énergie électrique, non plus sous une forme en quelque sorte disséminée dans de petites usines électriques (1), il importe de résoudre le problème du transport d'énergie à distance, de façon à en obtenir le meilleur rendement. Chacun sait que pour une puissance donnée, — puissance qui est proportionnelle à l'intensité et à la tension du courant à transporter, — les pertes en ligne sont fonction de l'intensité du courant et non de la tension. Aussi vint-il immédiatement à l'idée des techniciens d'augmenter le plus possible la tension du courant à transporter, de façon à diminuer l'intensité sans faire varier la puissance. Tout d'abord, les réseaux aériens ont été les plus employés, car ils étaient moins onéreux et moins longs à établir, mais, par contre, ils étaient sensibles aux perturbations atmosphériques et même dangereux pour la traversée des routes et agglomérations rurales. C'est pour cette raison qu'on s'est acheminé vers l'emploi des canalisations souterraines, en y installant des câbles spécialement étudiés pour supporter des tensions en courant alternatif ou continu dépassant 100.000 volts. C'est là un progrès de la technique électrique du plus haut intérêt et dont l'adoption récente contribuera à une meilleure distribution de l'énergie électrique.

LA recherche du meilleur rendement pour les réseaux de distribution du courant électrique a conduit les techniciens à envisager le transport de cette énergie sous des tensions de plus en plus élevées.

Mais les lignes aériennes à haute tension ne peuvent être utilisées pour la traversée des agglomérations. De plus, elles sont soumises à des perturbations dues aux influences atmosphériques d'autant plus importantes que la tension sur les fils est plus élevée.

Pour remédier à ce dernier inconvénient, il n'existe qu'un moyen : construire des câbles souterrains. Mais, alors, on se heurte,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 136, page 289.

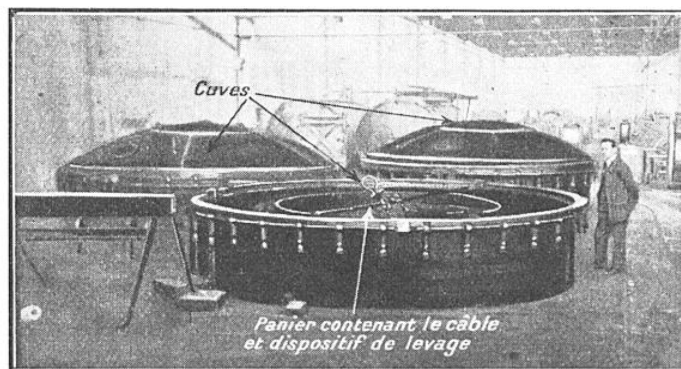
tout d'abord, à des difficultés de pose que les machines à creuser les tranchées (1) atténuent fortement dans les terrains meubles. D'ailleurs, si on se place uniquement au

point de vue économique, l'installation du câble souterrain, dans le cas du transport d'une grande puissance à haute tension, n'est, pour ainsi dire, pas plus coûteuse que celle d'une ligne aérienne.

D'autre part, le câble souterrain se trouve logé dans des conditions très différentes du

précédent, et, si les influences atmosphériques sont éliminées, il n'en reste pas moins nécessaire, pour réaliser le transport du cou-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 134, page 99.



CUVES A IMPRÉGNER LES CABLES (CABLERIE DE JEUMONT)

Le câble est enroulé sur lui-même dans un panier et enfermé dans la cuve. Il est ensuite séché dans le vide et imprégné sous pression dans la même cuve.

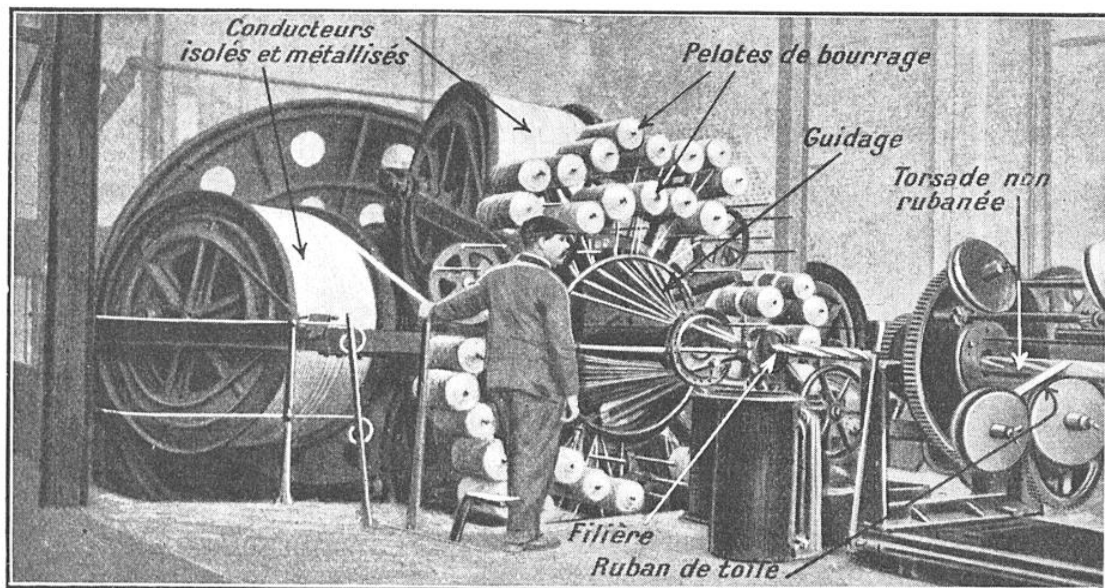
rant à des tensions très élevées, de recourir à une construction spéciale et à surveiller très attentivement les conditions d'isolement, qui doivent réduire les pertes à un minimum obligatoire.

Depuis de nombreuses années, on a employé, pour l'isolement des câbles électriques pour transport d'énergie, le papier imprégné de matières spéciales à base d'huiles et de résines, dénommées compounds. La papier imprégné se comporte mieux, au point de vue diélectrique, que les isolants

des phénomènes électriques dus au courant alternatif qui les parcourt, de les protéger par une armure ordinaire ; cette fragilité imposait fréquemment l'obligation de réduire les longueurs des tronçons de fabrication, d'où découlait la mise en service d'un grand nombre de boîtes de jonction.

De plus, dans les câbles utilisés pour les tensions alternatives, on constate la présence de courants dans les gaines de plomb ; il en résulte une perte d'énergie.

Comme il n'est pas possible de les armer,



CETTE MACHINE ASSEMBLE LES FILS POUR EN FORMER DES CABLES AUX FORGES ET ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE JEUMONT

Les trois conducteurs, recouverts de leur rubanage isolant et d'une couche de papier métallisé, sont amenés à la filière où ils sont assemblés. Le câble ainsi obtenu reçoit ensuite, sur un banc rubaneur (à droite de la photographie), une ou plusieurs couches de papier ou de toile.

employés antérieurement ; d'abord le caoutchouc vulcanisé, ensuite les matières fibreuses, telles que le jute imprégné de cires grasses.

Tandis que, naguère encore, on considérait comme haute tension des tensions de 10.000 à 15.000 volts, transmises par le câble tripolaire ordinaire, on a été amené, pour réaliser des transports de 45.000 et 60.000 volts, à construire des câbles à un seul conducteur (câbles monopolaires), parce que les précédents (câbles tripolaires), tels qu'ils étaient construits alors, ne présentaient pas une sécurité suffisante.

On reprochait, toutefois, aux câbles monopolaires une fragilité excessive pendant la pose, provenant de l'impossibilité, en raison

ils ne peuvent être protégés contre les tassements du sol que par un caniveau en ciment recouvert de dalles, très coûteux à établir. Dans le cas de tension triphasée, on est obligé de placer, dans le caniveau, les trois câbles monophasés l'un près de l'autre ; il devient alors nécessaire d'installer les trois boîtes de jonction qui réunissent les extrémités de deux sections successives dans une niche spéciale, plus coûteuse à construire encore que le caniveau lui-même.

Enfin, les câbles monopolaires créent, autour d'eux, un champ magnétique tournant, origine de perturbations dans les circuits téléphoniques voisins.

Par suite de l'emploi de câbles dits métallisés, la fabrication des câbles tripolaires

prévaut actuellement jusqu'aux tensions de 70.000 volts ; au delà, on a, de nouveau, recours aux câbles monopolaires.

Actuellement, on peut prétendre assurer le service à des tensions de 120.000 à 150.000 volts par des câbles monopolaires souterrains spéciaux.

La constitution des câbles

Dans les câbles dits « ordinaires » ou « normaux », triphasés à trois conducteurs, pour des tensions inférieures à 20.000 volts, les fils de chaque conducteur sont en cuivre ou en aluminium, câblés, pleins ou quelquefois creux, isolés par un rubanage en papier. Les conducteurs sont ensuite câblés et les vides remplis par un bourrage qui donne au câble une forme parfaitement circulaire.

Cet ensemble reçoit encore un nouveau rubanage de papier imprégné, qui constitue l'isolement de ceinture.

Le câble ainsi préparé est enfoncé, à la presse, sous une gaine de plomb recouverte encore d'une couche de papier et de filin bitumés, qu'entoure une armure en feuillets d'acier rubanés définitivement recouverte d'un matelas extérieur de filin asphalté et chaulé.

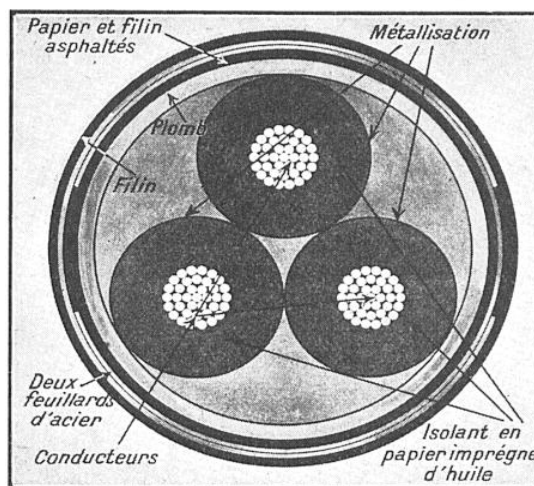
Dans la construction de l'armure, on remplace parfois le feuillet d'acier par des fils d'acier lorsque le câble est appelé à supporter des efforts de traction considérables.

On doit cependant distinguer deux cas : Lorsque la tension ne doit pas dépasser 20.000 volts, comme dans les câbles « normaux », la détermination de la section, du

diamètre des conducteurs, est subordonnée plutôt à des considérations mécaniques qu'aux spécifications rigoureuses du calcul. Les épaisseurs du papier sont telles que les conditions de l'isolant, soumis au champ électrique, sont largement satisfaites. Par exemple, un câble, dont la section de chaque conducteur est de 150 millimètres carrés, est construit pour transporter du courant à 10.000 volts avec des épaisseurs d'isolants de 3 à 4 millimètres, épaisseur supérieure à celle indiquée par la théorie.

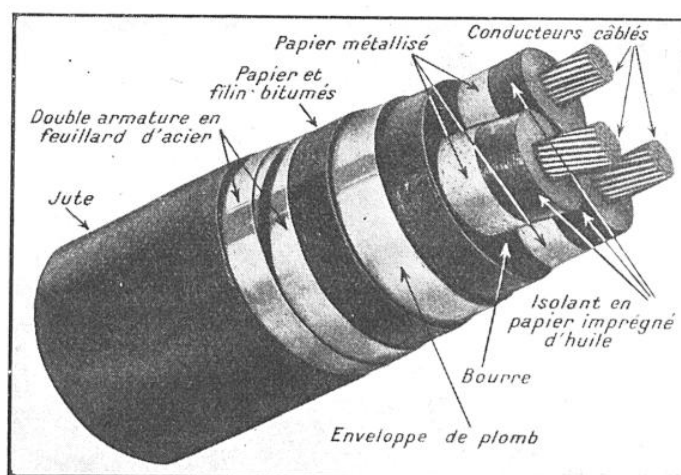
Pour les câbles appelés à supporter des tensions de 70.000 volts, l'isolement est alors étudié sous tous ses aspects : rigidité élec-

trique, ionisation, pertes diélectriques, déformation, etc., sous l'effet de l'action prolongée du courant et de la température. La rigidité électrique ou diélectrique, qui constitue le critérium d'un isolant, est la limite de la contrainte diélectrique qu'on puisse lui appliquer; elle fait l'objet de mesures très précises et s'évalue en volts par millimètre d'épaisseur d'isolant. Elle correspond à la limite élastique ou l'effort de rupture évalués en kilogrammes par millimètre carré.



COUPE D'UN CÂBLE TRIPOLAIRE MÉTALLISÉ POUR TENSION DE 60.000 VOLTS

La section de chaque conducteur est de 150 millimètres carrés.



CÂBLE TRIPOLAIRE MODERNE POUR LES COURANTS A HAUTE TENSION DONT LES CONDUCTEURS SONT ENTOURÉS DE PAPIER MÉTALLISÉ

La valeur de l'isolant étant connue, on est arrivé, tout naturellement, à étudier les dispositifs qui conduisent à sa meilleure utilisation. Ainsi sont nés les câbles triphasés à surfaces équipotentiellles pour les tensions inférieures à 70.000 volts.

Les nouveaux câbles à haute tension

Ces câbles ont été étudiés et construits, pour la première fois en France, par la Câblerie de Jemont. Ce sont des câbles métallisés qui se distinguent des précédents par la couche de papier métallisé qui entoure la couche isolante de chaque conducteur et par l'absence de tout isolement de ceinture. Le métal employé est une mince couche d'aluminium de 10 à 15 centièmes de millimètre. Les conducteurs sont ensuite câblés avec le bourrage et encore maintenus par un ruban de textile métallisé ou de métal. Ils sont ensuite enfermés dans la gaine de plomb et protégés, enfin, par une armure en feuillard d'acier.

Si on les compare aux câbles normaux à trois conducteurs, tels que nous les avons décrits plus haut, on constate une meilleure répartition du champ électrique, dont les lignes sont radiales comme dans les câbles monopolaires, une évacuation plus complète de la chaleur produite dans le câble par le passage du courant alternatif (effet Joule) qui se traduit par la possibilité d'augmenter de 15 à 20 % la densité du courant à échauffement égal. Enfin, une meilleure tenue au point de vue électrique, car on ne constate pas de phénomène d'ionisation qui entraîne la carbonisation de l'isolant.

Ils présentent, sur les câbles monopolaires,

l'avantage de posséder une armure en acier qui facilite singulièrement la pose, puisque des tronçons de 230 mètres de câbles à 60.000 volts ont pu être insérés dans le réseau de la Compagnie parisienne de Distribution d'électricité en trente minutes. Dans ce cas, les longueurs des tronçons ne sont limitées que par les dimensions des bobines de transport. Ces câbles se prêtent également aux transports sous-marins d'énergie. Celui de 50.000

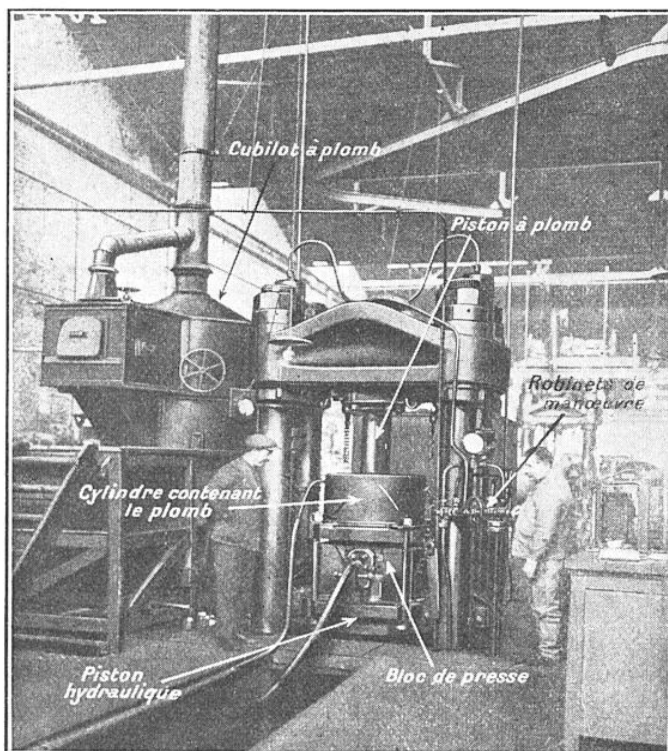
volts entre la Suède et le Danemark, qui mesure 5.400 mètres, fut posé en six longueurs de 900 mètres en 1925. Récemment, la traversée du Bosphore, à Constantinople, a été effectuée par un câble sous-marin à surfaces équipotentiellles à trois conducteurs de 35 millimètres carrés de section pour une tension de 15.000 volts, fabriqué en une seule longueur de 2.500 mètres et représentant un poids total de 33 tonnes. Il a été immergé par des fonds de 100 mètres.

Comme aucune action perturbatrice n'est

à craindre pour les circuits électriques voisins, la pose en simple tranchée de ces câbles accompagnés de câbles téléphoniques ne présente aucun inconvénient. Enfin, du fait que la pellicule métallique, constituant l'armure extérieure de chaque conducteur isolé, est soudée intimement sur le papier isolant, la partie métallisée suit tous les mouvements de dilatation de l'isolant ; les câbles subissent alors sans inconvénient les alternatives d'échauffement et de refroidissement lorsqu'ils sont en charge ou au repos.

La résistance thermique des câbles

Plus l'étude théorique des câbles s'est poursuivie, plus on s'est aperçu que la résis-



VUE D'UNE INSTALLATION D'UNE PRESSE DE 300 TONNES DESTINÉE A METTRE LES CABLES SOUS PLOMB

tance thermique exerçait une influence prépondérante sur la résistance électrique, c'est-à-dire sur la valeur du câble. Les deux phénomènes ont pu, en effet, être rapprochés et l'on a reconnu que, dans un câble, la transmission de la chaleur est à peu de chose près identique à celle du courant. Des essais thermiques ont été effectués par MM. le Dr K. Konstantinowsky et L. Tschiasny, sur un câble désigné sous le nom de « câble triphasé H ».

Dans un câble triphasé ordinaire (fig. ci-contre) on remarque que les lignes des courants thermiques sortent de la surface des conducteurs de cuivre et se répandent sur l'armure extérieure. Si les surfaces des conducteurs isolés sont entourées de métal, les lignes des courants thermiques sont très différentes de celles du courant ordinaire ; elles s'arrêtent à l'enveloppe métallisée de chaque conducteur et la chaleur est trans-

mission d'un câble à la cellulose imprégnée, on a laissé des bulles d'air pénétrer dans la couche isolante, on constate que, sous l'influence du courant alternatif, une molécule d'air s'ionise à la longue en provoquant un échauffement, qui se traduit par une brûlure du papier. C'est là l'origine d'une cavité dans l'isolant, cavité qui diminue sa valeur en ce point et finit par occasionner une rupture du diélectrique.

Sur un câble à moyenne tension (15.000 volts au maximum), le défaut n'a qu'une importance secondaire et provoque rarement des accidents. Mais, lorsqu'on atteint des tensions de 60.000 volts, *a fortiori* de 130.000 volts, entre conducteurs séparés, ce qui donne une tension de 75.000

volts par rapport à la terre, les molécules d'air interposées ont une très grosse influence sur la vie du câble.

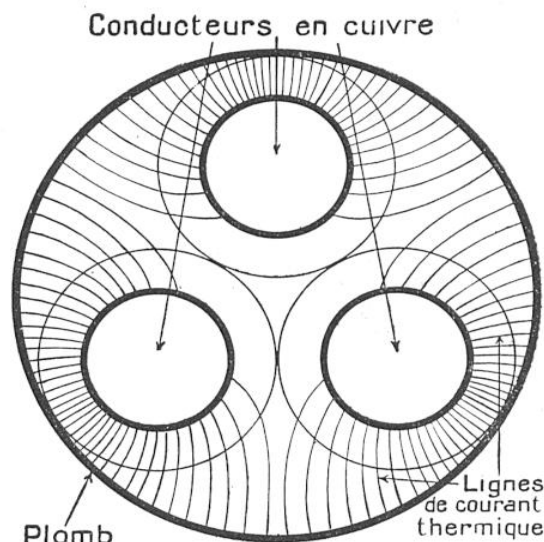
En outre, il se produit dans les câbles à

plusieurs conducteurs un champ tournant (1) et des répartitions de potentiel qui obligent l'isolant à travailler plus en certains points. Ainsi, dans les câbles à trois conducteurs câblés ensemble, les couches internes travaillent bien davantage que les couches externes, la répartition du poten-

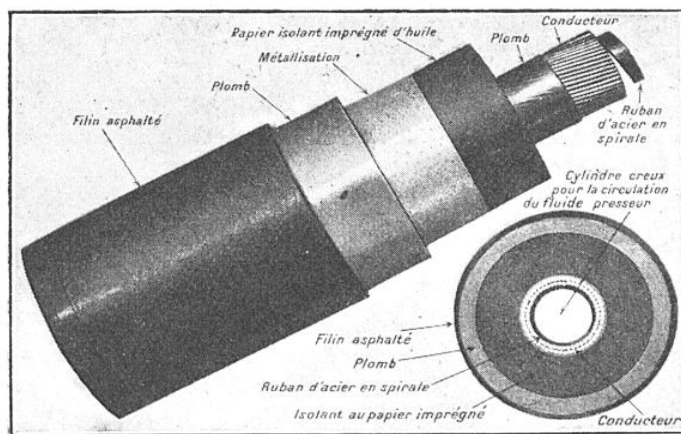
tiel étant plus forte vers le centre que vers la périphérie.

Les soins de fabrication, le choix du papier

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 138, page 472.



DANS UN CÂBLE TRIPHASÉ ORDINAIRE, LES LIGNES DES COURANTS THERMIQUES SE RÉPANDENT SUR L'ARMURE EXTÉRIEURE



CÂBLE MONOPOLAIRE SPÉCIAL POUR LES TRÈS HAUTES TENSIONS CONSTRUIT PAR LA CABLERIE DE JEUMONT

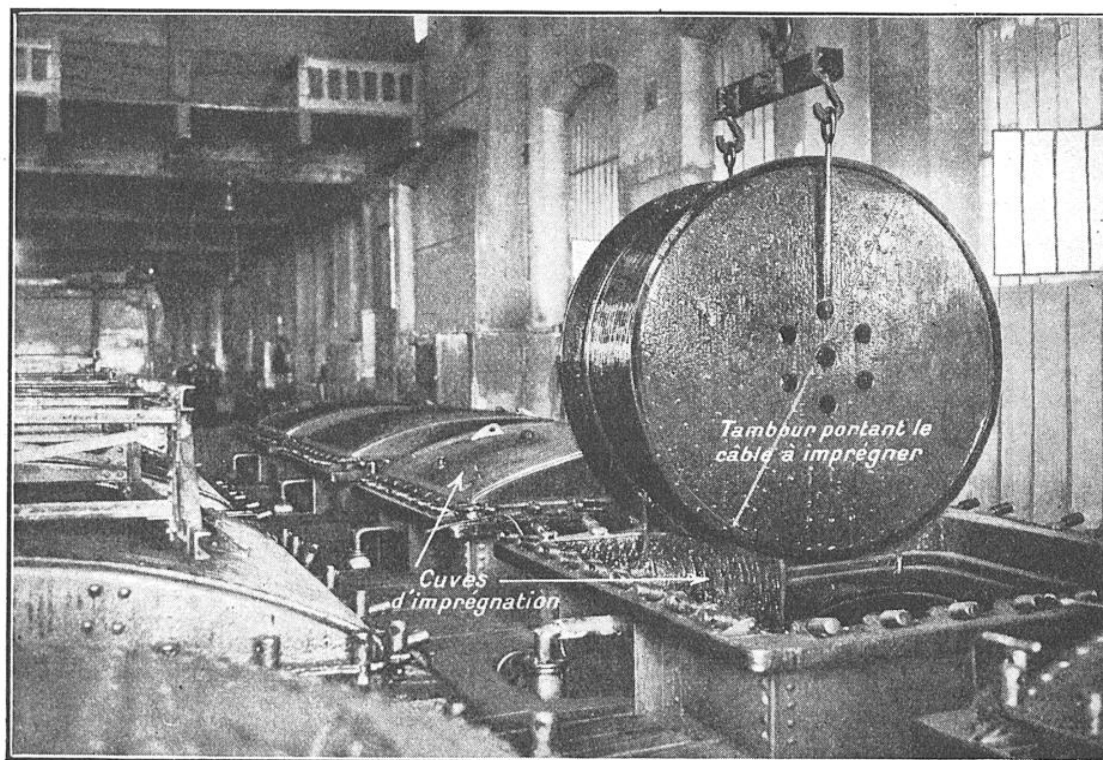
tion d'un câble à la cellulose imprégnée, on a laissé des bulles d'air pénétrer dans la couche isolante, on constate que, sous l'influence du courant alternatif, une molécule d'air s'ionise à la longue en provoquant un échauffement, qui se traduit par une brûlure du papier. C'est là l'origine d'une cavité dans l'isolant, cavité qui diminue sa valeur en ce point et finit par occasionner une rupture du diélectrique.

et de la matière d'imprégnation, les procédés d'évacuation de l'air au moment de la mise sous plomb, permettent d'éviter le premier de ces défauts. On remédie au deuxième par le procédé de métallisation que nous avons exposé et qui est réalisé, soit par un ruban métallique, soit par un papier métallisé à l'extérieur, soit par un tube de plomb.

Les trois conducteurs câblés se comportent alors, au point de vue de l'application de la tension, comme s'ils étaient uniques.

Ces câbles peuvent être construits comme ceux à 60.000 volts ; ils n'en diffèrent que par l'épaisseur de l'isolant.

On envisage actuellement des transports d'énergie souterrains de 100.000 à 150.000 volts. Des essais concluants ont été effectués à la câblerie de Jeumont sur un nouveau câble monopolaire à isolant comprimé à l'intérieur du câble qui est creux. Cet isolant est soumis à une pression interne, normalement décroissante de l'intérieur à la



VUE DE LA SORTIE D'UN TAMBOR DE CÂBLE D'UNE CUVE A IMPRÉGNER

Les câbles monopolaires

Jusqu'à 70.000 volts, les câbles tripolaires peuvent être utilisés ; mais, dès que la tension dépasse cette valeur, le câble monopolaire s'impose. Dans ce cas, le feeder triphasé comporte trois câbles monophasés distincts, constitués chacun par une âme conductrice câblée entourée d'un isolant au papier imprégné et d'une gaine de plomb. Ces trois éléments ne sont pas armés en raison des pertes d'énergie supplémentaires et des inconvénients que causerait la présence d'une armure métallique ; ils sont placés dans des caniveaux spéciaux où les trois conducteurs occupent les trois angles d'un triangle.

périphérie. Le fluide presseur, qui peut être de l'huile, par exemple, est séparé et indépendant de l'isolant actif. La figure de la page précédente montre sa constitution.

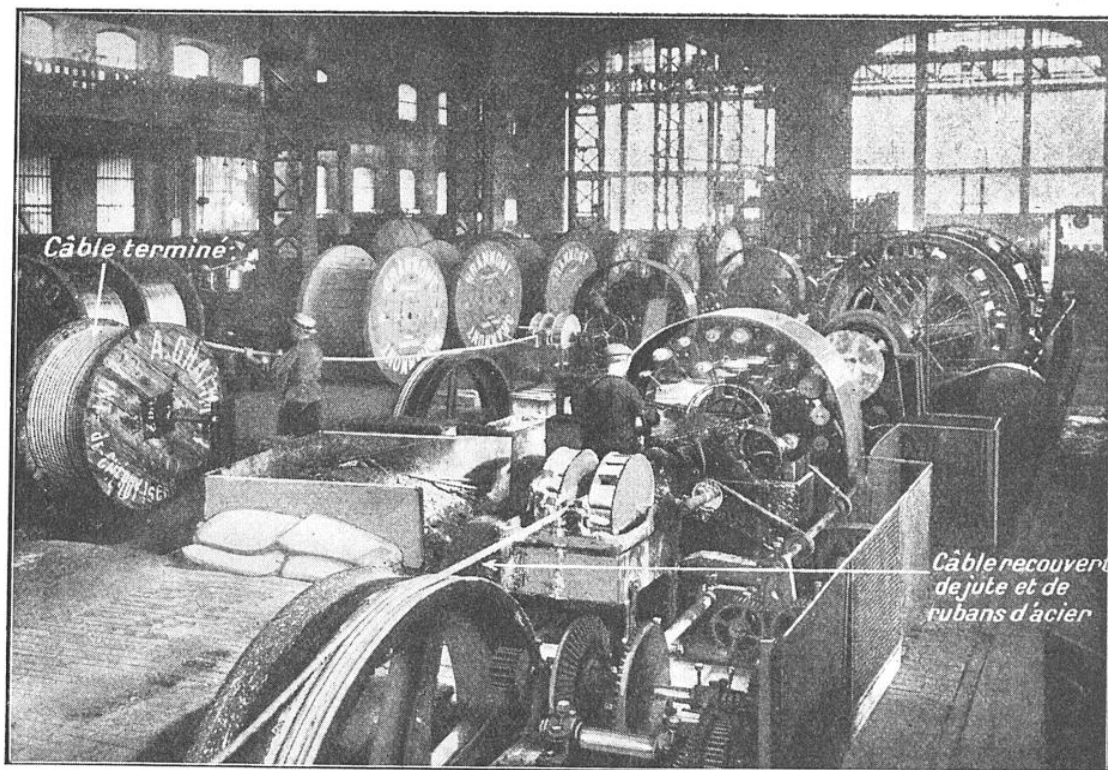
Le transport du courant continu sera-t-il pratique, grâce à la haute tension ?

La distribution du courant continu a été réalisée par différents dispositifs, mais elle ne se prête pas au transport à haute tension sur les longues distances.

Cependant le système Thury, à intensité constante, a permis cette distribution jusqu'à 60.000 volts, comme sur la ligne de Moutiers à Lyon. Dans ce cas, la puissance est obtenue, à l'usine génératrice, par un cer-

tain nombre de dynamos Thury groupées en série, susceptibles de fournir la tension que l'on désire transporter. Le système convient très bien à la transmission, mais il se prête mal à la distribution, les appareils d'utilisation, lampes ou moteurs, fonctionnant tous sous tension constante. On doit donc, pour la distribution, utiliser des groupes convertisseurs dont les dynamos produisent du courant à 110 ou 220 volts pour l'éclairage et 500 à 600 volts pour la traction.

tension continue de 300.000 volts pendant dix minutes, puis à des essais de courant alternatif, pendant trois minutes, à 110.000 volts; on considère ces derniers comme beaucoup plus durs pour le câble que les premiers, car, s'il n'y a pas de relation connue, pour ces hautes tensions, entre les effets du voltage à courant continu et ceux du voltage à courant alternatif, il demeure vraisemblable que des essais à 110.000 volts alternatifs font beaucoup plus travailler l'isolant



MACHINES A ARMER LES CABLES DANS UNE GRANDE INSTALLATION MODERNE

La Société Générale de Force et Lumière à Grenoble vient de commencer avec succès, sur une partie de son réseau, le remplacement de la ligne aérienne par un câble souterrain monopolaire, isolé à la cellulose imprégnée sous plomb armé, protégé par deux feuillards d'acier. Voici ses caractéristiques : section de l'âme, $150 \frac{m}{m}^2$; épaisseur de l'isolant, $15 \frac{m}{m}$; épaisseur de la gaine de plomb, $2 \frac{m}{m}$; diamètre extérieur du câble, $64 \frac{m}{m}$. La fabrication s'effectue par longueurs de 200 mètres.

Les boîtes de jonction, très longues, sont doublées intérieurement d'une gaine de plomb pour éviter l'entrée de l'humidité. Le câble a été soumis, à l'usine, à une

que ceux à 300.000 volts à courant continu.

Après la pose du câble, les essais furent effectués sur une tension continue de 200.000 volts pendant une heure.

Ce projet audacieux permet-il d'envisager le retour à l'exploitation des réseaux par le courant continu? Si l'on peut, en effet, transporter sans danger de très hautes tensions à courant continu par les câbles souterrains, les réseaux alternatifs aériens à très haute tension risquent d'être éclipsés par eux. Cependant la transformation facile du courant alternatif au moyen d'appareils statiques paraît devoir lui conserver encore la faveur des techniciens.

RENÉ DONCIÈRES.

COMMENT SE RÉPARTIT LE

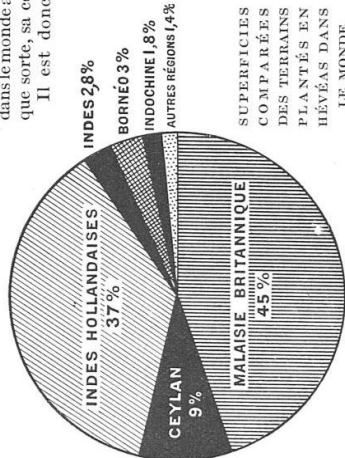
Par Jacques

Parmi les matières premières qui dominent l'économie mondiale, le caoutchouc tient l'une des premières places. Aussi LA SCIENCE ET LA VIE a-t-elle suivi minutieusement l'évolution du marché du caoutchouc dans le monde et donné, à ce sujet, la documentation la plus récente en ce qui concerne sa culture, sa production, le rôle du caoutchouc régénéré dans l'industrie des pneumatiques, les recherches concernant soit le caoutchouc synthétique, soit le caoutchouc artificiel (1).

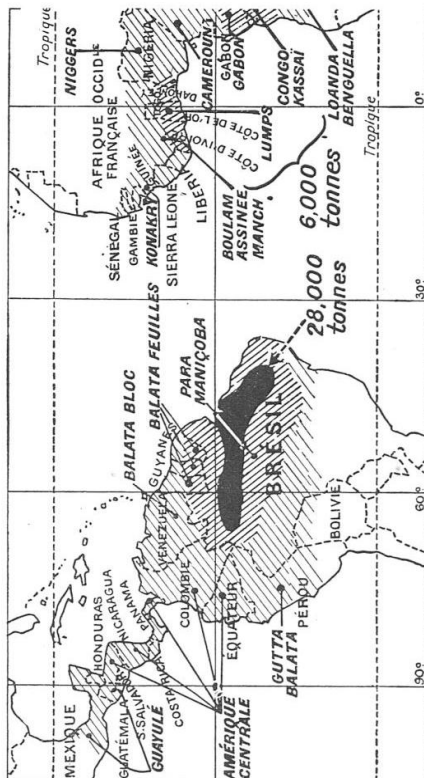
Au point de vue économique, la sensibilité du marché du caoutchouc est telle que le déplacement d'un volant de 25.000 tonnes suffit à modifier les cours, dans un sens ou dans l'autre. C'est pour cette raison que, pendant six ans, fut appliqué un plan dit « plan Stevenson » (2).

(1) Voir La Science et la Vie, n° 113, page 29 ; n° 118, page 306 ; n° 126, page 527 ; n° 127, page 36 ; n° 132, page 478 ; n° 138, page 500.

(2) Voir La Science et la Vie, n° 108, page 458.



LE MONDE
La superficie totale plantée atteint 20.230 km² (la surface de la France est de 550.810 km²).



RÉPARTITION DE LA PRODUCTION DU CAOUTCHOUC DANS LE MONDE

CAOUTCHOUC DANS LE MONDE

MAUREL

commerce de la gomme. On pouvait redouter aussi que les Etats-Unis — qui sont les plus gros consommateurs de caoutchouc du monde, puisqu'ils en absorbent près de 70%, et non 80 comme l'ont affirmé certaines statistiques françaises — ne missent à profit ce nouvel état de choses pour effondrer les cours du caoutchouc, puisque c'est l'une des rares matières premières qu'ils ne contrôlent pas.

Tout d'abord, les stocks de caoutchouc sont passés effectivement, en fin de 1928, de 237.000 tonnes à 190.000 tonnes. Les stocks à Londres ont diminué de 43.000 tonnes environ ; ceux des Etats-Unis, de 13.000 tonnes. Par contre, on enregistre une augmentation de plus de 8.000 tonnes à Singapour (Malaisie anglaise) et à Penang (île du détroit de Malacca). D'autre part, la consommation aux Etats-Unis était, en 1927, de 370.922 tonnes, alors qu'en 1928 elle a atteint plus de 400.000 tonnes.

Si nous jetons un coup d'œil sur les autres nations consommatrices de gomme de caoutchouc, nous voyons que la Grande-Bretagne, le Canada et le Japon accusent, eux aussi, une augmentation d'absorption sur le marché, tandis qu'en France, en Allemagne et en Russie, la consommation a, au contraire, diminué.

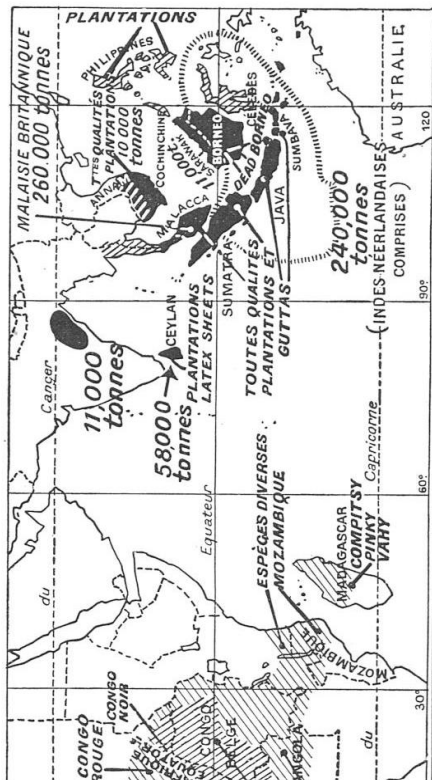
D'après les statistiques officielles anglaises, la production du caoutchouc dans le monde, en 1928, a été évaluée à 640.000 tonnes, et les spécialistes prévoient qu'en 1929 nous atteindrons près de 700.000 tonnes.

D'autre part, on estime couramment qu'en 1929 les Industries mondiales exigeront 710.000 tonnes, d'après les Anglais, et 680.000 tonnes, d'après les Allemands.

Il y a lieu cependant de faire remarquer ici qu'aux Etats-Unis l'emploi du caoutchouc régénéré, contrairement également à certaines affirmations antérieures, s'est développé, puisqu'il atteint le chiffre record de 45 % de la consommation totale de caoutchouc en Amérique, en 1928.

Les graphiques, page 322, montrent bien comment, périodiquement, la production de la gomme et sa consommation se dépassent l'une l'autre. Une autre considération, dont il y a lieu de tenir le plus grand compte, prouve qu'au cours de ces dernières années les progrès de l'industrie chimique ont apporté des éléments nouveaux, qui peuvent fausser les prédictions des statisticiens les plus réputés. Ce sont : l'augmentation de durée des enveloppes de pneumatiques et l'utilisation de caoutchouc régénéré.

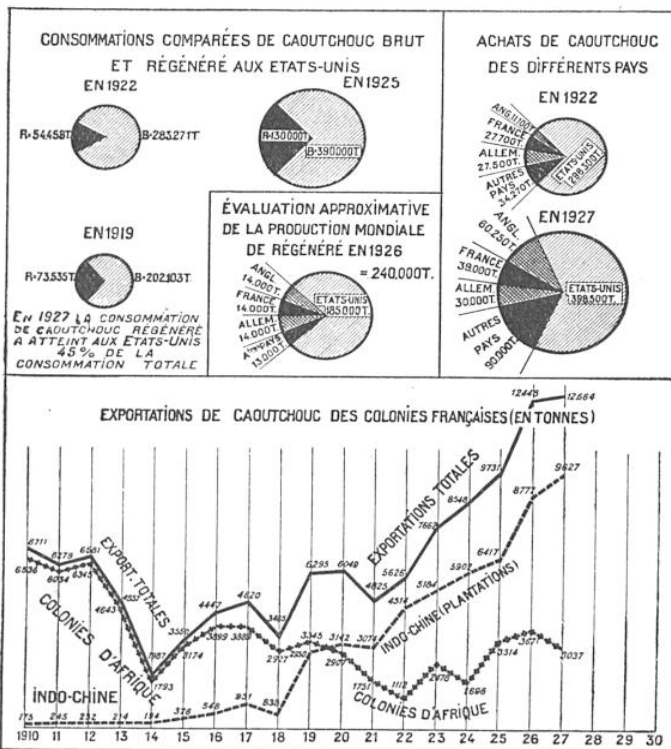
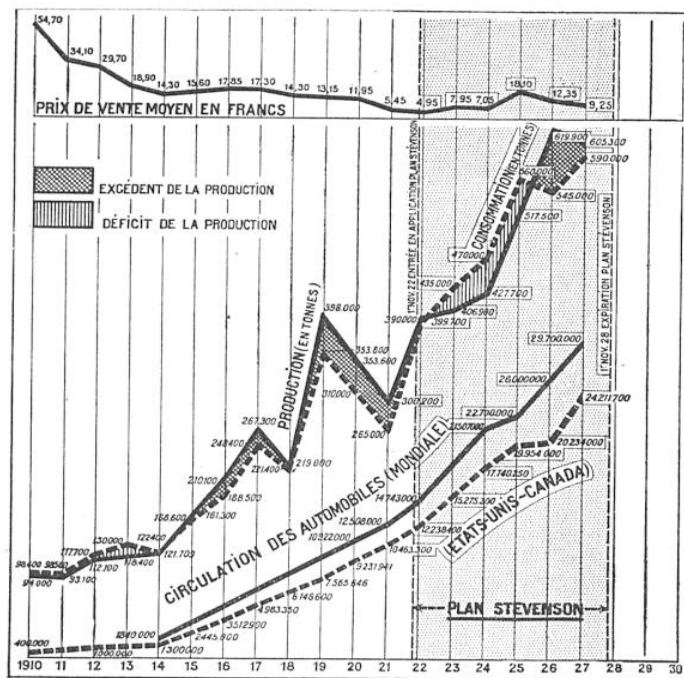
Si nous jetons un regard sur l'avenir,



ÉVALUÉE EN TONNES, EN 1928, D'APRÈS LES DERNIÈRES STATISTIQUES

ce qui intéresse surtout les spécialistes du caoutchouc et ses usagers, il ne faut pas perdre de vue que de nombreuses plantations d'hévéas ont été créées, non seulement dans les colonies françaises comme l'Indochine, mais encore dans les colonies néerlandaises et anglaises (Bornéo, etc.), et que ces plantations, encore jeunes, donneront, d'ici quelques années, une magnifique récolte, à condition de les exploiter rationnellement et de ne plus procéder à des saignées prématurées qui tuent l'arbre et tarissent la source de gomme pour de nombreuses années, puisqu'il faut sept ans pour qu'un hévéa arrive au stade de production du caoutchouc.

Mais, cependant, d'après les spécialistes allemands de la statistique, récemment publiée, on envisage que l'essor industriel



LES GRAPHIQUES CI-DESSUS INDIQUENT, EN TONNES :

- 1° les consommations de caoutchouc brut et régénéré, aux États-Unis, de 1922 à 1927 ;
- 2° les achats de caoutchouc des différents pays, en 1922 et en 1927 ;
- 3° les exportations de caoutchouc des colonies françaises, de 1910 à 1927 ;

GRAPHIQUES DE LA PRODUCTION ET DE LA CONSOMMATION DU CAOUTCHOUC DANS LE MONDE, DE 1910 A 1928 INCLUS

On remarque la corrélation entre la consommation du caoutchouc et le nombre d'automobiles en circulation. D'autre part, le prix de vente moyen reste à peu près constant depuis 1923 (d'après la Dépêche Coloniale).

des différents pays exigera, en outre de la consommation courante, des stocks de 250.000 tonnes, fin de l'année courante, alors que les prévisions n'envisagent, dans l'état actuel des choses, qu'un stockage de 225.000 tonnes environ.

Dans ces conditions, il manquerait encore sur le marché du caoutchouc, fin 1929, 25.000 tonnes environ, d'après les Allemands.

Ce tour d'horizon sur le caoutchouc dans le monde montre suffisamment la complexité du problème de la production et de la consommation, où des facteurs de première importance, et souvent variables d'une année à l'autre, peuvent, à tout instant, en modifier l'équilibre.

J. MAUREL.

LA PROTECTION DES METAUX PAR LES MÉTAUX

Les procédés industriels modernes

Par M. GASNIER

La plupart des métaux les plus utiles, comme le fer et le cuivre, ne résistent pas à l'action de l'air et, à plus forte raison, à celle des corrosifs. Leur usage serait donc fortement limité si on n'était parvenu à les protéger d'une manière efficace. La meilleure protection consiste à les recouvrir d'une mince pellicule d'un métal inattaquable aussi bien par l'oxygène de l'air que par les acides. L'application de ces pellicules s'effectuait, autrefois, par le procédé dit de dépôt direct, dont l'étamage est le prototype. Actuellement encore, de grandes industries pratiquent l'étamage de la tôle, le plombage, le zingage comme autrefois, mais la science a apporté aux industriels des procédés plus modernes, notamment pour ce qui concerne les dépôts d'aluminium, et un procédé extrêmement original inventé par un ingénieur de Zurich, M. Schoop. Il existe également un procédé indirect pour effectuer les mêmes opérations ; il réside dans la décomposition d'un sel du métal à déposer. Ce dépôt peut être opéré par simple action du métal à recouvrir sur ce sel ou par l'intermédiaire du courant électrique. Dans ce dernier cas, les dépôts sont dits électrolytiques. Le nickelage, le zingage, le cuivrage, la dorure, l'argenture, etc..., s'effectuent actuellement par ce procédé. L'auteur de cette intéressante étude passe en revue, dans ces quelques pages, tous les procédés industriels que nous venons de signaler ; il nous initie aux modes opératoires, qui ne sont d'ailleurs pas compliqués, d'une manière très simple, sans nuire à l'exactitude de la documentation.

Comment on dépose directement les métaux sur les métaux

Historique. — Les recouvrements métalliques exécutés par voie directe, c'est-à-dire par application du métal en nature, ont une origine très ancienne. Pline attribue l'invention de l'étamage aux Gaulois ; mais Théophraste nous enseigne que les Grecs utilisaient ce mode de revêtement, et l'on peut supposer, d'après certains archéologues, que les premières races aryennes le pratiquaient également. Tout porte à croire que l'étamage est le doyen des procédés de recouvrement métallique.

L'application directe des autres métaux est de date plus récente, et si la première mention de la dorure est due à Vitruve, qui n'indique ni l'époque ni le lieu de sa découverte, il suffit de remonter au XVIII^e siècle pour trouver l'inventeur du zingage (Dr Malouin), au XIX^e siècle pour la mise au point du plombage et au XX^e siècle pour les dépôts d'aluminium.

Actuellement, tous les métaux usuels peuvent être appliqués par voie directe, mais, parmi les revêtements que l'on obtient ainsi, ceux d'étain, de plomb et de zinc ont seuls

pris un développement industriel considérable. Nous laisserons donc les autres de côté, en faisant exception pour les dépôts d'aluminium, dont l'emploi est récent et qui jouissent de propriétés très particulières.

Les procédés anciens d'étamage, de plombage et de zingage sont exactement semblables ; les objets à recouvrir, enduits d'un « flux » décapant, sont plongés dans un bain de métal fondu, puis retirés par un côté du bain dont la surface est bien débarrassée d'oxyde. Le « flux » est toujours du chlorure de zinc, corps fusible aux températures employées et qui dissout la plupart des oxydes métalliques. Dans certains cas, on en met une couche assez épaisse sur le bain de métal fondu, et cela suffit au décapage final des objets à recouvrir.

Nous avons qualifié d'anciens ces procédés pour les distinguer des méthodes plus récentes, mais leur emploi est toujours aussi répandu et ils ne sont ni en voie d'abandon ni en position d'infériorité vis-à-vis des autres.

Etamage. — L'étamage des objets manufacturés s'exécute soit comme nous venons de le dire, soit en versant l'étain fondu dans l'ustensile à étamer, préalablement chauffé et badigeonné de chlorure de zinc. Ce dernier

moyen est réservé aux objets que l'on étame partiellement, comme, par exemple, les casseroles de cuivre. L'excès d'étain est vidé et ce qui reste est lissé avec un tampon d'étaupe.

Signalons, en passant, que l'étamage des vaisseaux culinaires est réglementé : l'étain employé pour cet usage ne doit pas contenir plus de 0,5 % de plomb.

Fer-blanc. — La fabrication de la tôle étamée, connue sous le nom de fer-blanc, a pris naissance en Angleterre, et c'est Réaumur qui la fit connaître en France.

Purement manuelle à l'origine, elle est, actuellement, presque complètement mécanique et nécessite une installation considérable. Les tôles courantes sont, en effet, trop grossières pour être utilisées. L'usine à fer-blanc comporte donc, indépendamment des machines à étamer, des laminoirs, des fours à recuire et des machines à décaper, c'est-à-dire tout le matériel nécessaire à la fabrication des tôles.

Machines à fer-blanc. — Les machines nécessitaient, jadis, l'emploi de plusieurs ouvriers et apprentis ; un homme seul peut, aujourd'hui, assurer leur fonctionnement. Elles comportent, pour l'étamage fin, deux bains d'étain chauffés au charbon ou au gaz. On a, tout récemment, essayé le chauffage électrique, qui permet de régler parfaitement la température du métal fondu. L'étain du second bain est surmonté d'une masse d'huile de palme qui maintient la température de la feuille de fer-blanc pendant son égouttage.

Obtenu de cette manière, il ne contient pas plus de 40 grammes d'étain au mètre carré, mais son prix serait encore trop élevé pour les usages communs, tels que la fabrication des bidons destinés à contenir

des essences, du pétrole et certains produits non alimentaires.

On remplace alors l'étain par un alliage plomb-étain analogue à la soudure des plombiers.

Plombage. — On peut diminuer encore le prix du revêtement en remplaçant complètement l'étain par le plomb. La tôle plombée peut se faire avec des machines analogues à celles qui servent pour l'étamage, mais ne comportant pas de bain d'huile. Le plus souvent, elle est faite à la main, en trempant la tôle décapée dans un bain de plomb fondu recouvert de chlorure de zinc.

Zingage. — Le zingage, appelé aussi galvanisation, se fait en plongeant les tôles ou objets bien décapés, et enduits de chlorure de zinc, dans un bain de zinc dont la surface est désoxydée par projection de chlorhydrate d'ammoniac.

Le point de fusion du zinc, voisin de 450 degrés, nécessite certaines précautions pour éviter les projections du métal fondu. Le dépôt de zinc est grossier et ne permet pas, pour son application, l'emploi de machines analogues à celles que nous venons de décrire.

Les fils sont galvanisés par passage dans le bain de zinc, après décapage ; leur bonne direction est assurée par des guides et des galets. A la sortie du bain, l'excès de zinc est essuyé par un tortillon d'amiante, et le fil s'enroule sur une bobineuse. Les grillages passent de même à travers le bain ; à la sortie, ils sont secoués, soit à la main, soit mécaniquement, pour faire tomber le zinc en excès.

Applications. — Chacun connaît les applications de l'étamage, du plombage et du zingage. Il y a lieu de noter que l'étamage plombifère est employé pour le recouvrement de tôles destinées à recevoir une peinture

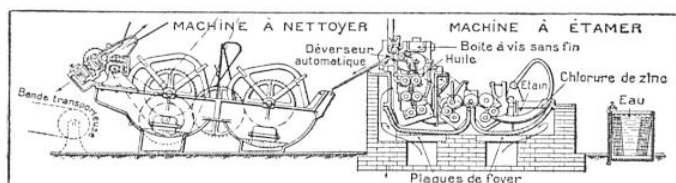


FIG. 1. — MACHINE À ÉTAMER SUIVIE D'UNE MACHINE À NETTOYER ET D'UNE MACHINE À DÉPOÜSSIÉRER

On voit, sur la droite du dessin, une cuve pleine d'eau contenant les tôles préalablement décapées. L'ouvrier prend ces tôles une à une et les introduit dans le premier bain d'étain, à travers une couche de chlorure de zinc. Une première paire de cylindres d'acier entraîne les tôles dans le deuxième bain d'étain, puis, d'autres cylindres assurant leur translation, les feuilles arrivent dans le récipient, plein d'huile de palme, surmontant cette cuve. Là, trois paires de cylindres éliminent l'excès d'étain, qui retombe dans le bain. La tôle sort de l'huile, bascule sur une glissière et tombe dans la machine à nettoyer, où elle traverse, en frottant, une couche de son ou de sciure. A la sortie de cette machine, des cylindres, garnis de peau de mouton, enlèvent la poussière adhérent aux feuilles dont l'étamage est complètement terminé, et celles-ci tombent sur une courroie transporteuse qui les conduit à la salle de triage. Le tri est suivi de l'emballage dans des caisses d'un poids fixe, contenant un nombre de feuilles déterminé, et le fer-blanc se vend à la caisse.

soignée, comme les panneaux de voitures. Le plombage le remplace, parfois, pour cet usage, mais il est moins lisse. Un emploi peu connu du plombage est le recouvrement des ébauches de tubes d'acier, dans le but de faciliter l'étrépage. Cette pratique permet de faire une économie considérable de temps, de combustible et de matériel.

Ce qu'est la shérardisation

La shérardisation est une méthode récente de zingage imaginée par Shérard Cowper Coles. Encore peu répandue en France, elle est très employée en Amérique et diffère complètement des procédés que nous venons de décrire.

Le mode opératoire est, d'ailleurs, très simple ; les objets à recouvrir, préalablement décapés, sont introduits dans une caisse métallique, fermant hermétiquement, avec un mélange de gris de zinc et de sable fin (le gris de zinc est du zinc pulvérulent, sous-produit de la métallurgie de ce métal). On ajoute souvent un peu de naphthaline, comme réducteur, et la caisse, de forme cylindrique ou prismatique, mise en mouvement par un mécanisme approprié, tourne autour de son grand axe, tandis que sa température est portée à 400° environ. Les objets se trouvent ainsi brassés avec le mélange shérardisant et se recouvrent d'une couche de zinc. Les auteurs ne sont pas d'accord sur les causes du dépôt ; on peut admettre que le zinc émet des vapeurs qui se condensent sur les pièces, moins chaudes que les parois de la caisse.

Dès que la température est atteinte, on arrête le feu et on laisse refroidir la caisse que l'on vide ensuite sur un tamis à grosses mailles.

Le dépôt obtenu présente une grande adhérence, car il pénètre, par diffusion, dans le métal sous-jacent.

Ce procédé de revêtement est employé, concurremment avec les autres modes de zingage, pour la protection de toutes sortes de ferrures ; il convient surtout aux objets de taille relativement faible.

Calorisation et dépôts d'aluminium

La calorisation ressemble, à première vue, à la shérardisation ; c'est un procédé de dépôt d'aluminium, qui s'exécute dans un tonneau tournant avec une matière pulvérulente, mais, ainsi que nous le verrons plus loin, la similitude s'arrête là.

La masse calorisante se compose d'aluminium et d'alumine en parties égales avec 2 % de chlorhydrate d'ammoniaque ; l'aluminium est en grains, comme celui que l'on

utilise pour l'aluminothermie et l'alumine en poudre. Les objets à caloriser sont placés, avec ce mélange, dans un four tournant chauffé vers 850° à 900°. Cette température est notablement plus élevée que le point de fusion de l'aluminium (650°), et cela différencie très nettement ce procédé de la shérardisation ; d'autre part, la présence du chlorhydrate d'ammoniaque provoque la formation de chlorure d'aluminium, qui jouerait un rôle important dans l'opération. L'alumine a pour effet principal d'empêcher les grains d'aluminium en fusion de s'agglomérer.

Applications. — Le revêtement obtenu par ce procédé est très rugueux, même si le métal était préalablement poli ; il est très fragile, car il est composé, en grande partie, d'une combinaison d'aluminium et de fer, mais il possède une résistance extraordinaire à la corrosion à haute température. C'est ainsi que des pièces chauffées à 1.000° peuvent rester en service six à huit fois plus longtemps, après calorisation, qu'à l'état brut.

Le procédé Schoop

Le procédé Schoop est certainement le plus curieux des systèmes de revêtement métallique. Il fut inventé en 1910, par M. Schoop, ingénieur à Zurich, et s'applique à tous les métaux. Il a subi plusieurs variantes depuis sa découverte, mais son principe, qui reste le même, consiste à projeter violemment le métal, finement pulvérisé, sur la surface à recouvrir (1).

Le pistolet. — L'application de ce principe est non moins originale que le principe lui-même : le métal à projeter est amené, sous forme de fil, dans la flamme d'un chalumeau ; il entre immédiatement en fusion, et un jet d'air comprimé pulvérise et projette, dès sa formation, la gouttelette de métal fondu. Le dispositif nécessaire (pistolet) pour obtenir ce résultat est représenté figure 4. La vue intérieure du pistolet Schoop, figure 2, permet de comprendre son fonctionnement : le fil, entrant par l'arrière de l'appareil, est entraîné dans le chalumeau par deux molettes dont l'une est fixée au couvercle ; le mouvement est produit par une petite turbine mue à l'air comprimé et dont la vitesse peut atteindre 30.000 tours par minute. Le chalumeau, de forme annulaire, comporte, en son centre, une ouverture cylindrique donnant passage au fil de métal. Il est alimenté dans les nouveaux appareils par un mélange oxyacétylénique ou oxygène gaz surpressé fait en dehors de l'appareil ; il n'y a donc plus que

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 69, page 205.

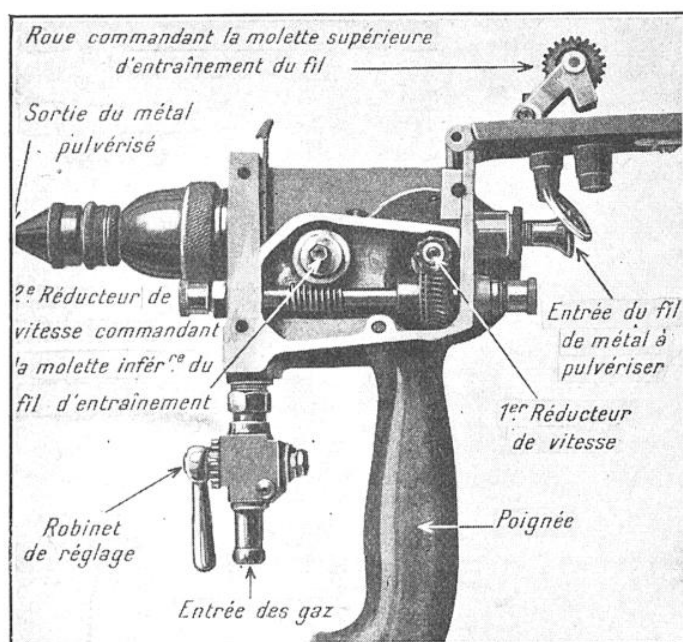


FIG. 2. — INTÉRIEUR DU PISTOLET « SCHOOP »

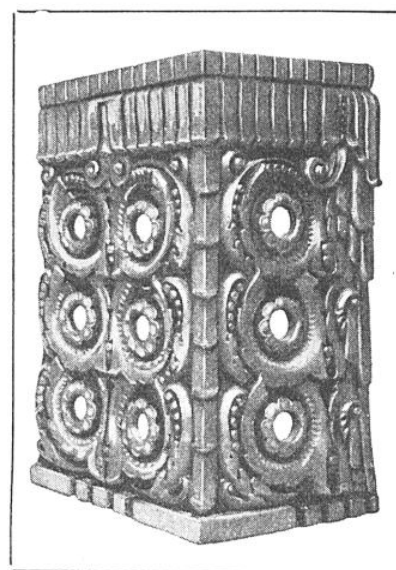


FIG. 3. — SUJET DÉCORATIF DE L'OPÉRA DE MARSEILLE MÉTALLISÉ AU MOYEN DU PISTOLET « SCHOOP »

deux tubes d'alimentation : l'un pour le mélange combustible, l'autre pour l'air comprimé, et cela rend le pistolet plus léger et plus maniable que l'ancien qui comportait trois tubes.

La consommation d'oxygène varie de 80 à 1.000 litres suivant le gaz combustible employé et le métal à projeter. L'air est comprimé à 3 kg 500.

Le métal pulvérisé arrive sur l'objet à recouvrir à une température relativement basse, ce qui permet d'exécuter des dépôts sur toutes substances.

Le mode opératoire est simple. Le pistolet étant réglé, il suffit de promener le jet sur la pièce préalablement sablée, de façon à obtenir un dépôt uniforme. Le sablage est indispensable pour nettoyer la pièce et permettre l'adhérence du dépôt. Le fil est placé sur un dévidoir, à proximité de l'ouvrier.

Applications. — Les dépôts obtenus par le procédé Schoop sont rugueux et poreux. Leur polissage n'est pas pratique, et cela restreint leur emploi aux usages qui ne nécessitent pas des surfaces polies. La porosité est un défaut assez grand quand on a pour but de protéger le métal sous-jacent de la corrosion, mais, dans certains cas, la corrosion a pour premier effet d'obturer les pores du revêtement ; dans les autres cas, on provoque le même résultat par application d'un réactif approprié. A titre d'exemple, les revê-

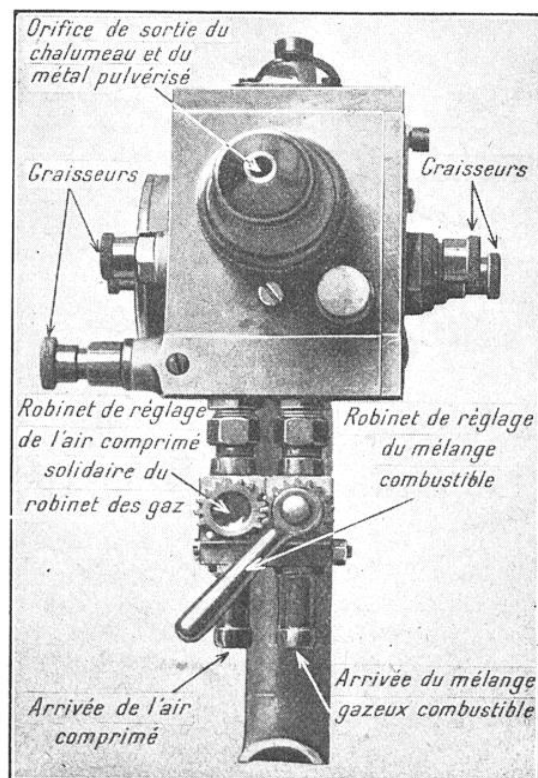


FIG. 4. — VUE DE FACE DU PISTOLET « SCHOOP »

tements de zinc protègent efficacement contre l'attaque de l'eau de mer, par suite de la formation d'oxychlorure de zinc insoluble.

Le gros avantage du procédé Schoop est de ne pas connaître de limites dans les dimensions des pièces traitées. On peut métalliser des pylônes, des ponts entièrement construits, etc... Le zinc s'applique comme de la peinture et a, sur cette dernière, l'avantage d'une protection plus efficace et d'une durée beaucoup plus longue.

L'étamage obtenu par le procédé Schoop peut remplacer l'étamage au bain d'étain quand les dimensions des pièces l'exigent.

Les dépôts d'aluminium ont trouvé leur première utilisation pour la protection des cuves de brasseries. Les pores du revêtement sont obturés par une attaque du métal au carbonate de soude. Les dépôts de fer ont permis de boucher des soufflures sur des pièces de fonte.

Le procédé Schoop a créé un nouvel emploi des métaux dans l'art décoratif. Des moulages de matières communes donnent, après recouvrement, l'illusion du métal, et un décorateur habile peut en tirer de très jolis effets.

C'est une application qui se répand de plus en plus, et l'on peut remarquer, sur les boulevards de Paris, un magasin tout en aluminium alors que d'autres sont en bronze plus ou moins patiné. Le dessous est en plâtre ou en fibro-ciment.

Méthode de dépôts indirects des métaux

Historique. — Théorie d'Arrhénius. — Les dépôts indirects, obtenus par décomposition d'un sel du métal à déposer, sont d'origine moderne. Cette décomposition peut résulter de l'action du métal à recouvrir ou nécessiter l'emploi du courant électrique. Dans le premier cas, on dit qu'il y a déplacement du métal du sel ; dans le second, il y a électrolyse.

Le premier phénomène a été signalé par

Richter, en 1792. Les lois régissant le second ont été formulées par Faraday, en 1833. Les deux ont été expliqués beaucoup plus tard, en 1887, par le savant suédois Swante Arrhénius, auteur de la théorie de la dissociation électrolytique, connue improprement sous le nom de théorie des ions. Ces ions résultent de la dissociation des sels par l'eau ; l'un des ions contient le métal du sel et l'autre le reste de la molécule ; ils sont tous deux chargés d'une quantité égale d'électricité, c'est ce qui leur donne une individualité propre. Mais ces charges sont de noms contraires. Si l'on plonge dans la solution d'un sel deux électrodes métalliques en relation avec

une source de courant continu, l'une se trouve chargée positivement, on l'appelle anode ; l'autre négativement (cathode). Les ions sont attirés suivant les lois connues, les ions chargés négativement (anions) se précipitent sur l'anode, et les cations, chargés positivement, sur la cathode, où leur charge

est neutralisée ; les cations déchargés ne diffèrent plus en rien du métal du sel, qui se trouve alors déposé sur la cathode.

Dépôts par déplacement

Nous n'insisterons pas sur les dépôts par déplacement et par contact qui ne constituent pas une industrie importante ; les poudres à argenter et à nickeler relèvent de cette technique. Nous rappellerons cependant que le classique étamage des épingles de laiton est exécuté par déplacement, en plongeant les épingles dans une solution bouillante, contenant, par hectolitre, 1 kilogramme de bitartrate de potasse (crème de tartre) et 100 grammes de protochlorure d'étain. Une trace du zinc composant le laiton entre en solution, et une quantité correspondante d'étain se dépose uniformément sur les épingles. Le dépôt cesse de se produire dès qu'une couche continue d'étain met le laiton à l'abri de l'attaque du bain. On peut obtenir un revête-

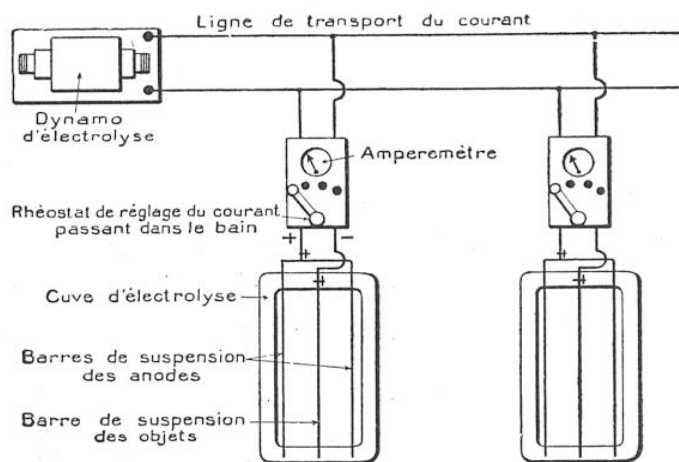


FIG. 5. — SCHÉMA D'UNE INSTALLATION POUR LES DÉPÔTS MÉTALLIQUES PAR ÉLECTROLYSE

ment plus sérieux en opérant par contact ; il suffit de placer sur une plaque de zinc les objets à recouvrir pour les plonger dans le bain. Il se forme ainsi un couple voltaïque laiton-zinc provoquant le dépôt de l'étain sur le laiton. Le couple devient alors étain-zinc, et la précipitation continue au détriment de la plaque de zinc.

Dépôts électrolytiques

Les dépôts électrolytiques ont une importance autrement considérable. Leur exploitation industrielle date des brevets

du cyanure. Des anodes de fer permettent le passage du courant, auquel on donne une intensité de 5 à 8 ampères par décimètre carré. L'action détersive de la soude et le vif dégagement d'hydrogène produisent un dégraissage parfait. Dans les bains brevetés par M. Alfred Lévy, on ajoute un peu de cyanure de cuivre et l'on met des anodes de cuivre. La fin du nettoyage est alors signalée par l'apparition, sur les pièces, d'une légère couche de cuivre. Le brevet prévoit, d'ailleurs, l'emploi d'autres métaux. L'opération dure de trois à cinq minutes. Les pièces sont

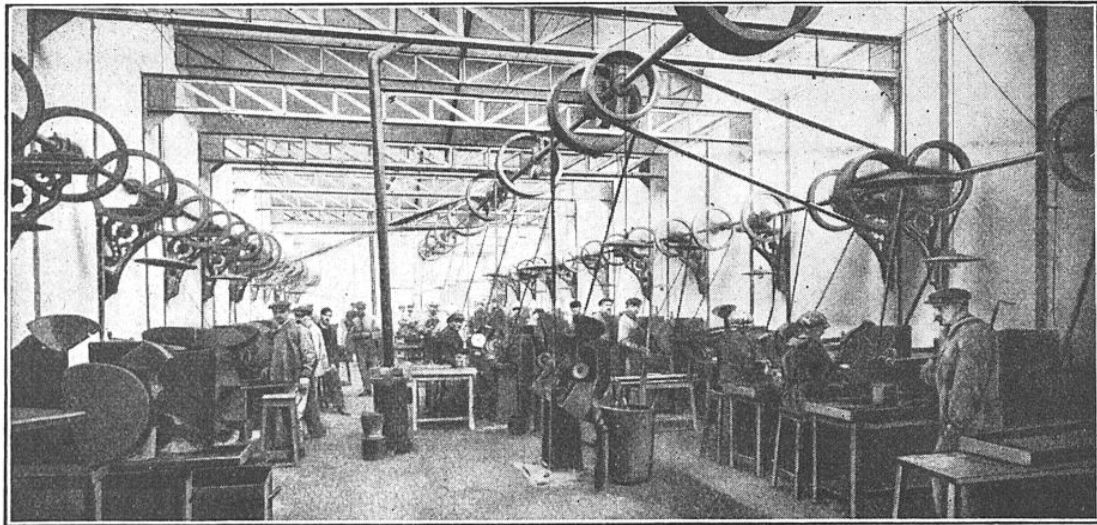


FIG. 6. — LE NOMBRE CONSIDÉRABLE DES PIÈCES DESTINÉES AU NICKELAGE EST TEL QUE L'ON A DU INSTALLER DE GRANDS ATELIERS S'OCCUPANT UNIQUEMENT DU POLISSAGE

d'Elkington et de Ruolz (fin 1840) concernant la dorure et l'argenture. Ils relèvent tous de la même technique : 1^o préparation de la pièce, comportant polissage, dégraissage, décapage ; 2^o dépôt électrolytique ; 3^o polissage du métal déposé.

Nickelage. — Les objets à nickeler sont polis, puis dégraissés à l'essence, fixés à des supports permettant de les suspendre dans les bains, et pénètrent enfin dans l'atelier d'électrolyse. Ils ne sont pas prêts à être nickelés, car ils doivent être exempts de toute trace de graisse. On utilise parfois, dans ce but, le brossage à la ponce et à la chaux, mais c'est une opération longue et délicate, demandant beaucoup de soin ; aussi cette vieille méthode est presque partout remplacée par le dégraissage électrolytique.

Dégraissage électrolytique. — On suspend les pièces à la barre des cathodes dans un bain contenant de la soude caustique et

sorties du bain, avec leurs crochets, lavées à l'eau courante et placées dans la cuve de nickelage à la barre des cathodes. L'électrolyte est, le plus souvent, un mélange de sulfate simple de nickel et de sulfate double de nickel et d'ammoniaque. Le courant est réglé d'après la surface des pièces, et le dépôt se poursuit pendant plus ou moins de temps, suivant l'épaisseur de nickel désirée. On dépasse rarement deux heures. Quand le dépôt est jugé suffisant, les objets sont retirés du bain, lavés à l'eau froide, puis à l'eau bouillante et séchés dans la sciure. Ils retournent enfin à l'atelier de polissage.

Depuis un certain temps, on accélère la vitesse du dépôt en chauffant le bain et en le brassant, ce qui permet d'augmenter la densité de courant. D'autre part, les

N. D. L. R. — Voir, dans « A travers les Revues », la dernière communication de M. Léon Guillet, à l'Académie des Sciences, sur le nickelage.

pièces sont maintenues en mouvement dans l'électrolyte. On voit, sur la figure 7, une cuve équipée pour ce genre de travail : une chaîne commandée par un moteur électrique fait circuler les objets. Sur la gauche se trouve un petit filtre-pressé servant à la filtration continue de l'électrolyte.

Zingage. — Nous ne dirons que quelques mots du zingage électrolytique, assez peu employé en France.

Le bain utilisé est le plus souvent une solution de sulfate de zinc et de sulfate d'ammoniaque légèrement acide. Le zingage des petits objets se fait dans un tonneau oblique

de nombreux ateliers de cémentation. Il suffit de vernir les parties à cémenter, puis de cuivrer la pièce. Le cuivre ne se dépose que sur les parties non vernies, et la protection se trouve réalisée.

Dorure, argenture. — Nous terminerons en disant quelques mots sur le dépôt des métaux précieux. Les revêtements d'or et d'argent se font avec des soins particuliers, car ils sont appliqués sur des pièces souvent trop délicates pour être soumises à des procédés mécaniques de décapage. Le dépôt se fait presque toujours sur des alliages de cuivre. On a recours à la soude caustique

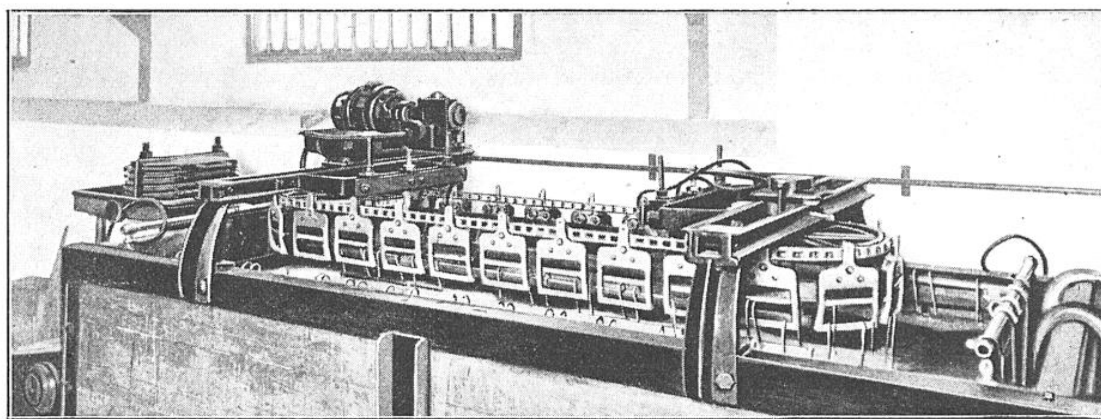


FIG. 7. — UNE CUVE MODERNE POUR LE NICKELAGE

Cette cuve comporte un dispositif permettant la circulation des pièces dans le bain. Ainsi la surface de contact des pièces et de l'électrolyte est constamment renouvelée. On peut donc augmenter la densité du courant et, par suite, la rapidité du dépôt. Un deuxième brassage complète l'agitation. Il est obtenu à l'aide d'un courant d'air amené par un des tubes visibles à droite.

tournant autour de son axe. Des plots traversant la paroi amènent le courant dans les objets mis en vrac dans ce tonneau. Une anode fixe plonge dans l'électrolyte.

Quand l'opération est terminée, on vide ce tonneau sur un tamis qui arrête les pièces. Celles-ci sont lavées et séchées. Le même dispositif s'emploie pour le nickelage.

Cuivrage. — Nous citerons le cuivrage rouge à cause de son emploi industriel dans la protection contre la cémentation. On sait que la cémentation consiste à carburer la surface des pièces d'acier sur lesquelles on désire une dureté considérable après trempe. En général, cette dureté n'est souhaitable que sur une partie de la surface, il faut empêcher le carbone de pénétrer dans les autres parties. Les travaux de M. L. Guillet, effectués à ce sujet, ont montré qu'une légère couche de cuivre s'oppose très efficacement à la pénétration du carbone, et, actuellement, le cuivrage électrolytique est employé dans

chaude pour le dégraissage et à des bains de décapage pour enlever toute trace d'oxyde. Ces bains sont multiples, leur composition permet de dissoudre l'oxyde en attaquant le moins possible le métal. On utilise l'acide sulfurique dilué, l'acide nitrique faible et un bain complexe, formé de parties égales d'acide sulfurique concentré et d'acide nitrique, avec un peu de sel marin et de suie. Ce mélange a la propriété curieuse de laisser le métal brillant ; on le nomme bain à briller. Les pièces sortant de cette mixture sont lavées à l'eau courante et mises à l'électrolyse.

Les bains de dorure et d'argenture sont des dissolutions de cyanure d'or ou d'argent dans le cyanure de potassium. Les bains de dorure fonctionnent souvent à chaud (70-80°). Dans ce cas, ils sont contenus dans une cuve de fonte émaillée, et l'anode, insoluble dans le bain, est une lame ou un fil de platine. Si la dorure se fait à froid, on utilise une cuve de grès. Dans la plupart des ateliers,

on règle le courant en enfonçant plus ou moins profondément l'anode dans le bain.

Polissage du dépôt. — Le dépôt de l'or est brillant s'il est très faible et si le métal sous-jacent est lui-même poli. Les dépôts plus épais sont souvent passés au brunissoir. On nomme ainsi des instruments en matière dure et parfaitement polie, à l'aide desquels on écrase, par friction lente, le grain du métal déposé. La matière du brunissoir peut être l'acier, l'agate ou la sanguine.

d'acide chromique plus ou moins concentrée additionnée d'une petite quantité d'un sulfate quelconque. On emploie des anodes de plomb et une très forte densité de courant. Le chrome est pratiquement inaltérable; il protège bien le cuivre et ses alliages; mais, jusqu'ici, son dépôt sur le fer ne donne de bons résultats qu'après interposition d'un métal peu altérable. On l'emploie dans certains cas pour durcir la surface de pièces frottantes, à la place de la cémentation.

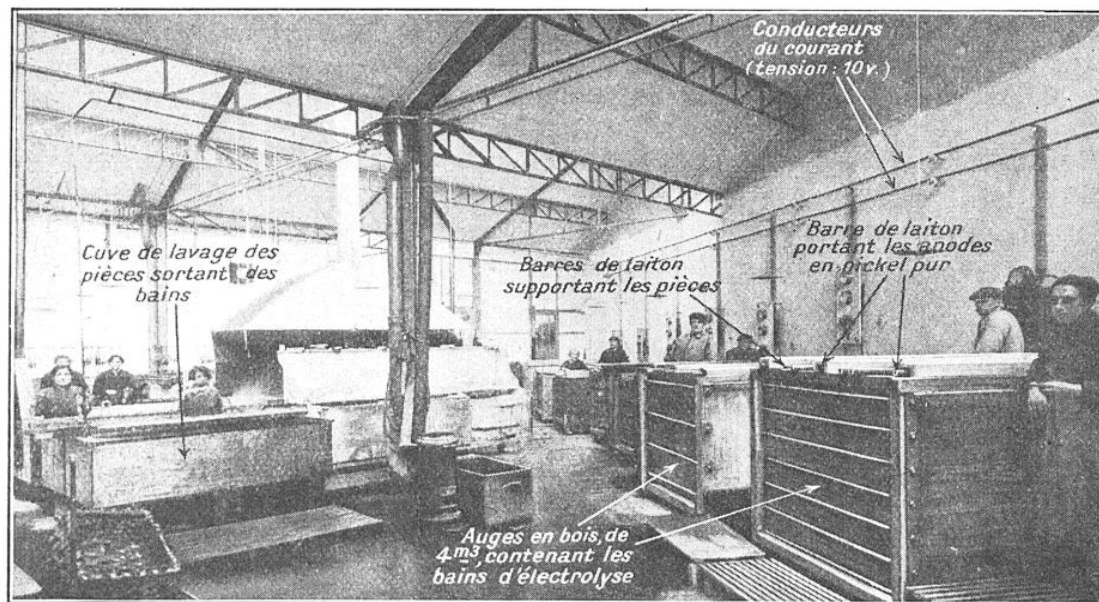


FIG. 8. — LE NICKELAGE PAR ÉLECTROLYSE S'EXÉCUTE DANS DE GRANDES CUVES CONTENANT LES BAINS ET DANS LESQUELLES PLONGENT LES ANODES EN NICKEL PUR

La dorure légère est parfois simplement vernie.

L'argent précipité par électrolyse (cuves de grès, anodes d'argent) est d'un mat très caractéristique, d'aspect non métallique. On le brunit parfois, mais il est plus généralement poli à l'aide de brosses métalliques circulaires très fines, appelées gratte-bosses, puis avivé sur disque de peau, à la chaux de Vienne.

Cadmiage. — Le cadmium se dépose d'une solution cyanurée comme l'argent. On l'emploie depuis peu à la place du zingage dans le cas où ce dépôt manquerait d'esthétique. On a proposé sans succès de recouvrir le cadmium d'une couche de nickel pour obtenir un nickelage inoxydable.

Chromage. — C'est le dépôt à l'ordre du jour. Il existe une foule de brevets sur les bains de chromage. Ils se réduisent pour la plupart à préconiser l'emploi d'une solution

Des revêtements de chrome s'emploient de plus en plus pour la décoration des automobiles et, en particulier, pour l'ornementation et la protection des phares.

On voit, par cette rapide étude, que l'industrie des dépôts métalliques a nettement progressé depuis le début du siècle. En ce qui concerne plus particulièrement les revêtements par électrolyse, il y a lieu de remarquer l'introduction, dans la pratique industrielle, des dépôts de cadmium et de chrome, restés jusqu'alors dans le domaine des essais de laboratoire.

On peut aussi constater que le besoin, si caractéristique de notre époque, de gagner du temps et d'économiser la main-d'œuvre s'est imposé aux ateliers d'électroplastie, où les procédés d'accélération de la vitesse de dépôt ouvrent la voie à l'automatisme du travail.

M. GASNIER.

LA T. S. F. ET LA VIE

Par Joseph ROUSSEL

Les pannes des appareils récepteurs Leur localisation et leurs remèdes

Au cours de notre dernière étude (1), nous avons examiné la question des pannes, en considérant uniquement celles qui peuvent atteindre le plus fréquemment les seuls récepteurs commerciaux. Le nombre des amateurs qui construisent eux-mêmes leur poste étant encore fort élevé, nous compléterons aujourd'hui cet examen des pannes en étudiant celles qui viennent troubler le fonctionnement correct des récepteurs construits presque entièrement de toutes pièces par l'usager, ou pour l'établissement

dans notre premier article, celles qui peuvent affecter les rhéostats, les résistances, les capacités de tout ordre, les bobines d'impédance, les transformateurs H. F. et B. F., enfin le câblage et la disposition générale des organes *internes*. Aux pannes vraies, caractérisées par la modification progressive ou soudaine de la réception allant jusqu'à la mutité, nous ajouterons l'étude d'une cause de réception défectueuse et, malheureusement, trop fréquente : la distorsion.

Pour étayer cette étude par un exemple général, nous avons établi (fig. 1) le schéma d'un dispositif de récepteur de type classique, comportant les diverses liaisons entre étages

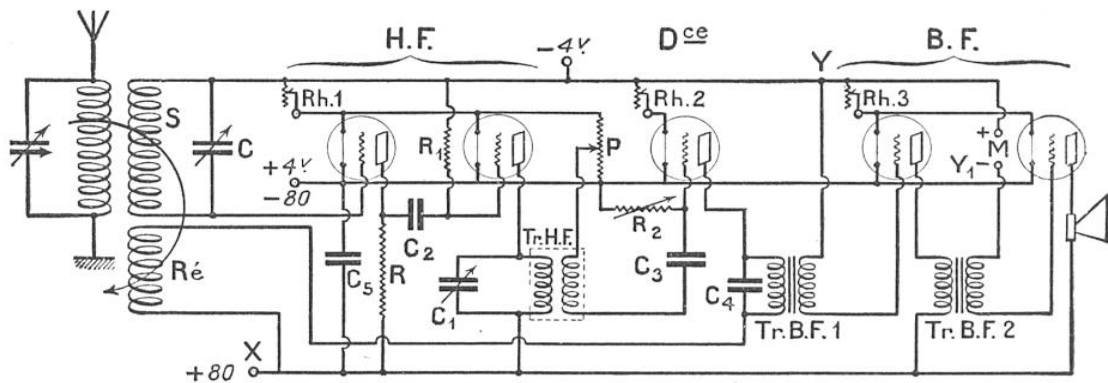


FIG. 1. — TYPE DE POSTE COMPLET DANS LEQUEL CHAQUE ORGANE INTERNE PEUT ÊTRE LE SIÈGE D'UNE PANNE SPÉCIALE

desquels il utilise les pièces détachées livrées par l'industrie.

Bien entendu, ces dispositifs n'étant nullement à l'abri des pannes qui peuvent frapper les types commerciaux, notre première étude devra être considérée par l'amateur constructeur comme préliminaire à celle que nous allons exposer. Nous avons dit que les pannes des récepteurs commerciaux portaient uniquement, en général, sur les organes extérieurs ; il n'en est plus de même pour cette seconde classe de récepteurs dans lesquels *tous* les organes sont sujets à caution, sinon en eux-mêmes, mais souvent par suite d'une adaptation défectueuse, d'une étude trop incomplète, parfois même d'une disposition matérielle mal étudiée.

Pour nous résumer, nous dirons qu'il faut ajouter aux localisations de pannes étudiées

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 139, page 75.

qui se rencontrent le plus fréquemment (sauf l'impédance pouvant remplacer le transformateur H. F.). Ce type peut, du reste, être établi avec certitude d'excellent rendement en sensibilité et puissance.

Le constructeur amateur n'évitera les pannes d'établissement qu'aux conditions suivantes : il devra savoir lire correctement à première vue un schéma quelconque ; il lui faudra savoir en établir un en se rendant compte du mode de fonctionnement de tous les organes ; de plus, étant donné un poste réalisé, il devra pouvoir en établir le schéma exact. Enfin, et surtout, il est nécessaire qu'il sache traduire un schéma en plan de réalisation, soit coté, soit, mieux, en grandeur d'exécution.

C'est sur ce plan qu'il établira le câblage en connaissance de cause, et nous lui recommanderons, pour lui permettre de mieux

juger l'ensemble de ce câblage, d'utiliser des crayons de couleurs différentes pour représenter les organes et les câbles parcourus, d'une part, par les courants en haute fréquence, d'autre part par ceux de basse fréquence, enfin ceux d'alimentation en courant continu.

La recherche des causes des pannes internes est plus délicate que celle des pannes externes, parce que la manifestation audible, signe de la panne, peut, le plus souvent, avoir plusieurs causes très différentes.

Nous supposons *a priori* que toutes les causes de pannes externes, décrites dans notre précédent article, ont été éliminées : aérien, primaire, jeu de self-inductions, lampes, sources, haut-parleur, sont en parfait état ; dès lors, si l'audition faiblit, varie d'intensité, est coupée de bruits indésirables, ou si l'appareil devient muet subitement ou périodiquement, la cause est à chercher parmi les organes internes.

Des variations d'intensité peuvent être dues au mauvais fonctionnement des rhéostats. Comme on doit avoir soin, ainsi que nous l'avons indiqué, de commander chaque groupe de fonctions par un rhéostat séparé, on commence par localiser le groupe fautif, ce qui est facile en surveillant l'intensité lumineuse des filaments ; le rhéostat du groupe dont l'intensité accuse des fluctuations doit être vérifié ; lame et fil de résistance seront nettoyés avec du papier verrou très fin ; la pression de la lame mobile correctement assurée, ainsi que la liaison électrique de l'axe avec le fil d'arrivée du courant.

Cependant ces variations d'intensité peuvent se produire avec un allumage correct : secouer légèrement le poste, en frapper les panneaux d'un coup sec, faire vibrer les connexions (qui doivent toujours être rigides) en les frappant légèrement *avec une tige isolante* (jamais avec le doigt), et l'on trouvera facilement une connexion mal assurée, un écrou desserré, cause du mal. Nous supposons, bien entendu, que les contacts broches des lampes-douilles sont corrects (voir pannes externes).

Si l'audition est soufflée (en dehors du « bruit de fond »), coupée de battements périodiques, affaiblie avec difficulté d'accrochage et même accrochage de réaction impossible, il faut, en général, accuser les résistances dites « de fuite », liant les grilles aux sources, telles que R en H. F. et R_2 à la détection (fig. 1) ; cette dernière surtout est à surveiller attentivement et c'est elle qu'il faut le plus souvent rendre responsable d'auditions affaiblies, friturées ou sifflantes.

Pour éviter sûrement cette cause de

pannes, être certain d'un fonctionnement toujours correct et optimum de cet organe, l'amateur aura intérêt à utiliser une résistance réglable. C'est une bien faible complication pour un très grand service.

On trouve dans le commerce d'excellentes résistances relativement peu variables ; certaines même, bobinées, sont réellement invariables ; nous les recommanderons donc dans tous les cas. Si, toutefois, notre amateur tient à établir lui-même ses résistances, qu'il ait soin de se bien persuader que leur vie correcte est courte et qu'il lui faudra les corriger assez fréquemment ; il a cependant, dans ce dernier cas, l'avantage, s'il est expert en la matière, d'avoir toujours des résistances établies pour le rendement maximum.

Les capacités variables sont sujettes à trois pannes faciles à caractériser : déconnectées, leur action est nulle ; en court-circuit,

où elles affaiblissent considérablement l'audition, ou, le plus souvent, elles l'annulent ; si, enfin, les lames sont en contact intermittent, la rotation des mobiles indique nettement les points fautifs par variation de l'audition aux mêmes endroits du réglage.

Rappelons que l'intégrité d'isolement d'un condensateur, fixe ou mobile, se vérifie en le mettant en série dans un circuit comprenant une source et un voltmètre de mesure (ne pas employer un milliampèremètre qui serait

mis hors d'usage). L'appareil de mesure ne doit indiquer aucun courant si les armatures sont correctement isolées (fig. 2). A défaut d'un voltmètre, on peut utiliser une lampe de poche comme indicateur en usant d'un accu de 4 volts comme source. La lampe ne doit pas s'allumer.

Les condensateurs fixes peuvent être, quoique assez rarement, la cause d'une panne curieuse, dont l'origine est assez difficile à déceler. Cette panne se manifeste, soit par une diminution très nette de la sélectivité, soit par l'impossibilité absolue d'accrochage de la réaction. Or ces phénomènes peuvent avoir pour cause la trop grande résistance en haute fréquence de la source de haute tension (80 volts). Pour les éviter, dans un appareil correctement établi, on a soin de disposer, en parallèle sur cette source, un condensateur de forte capacité (un ou deux microfarads), tel que C_5 . Si l'une des connexions de ce condensateur est rompue, les phénomènes signalés apparaissent : cette cause est immédiatement trouvée si la rupture est extérieure au condensateur, mais il peut arriver que cette rupture soit interne, au point de liaison de l'électrode de sortie et de l'une des armatures internes,

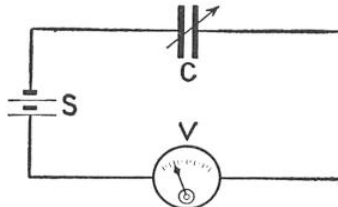


FIG. 2. - ESSAI D'UN CONDENSATEUR FIXE OU VARIABLE
S, pile, ou accu de 4 volts ;
C, capacité en essai ; V, voltmètre de 0 à 6 volts.

Dans ce cas, l'essai étant pratiqué, comme le montre la figure 2, mais avec la source de 80 volts et un voltmètre de 0 à 120 volts, on ne constate pas un courant de charge instantané, qui se traduit par un saut brusque de l'aiguille du voltmètre, revenant ensuite à zéro lorsqu'on établit le contact avec la source.

Les transformateurs, qu'ils soient de haute ou de basse fréquence, peuvent causer des pannes se traduisant soit par un affaiblissement continu de toutes les auditions, soit par des grésillements intermittents, très rarement par la mutité complète (parce que, même en cas de rupture totale d'un des enroulements, il faut tenir compte des effets de capacité entre primaire et secondaire).

Toutes autres causes éliminées, si l'on soupçonne les transformateurs d'être l'origine de l'affaiblissement ou des bruits insolites troublant l'audition (friture à rythme irrégulier), il faut essayer séparément les enroulements de ces organes.

Pour ce faire, il est, en général, inutile de les démonter, il suffit de débrancher les sources, d'enlever les lampes (toutes par prudence) et de brancher en série l'appareil de mesure et une source convenable : pour l'essai des primaires, entre le point X (fig. 1) et, successivement, les douilles de plaque des troisième et quatrième lampes ; pour l'essai des secondaires, entre les points Y, pour le premier, Y₁ pour le second, et les douilles de grille des quatrième et cinquième lampes.

L'essai peut être effectué d'abord en mettant en série l'accu de 4 volts et un écouteur téléphonique. Si l'on perçoit un bruit de friture, c'est que l'enroulement essayé est en partie rompu. Si aucun bruit sec n'accompagne la mise en circuit, c'est que l'enroulement est franchement coupé.

L'essai est plus correct en usant soit d'un voltmètre sensible et de la source de 80 volts en série, soit d'un milliampèremètre et de la source de 4 volts (si celle-ci est insuffisante pour la vérification du secondaire, prendre plusieurs éléments de la source de 80 volts).

La déviation du milli doit être franche et stable, beaucoup plus faible pour le secondaire que pour le primaire.

Rappelons qu'un transformateur dont un circuit est brûlé peut encore être utilisé en le montant en « impédance », comme le montre la figure 3.

Un câblage défectueux peut être la source de bruits multiples, fluctuations d'intensité,

accrochages intempestifs, grésillements ou coupures dans l'audition.

Ces deux derniers cas signalent une connexion mal assurée, une jonction mal établie (solder à la résine, de préférence, toutes les jonctions).

Accrochage et fluctuations se produisent lorsque des conducteurs desservant un étage sont parallèles et trop proches de conducteurs desservant l'étage précédent (ou le suivant d'après l'ordre de l'examen).

On reconnaît cette panne en variant (avec un outil isolé) l'écartement des fils parallèles soupçonnés, tout en conservant l'écouteur à l'oreille ; la variation de son et même la cessation des troubles décèlent immédiatement leur origine.

Rappelons que l'amateur constructeur, qui n'a pas à tenir compte des limites imposées par l'esthétique aux appareils commerciaux, doit construire « large », mettre de l'air dans ses montages. Il y trouvera deux avantages : éviter les pannes de « réflexes », visiter plus facilement les organes internes.

La distorsion, qui altère si désagréablement la pureté de l'audition, sensible surtout aux amateurs musiciens, a de multiples causes.

L'une des premières est l'emploi de lampes sans choix préalable. Il faut, en effet, que les amateurs se persuadent bien qu'il n'y a pas de « lampes à tout faire », mais qu'il existe des types de valves spécialement aptes à remplir telle ou telle fonction.

Sur ce point, ils devront se baser sur les conseils des constructeurs et étudier avec

soin la notice jointe à chaque type de valves, ainsi qu'apprendre à juger des qualités d'une lampe par l'examen de ses caractéristiques.

Il faut également savoir proportionner le chauffage à la tension-plaque appliquée ; enfin, porter la grille au potentiel convenable, soit par le jeu d'un potentiomètre (P, fig. 1) de 300 ohms environ, soit par l'utilisation d'une pile de polarisation (M, fig. 1) de tension correcte. (Voir les notices spéciales à ce sujet.)

Excès de saturation des organes (en particulier des transformateurs), oubli de capacités (telles C₄ et C₅, fig. 1), laissant passer la haute fréquence, sont causes de distorsions évitables.

Enfin, et c'est là le cas le plus général, l'excès de sélectivité d'un récepteur est cause de distorsion.

En effet, cette sélectivité est obtenue en fai-

(Voir la fin du texte après le tableau, page 336.)

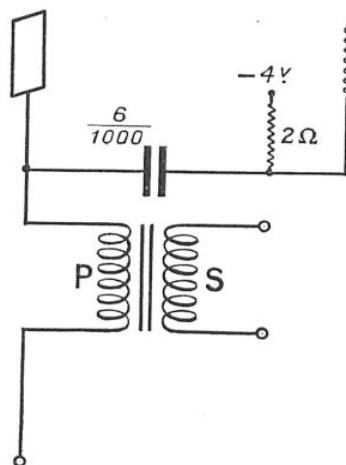


FIG. 3. — MONTAGE EN « IMPÉDANCE » D'UN TRANSFORMATEUR GRILLE

P, enroulement sain ; S, enroulement coupé. (P peut être soit le primaire, soit le secondaire.)

**TABEAU DE RECHERCHE SYSTÉMATIQUE
DES PANNES DES POSTES RÉCEPTEURS DE T. S. F.**

	MANIFESTATIONS ET ESSAIS	CAUSES EXTERNES	CAUSES INTERNES
LE POSTE EST MUET	En frappant sur le poste, on entend :		
	a) Un son de cloche cristallin ;	Cadre mal connecté ou à brin rompu. Antenne et terre ou antenne et terre non connectées.	
	b) Un bruit crépitant ou crissant ;	Valve défectueuse (sourd), ou dont la grille touche le filament.	Résistance de détection défectueuse. Connexion défectueuse.
	c) Aucun bruit.	Source de 80 volts inversée. Broches de plaques ou grilles en mauvais contact avec leurs douilles. Haut-parleur non connecté. Self coupée.	Connexion coupée. Condensateur en court-circuit. Transformateur H. F. ou B. F. coupé.
	Les lampes s'allument par intermittence.	Connexions de la source de 4 volts défectueuses ou cordons brisés en partie.	Rhéostat défectueux.
AUDITION PURE, MAIS TRÈS AFFAIBLIE	Les lampes ne s'allument pas.	Essayer une lampe neuve successivement sur chaque jeu de douilles : a) Elle ne s'allume pas. b) Elle s'allume.	Rhéostat grillé ou déconnecté.
	Pour une seule audition.	Émission défectueuse.	
	La réaction accroche régulièrement :		
	a) Vérifier si les selfs sont correctes ;	Terre déconnectée ou trop résistante. Antenne mal isolée. Cadre connecté d'un seul côté.	
	b) Même intensité pour tous les réglages d'un condensateur.		Condensateur déconnecté s'il est en parallèle ou court-circuité s'il est en série.
	La réaction n'accroche pas avec les selfs correctes.	Accu de 4 volts en décharge trop poussée. Tension-plaque insuffisante.	
	En essayant un jeu de valves neuves, l'audition devient correcte.	Valves défectueuses ou trop usagées.	

	MANIFESTATIONS ET ESSAIS	CAUSES EXTERNES	CAUSES INTERNES
AUDITION INTERMITTENTE, IRRÉGULIÈRE, POUR TOUS LES POSTES	Avec variation d'intensité lumineuse des filaments.	Connexions à l'accu de 4 volts défectueuses. Bornes d'accu oxydées.	Rhéostat défectueux.
	La réaction accroche par intermittences.	Mauvais contacts des selfs. Connexion à la haute tension défectueuse. Éléments défectueux dans la batterie de 80 volts.	
	Chauffage du filament correct et régulier.	Audition incorrecte seulement pour certains réglages du condensateur.	Lames de condensateur voilées.
	Assurer les valves dans leurs douilles : l'audition redevient correcte.	Contacts défectueux aux broches des valves.	
	La cause ne paraît pas due aux sources ni aux organes du poste	Antenne en court-circuit intermittent avec corps conducteurs.	
	Remplacer la valve détectrice :		
	Audition coupée de battements réguliers.	La panne disparaît.	Valve détectrice défectueuse.
	La panne persiste.		Résistance de détection défectueuse ou coupée.
	Panne intermittente avec périodes d'audition correcte.	Connexions externes ou internes défectueuses.	
	Changer le jeu de valves, la panne disparaît.	Valve défectueuse.	
AUDITION MÊLÉE DE CRACHEMENTS OU CRÉPITEMENTS A SONORITÉ MÉTALLIQUE	Recherches au récepteur.	La panne n'apparaît qu'en usant de la basse fréquence.	Enroulement d'un transfo B. F. en partie coupé. Condensateur shunt de B. F. déconnecté ou crevé.
	L'approche de la main des selfs ou capacités provoque des sifflements.	Réaction trop couplée, self de réaction trop forte. Chauffage trop poussé.	Lames mobiles du condensateur primaire non à la terre (— 4 volts). Insuffisance de protection.
	Le poste paraît correct.	Haut-parleur mal réglé ou à demi grillé. Éléments défectueux dans la pile de 80 volts. Bornes d'accu 4 volts oxydées.	
	Le récepteur comporte une lampe de puissance à grille polarisée et cet étage seul donne la panne.	Valeur incorrecte de la tension de polarisation de la grille. Pile de polarisation inversée.	

	MANIFESTATIONS ET ESSAIS	CAUSES EXTERNES	CAUSES INTERNES	
	Intensité variable périodiquement sur écoute de postes lointains et de courte longueur d'onde.	Fading vrai, probable.		
SIFLEMENTS PERSISTANTS	Audition sifflante mais non hachée.	Diminuer le couplage de la réaction : le sifflement persiste. Réaction et chauffage corrects, le sifflement persiste pour un seul poste.	Réaction trop forte. Chauffage trop poussé. Valve défectueuse (rare).	Vérifier la disposition des connexions internes.
	Audition sifflante et hachée sur un seul poste.	Récepteur voisin accordé sur même longueur d'onde avec réaction trop poussée.	Hétérodynage par un émetteur travaillant en télégraphie sur onde voisine.	
	Le sifflement ne se produit qu'en employant les étages de basse fréquence.		Transformateurs B. F. trop voisins ou mal orientés.	

Ce tableau n'a pas la prétention de permettre de résoudre toutes les pannes de tous les récepteurs ; il laisse en particulier de côté celles qui concernent spécialement certains organes internes des neutrodynes et des changeurs de fréquence. Son but est de résoudre toutes les pannes courantes qui peuvent se présenter à l'usager. Si la panne n'a pas été trouvée par cette méthode analytique, elle est justiciable d'un examen spécial effectué par le constructeur ou par un spécialiste.

sant travailler les différents circuits oscillants (haute fréquence accordée, étages de moyenne fréquence avec capacités d'accord) en résonance très aiguë. Cette résonance poussée, augmentée encore par l'abus de la réaction, limite étrangement la « bande de réceptions », de telle sorte que, si certaines fréquences sont convenablement amplifiées, d'autres, voisines et nécessaires à l'audition complète correcte, le sont trop ou trop peu ; de là distorsion importante.

Le seul remède à cet état de choses consiste à diminuer la sélectivité ; pour cela, peu ou pas de réaction et, si nécessaire, augmentation de la résistance des circuits oscillants (en mettant en série une résistance non selfique, mais jamais en désaccordant irrégulièrement les circuits). On peut également user d'un diélectrique tel que le mica, au lieu d'air, dans les conden-

sateurs, dans le but d'atténuer la résonance.

Rappelons qu'un poste n'est pas fait pour donner une audition puissante, mais incompréhensible, d'un émetteur situé aux antipodes, mais pour donner une audition correcte et réellement musicale de postes relativement peu éloignés.

Se dire, chaque fois que l'on établit un récepteur et qu'on le met au point, que le but réel de la radiophonie est de procurer des auditions parfaites de quelques bons émetteurs, et non les hurlements incompréhensibles de nombreux postes étrangers, est entrer dans la voie de la sagesse, fille de la sereine philosophie et mère du progrès.

J. ROUSSEL.

N. D. L. R. — Le tableau récapitulatif des pannes ci-dessus est extrait de l'ouvrage de M. J. Rousse : « Ce qu'il faut savoir en Radiophonie ».

SACHONS QUE :

Aux États-Unis, la courbe des salaires est nettement plus ascendante que la courbe du coût de la vie ; une automobile s'y vend 2.000 francs or, alors qu'en France elle vaut deux fois et demi plus, à puissance égale ; il y a un téléphone pour cinq habitants contre un pour cent chez nous ; si les Américains ne représentent que 7 % de la population du globe, ils consomment cependant à eux seuls 65 % du caoutchouc, 72 % de la soie, 48 % du café, 53 % de l'étain produit dans le monde. Les États-Unis possèdent 23 millions d'automobiles sur un total mondial de 30 millions.

LA T. S. F. ET LES CONSTRUCTEURS

Chacun peut, à peu de frais, établir un bon diffuseur

PERSONNE n'ignore aujourd'hui qu'un diffuseur se compose d'un organe moteur et d'une membrane, dont le rôle est d'ébranler une quantité d'air assez considérable pour rendre audibles les réceptions radiophoniques. Pour construire un haut-parleur à pavillon, il ne suffit pas, et beaucoup en ont déjà fait l'expérience, de monter un cornet de papier sur un écouteur téléphonique, aussi bon soit-il. Le diffuseur à membrane se prête mieux à cette fabrication, pourvu que l'on dispose d'un bon organe moteur.

La photographie ci-contre représente précisément un moteur de diffuseur qui rappelle l'écouteur téléphonique, mais où la membrane est remplacée par une lame d'acier rigide, fixée à l'une de ses extrémités de façon à n'avoir que le minimum de vibrations propres.

L'autre extrémité recouvre les pièces polaires de l'électro du moteur. Sur cette dernière extrémité est rivée une tige d'acier portant deux petits cônes, dont le but est de per-

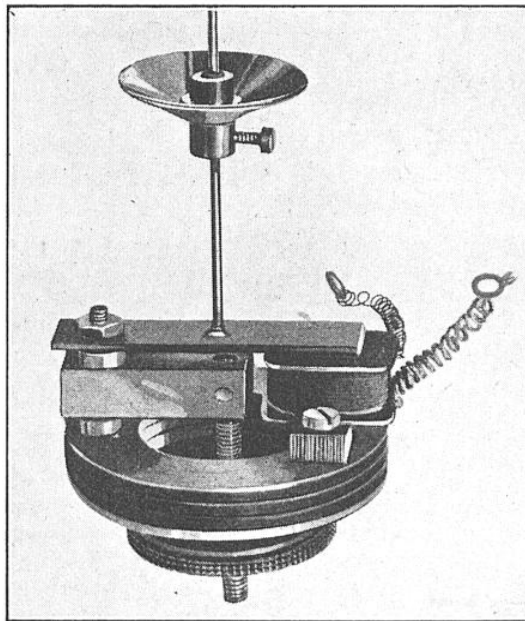
mettre la fixation du diaphragme du diffuseur. Cet organe moteur complet est d'un prix très modique et assure cependant de bonnes auditions d'une puissance moyenne.

Quant au diaphragme, il est facile de l'établir soi-même. Il suffit de découper un cercle de papier un peu fort (Canson, par exemple) de 31 centimètres de diamètre, de percer un trou au centre de quelques millimètres et d'enlever un secteur dont la corde mesure environ 9 centimètres.

En rapprochant les côtés du secteur, on oblige le papier à prendre une forme conique. Il suffit alors de coller ces deux côtés, puis, après séchage, de fixer ce diaphragme entre les deux petits cônes de la tige métallique du moteur. D'ailleurs, on trouve des diaphragmes tout préparés en papier bakéliné, ce qui les met à l'abri de toute humidité.

Et voilà comment, pour une cinquantaine de francs, on peut réaliser un diffuseur donnant toute satisfaction. Chacun peut facilement le monter dans une ébénisterie.

ÉTABLISSEMENTS RADIO-SOURCE, 82, avenue Parmentier, Paris (11^e).



VUE DU MOTEUR PERMETTANT D'ÉTABLIR
UN BON DIFFUSEUR

SOUVENONS-NOUS QUE :

La France possède actuellement 949.000 automobiles (soit une pour 43 habitants), alors que les Etats-Unis en possèdent 23 millions (soit une pour 5 habitants), l'Angleterre, 1.173.000 (soit une pour 38 habitants), le Canada, 939.000 (soit une pour 10 habitants), l'Allemagne, 473.000 (soit une pour 134 habitants), l'Italie, 153.000 (soit une pour 266 habitants). Il y a encore un bel essor pour l'industrie automobile française.

L'ACIER ÉLECTRIQUE DANS LES MACHINES AGRICOLES

LE développement de l'automobile met chaque jour des mécanismes de plus en plus complexes entre les mains du public, qui, en général, en ignore le fonctionnement et est, par suite, incapable de remédier à leurs déficiences accidentelles.

Et parce que, malgré cet état de choses, une voiture fait aujourd'hui des milliers de kilomètres sans qu'il soit besoin de lever le capot et de changer une roue, l'opinion publique sait que la « Mécanique a fait des progrès ».

L'agriculteur qui conduit ses charrues et ses machines de récolte avec des animaux ou avec des moteurs bénéficie évidemment de cette situation.

Malgré la différence de vitesse des deux sortes de véhicules, on peut dire que, dans le domaine agricole, où le matériel se déplace sur un sol cahotant, au lieu de rouler sur des routes carrossables, les améliorations réalisées dans les organes de travail sont tout aussi satisfaisantes que dans les automobiles, en tenant compte que, pour les machines de récolte, les lieuses en particulier, les constructeurs ne disposent que du temps de durée des moissons, au maximum un mois par an, pour les voir à l'œuvre.

Il est évident que le terme « Mécanique » que nous avons employé ne signifie pas la théorie mécanique d'où l'ingénieur tire les meilleures dimensions à donner à une pièce ou même l'économie qui peut être parfois réalisée au détriment du bon fonctionnement des appareils. Il faut entendre par « progrès de la mécanique » l'amélioration des matériaux employés.

Qu'importe, en effet, qu'au moment de leur montage, les pièces saines et homogènes soient calibrées au vingtième de millimètre, si, au bout d'un mois de service, les trépidations ont modifié les serrages, si l'usure des

surfaces frottantes est supérieure à la tolérance d'ajustage jugée utile à la bonne marche et si les chocs ont modifié la nature du métal. Malgré les perfections de son usinage, une machine ainsi construite est condamnée à un entretien onéreux et à une destruction rapide, par échauffement, bris partiel ou rupture d'une pièce essentielle.

La haute résilience (1) de l'acier électrique en fait un matériau de choix pour l'aviation, où la sécurité domine toutes autres considérations.

La Maison Amouroux Frères a eu l'idée d'appliquer aux machines agricoles, et

plus particulièrement aux doigts de faucheuses, l'acier électrique, que, grâce à des procédés spéciaux, elle produit dans son usine de Croix-Daurade, près Toulouse.

Pour démontrer les qualités de ce métal et en justifier l'emploi, elle ne s'est pas contentée des chiffres fournis par les machines de laboratoire,

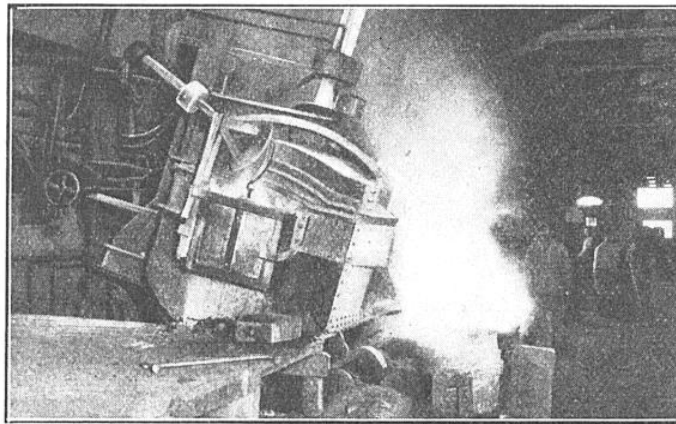
dont les gestes sont toujours les mêmes ; elle a imaginé de le soumettre à toutes les sujétions possibles de forgeage, d'étirage, de torsion et de pliage, en organisant un concours artisanal entre ses quinze cents agents.

Près de mille ouvriers de tous nos départements y ont pris part. Leurs œuvres ont été exposées au Salon de la Machine agricole.

Ce concours consistait à transformer, par forgeage, un doigt de faucheuse, neuf ou usagé, en un objet quelconque, la soudure et l'apport de matières étrangères étant rigoureusement interdits. L'acier électrique y a prouvé toutes ses qualités.

P. JUPPONT,
Ingénieur E. C. P.,
Inspecteur de l'Enseignement
Technique de la H^{te}-Garonne.

(1) Coefficient de ressort, qui est le quotient de l'effort par la déformation qui en résulte,



UNE COULÉE D'ACIER AU FOUR ÉLECTRIQUE

LE CONTROLE SCIENTIFIQUE DE LA COMPTABILITÉ ET LES STATISTIQUES A LA PORTÉE DE TOUTES LES ENTREPRISES

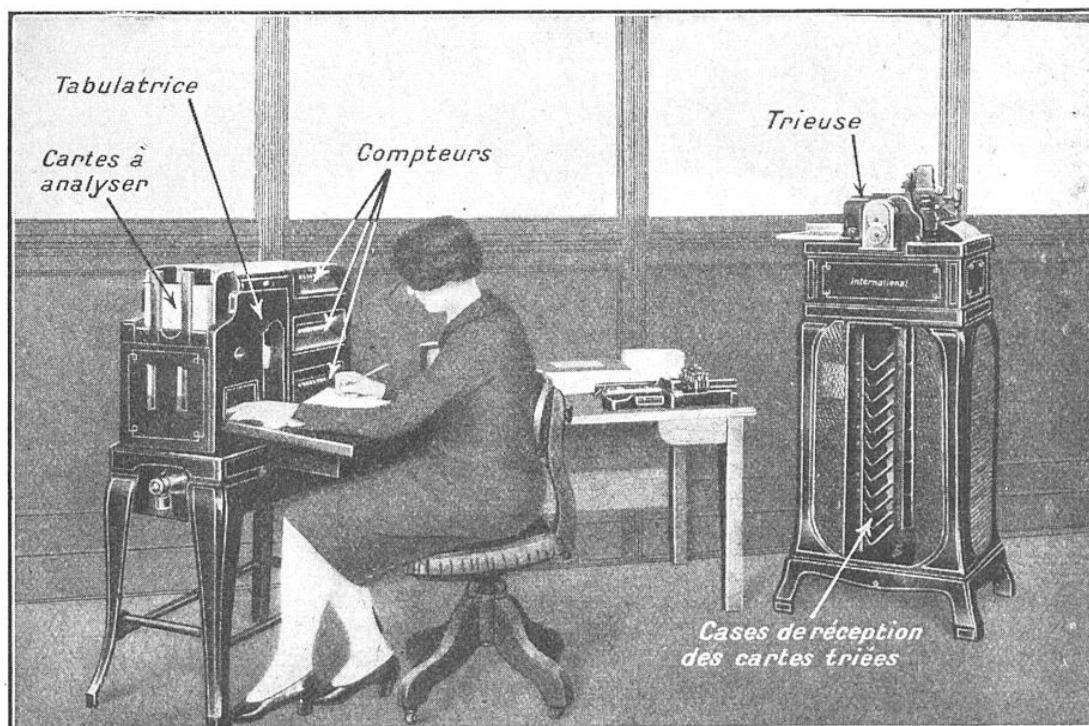
Par Jacques MAUREL

Nous avons déjà signalé à nos lecteurs (1) comment la machine permettait aujourd'hui de tenir la comptabilité d'une exploitation, aussi importante et aussi compliquée soit-elle, de façon à pouvoir en dégager rapidement et sûrement n'importe quel renseignement d'ordre économique ou statistique. C'est grâce à l'emploi de cartes perforées que ce résultat est obtenu. Les indications portées sur les documents originaux, par exemple sur les « bons de travail » venant des ateliers, sont immédiate-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 129, page 151.

ment reportées sur des cartes à quarante-cinq colonnes, au moyen d'une machine perforatrice. Une telle carte ne serait d'aucun secours sans la machine, et sa lecture exigerait des spécialistes exercés. Mais, grâce à la trieuse, qui permet, par exemple, de classer ensemble toutes les cartes correspondant à l'usinage d'une certaine pièce, et à la tabulatrice, qui totalisera le temps passé, les prix de revient, etc..., les cartes deviennent un auxiliaire précieux pour l'industriel.

Tout cela, nous ne faisons que le rappeler, renvoyant le lecteur à l'article précité pour



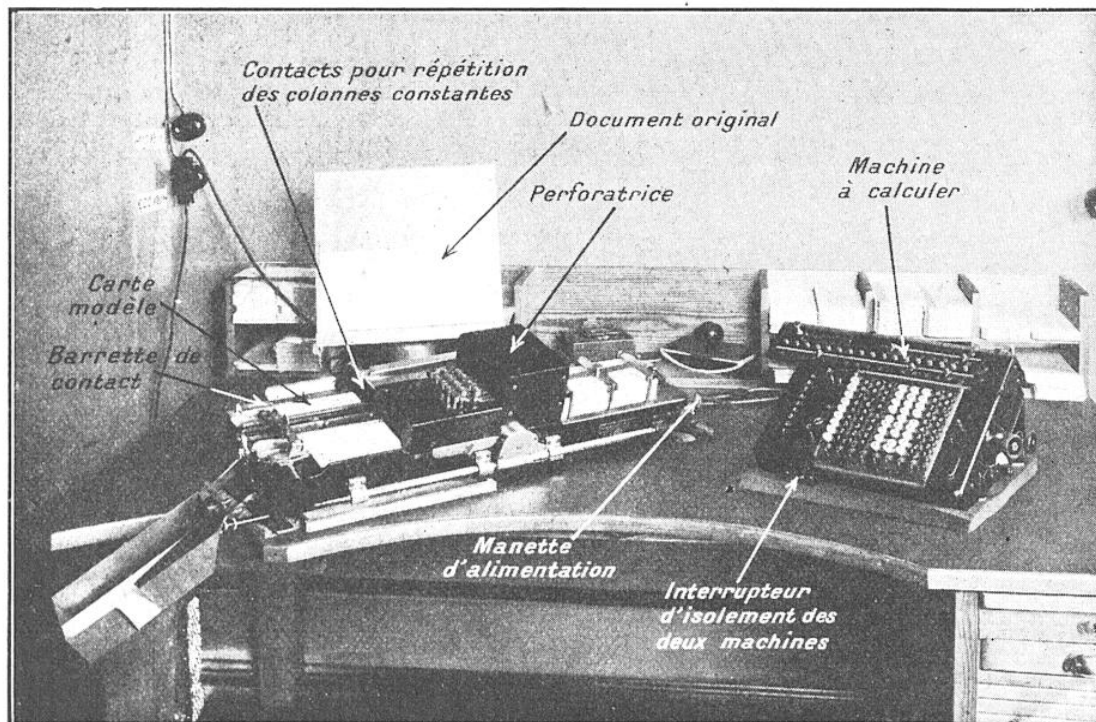
ENSEMBLE D'UN BUREAU OU LA COMPTABILITÉ EST FAITE ET CONTROLÉE MÉCANIQUEMENT
Les cartes perforées sont triées mécaniquement par la trieuse, et leur indication reportée automatiquement sur les compteurs de la tabulatrice.

de plus amples détails. Nous avons signalé, à cette époque, que la trieuse pouvait classer quatre cents cartes à la minute, que la tabulatrice dépouillait cent cinquante cartes dans le même temps.

Comme, d'autre part, les machines auxquelles nous faisons allusion ne sont pas mises en vente, mais seulement *en location*, on a pensé qu'en établissant des modèles moins importants, on toucherait un grand nombre d'exploitations moyennes. C'est

vérité qui n'est plus à démontrer. Voici comment on a réalisé la combinaison de la machine à calculer avec la multiperforatrice des cartes, base du système comptable dont nous parlons.

Grâce à des contacts spéciaux, le clavier de cette machine à calculer se substitue à celui de la perforatrice, de sorte que la personne chargée de la perforation des cartes ne s'occupe que de la machine à calculer. C'est ainsi que les chiffres sur lesquels aucune



LA TRADUCTRICE - PERFORATRICE DES CARTES ÉTAIT NAGUÈRE ACTIONNÉE À LA MAIN. AUJOURD'HUI, ELLE EST CONJUGUÉE AVEC UNE MACHINE À CALCULER

pourquoi on a créé une trieuse dont la capacité est de cent cinquante cartes à la minute et une tabulatrice totalisant quatre-vingt-dix cartes à la minute. De sorte que le prix de location de ces nouvelles machines est de l'ordre de celui que l'on est obligé de payer un bon comptable, qui, malgré toute sa science, ne peut matériellement pas dépouiller aussi rapidement et aussi sûrement n'importe quelle comptabilité.

Comment la machine à calculer vient en aide à la comptabilité mécanique

Toute comptabilité exige aujourd'hui l'emploi de machines à calculer (1). C'est une

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 106, page 315.

opération ne doit être faite (nos d'ateliers, de travail, matricule, etc...) sont posés en appuyant sur les touches de la machine à calculer. Les opérations se font à cette machine, et seul le résultat est traduit sur la carte par des perforations.

Il est évident que, chaque fois que des calculs doivent être effectués sur les documents originaux avant la perforation, l'emploi de ce nouvel équipement s'impose. Bien entendu, la perforatrice peut être utilisée isolément, sans la machine à calculer. Il suffit pour cela de manœuvrer l'interrupteur situé sur la machine à calculer elle-même, qui isole électriquement les deux machines.

JACQUES MAUREL.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Interrupteur électrique combiné avec une minuterie

CHACQUE fois que l'on désire allumer une ou plusieurs lampes électriques pour un temps déterminé, leur extinction restant indépendante de toute manœuvre, on utilise une minuterie. C'est le cas de l'éclairage des escaliers pendant la nuit. Cela exige, en général, un appareillage plus ou moins compliqué, dont l'emploi se conçoit fort bien lorsqu'il s'agit d'un immeuble entier, mais que l'on hésite à acheter s'il s'agit d'un simple pavillon, d'une cave particulière, etc. C'est pourquoi M. Jules Béraud a imaginé le bouton-minuterie représenté ci-contre. Il se place comme un commutateur ordinaire et on peut régler la durée de l'éclairage de une à cinq minutes.

Le mécanisme est basé sur le fonctionnement d'un tube en U formant vases communicants et contenant du mercure. Dans l'une des branches, une pièce agit comme un piston-cloche; elle remonte lorsqu'on appuie sur le bouton de l'appareil, emprisonne une certaine quantité d'air et, en descendant, chasse le mercure dans l'autre branche et provoque la montée du contacteur-flotteur qui ferme le circuit.

L'air emprisonné s'échappe par un trou minuscule garni d'un mastic de composition particulière, de sorte qu'au bout du temps prévu pour le fonctionnement de l'appareil, les pièces formant contact sont séparées et le circuit est coupé.

Le montage se fait sur l'un des fils qui alimentent les lampes, de la même façon qu'un interrupteur ordinaire; il n'y a donc aucun danger de court-circuit, puisque la lampe constitue une résistance sur l'un des fils qui aboutissent à la minuterie.

Le socle de l'appareil est en porcelaine. Il se monte tout simplement au moyen de deux vis. Les contacts permettent des intensités pouvant aller jusqu'à 4 ampères sur le courant alternatif; par contre, il est prudent de ne pas dépasser 1/2 ampère avec le courant continu.

Les lampes à incandescence dépolies intérieurement ont un excellent rendement

DANS de nombreux appareils d'éclairage, les lampes à incandescence restent visibles, tout au moins partiellement. Afin d'éviter l'éblouissement qui en résulte, on a songé, depuis longtemps déjà, à dépolir la surface de l'ampoule de ces lampes, ce qui a pour effet d'augmenter la surface apparente de la source et, par suite, de diminuer la brillance jusqu'à une valeur qui n'occasionne plus d'éblouissement.

Plusieurs procédés ont été successivement utilisés pour modifier la surface du verre de l'ampoule: le dépolissage par jet de sable, le dépolissage par l'action de l'acide fluorhydrique et le recouvrement par un vernis.

De ces trois procédés, le dépolissage au moyen de l'acide est le seul qui reste employé de façon industrielle; c'est en effet celui qui donne les meilleurs résultats. Par contre, son application est délicate, car la manipulation de l'acide fluorhydrique présente certaines difficultés et

même, si l'outillage employé n'est pas de premier ordre, quelques dangers.

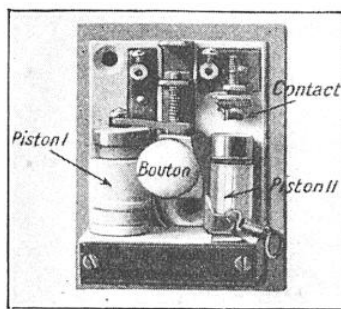
Mais, quelle que soit la manière dont elle est effectuée, l'application peut intéresser la surface intérieure de l'ampoule ou sa surface extérieure.

Jusqu'ici, c'était toujours cette dernière qui était dépolie, mais un nouveau procédé, récemment mis au point, a permis de réaliser le dépolissage intérieur de l'ampoule, qui s'est révélé particulièrement intéressant.

Les lampes ainsi dépolies présentent, en effet, deux avantages considérables, concernant: l'un, l'absorption de la lumière par le verre; l'autre, l'entretien des lampes.

1° Absorption de la lumière.

Lorsque la lumière produite par le filament rencontre le verre de l'ampoule, elle le traverse avec facilité, mais non intégralement; une certaine quantité de cette lumière ne se retrouve plus à la sortie du



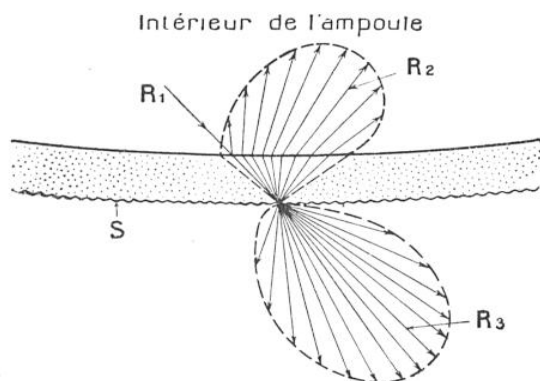
LE BOUTON-MINUTERIE, COURBURE ENLEVÉE

verre : il y a absorption de la lumière.

Cette absorption dépend beaucoup de la qualité du verre et de son épaisseur ; elle est évidemment plus grande pour tous les genres de verres dépolis que pour les verres clairs ; mais on constate, de plus, une grande différence, pour un même type de dépolissage, suivant que les rayons lumineux rencontrent la surface dépolie avant ou après avoir traversé le verre.

Voici comment s'explique ce résultat :

Dans les lampes claires et les lampes dépolies intérieurement, les rayons sortant de l'ampoule traversent une seule fois le verre, tandis que, dans les lampes dépolies extérieurement, les rayons, avant de sortir entièrement de la lampe, sont amenés par des



TRAJET D'UN RAYON LUMINEUX DANS UNE AMPOULE DÉPOLIE EXTÉRIEUREMENT. CHAQUE RÉFLEXION SUR LA SURFACE DÉPOLIE ENTRAÎNE UNE DOUBLE TRAVERSÉE DU VERRE DE L'AMPOULE

réflexions successives à traverser un grand nombre de fois l'épaisseur de ce même verre, ce qui, on le conçoit facilement, conduit à une absorption beaucoup plus grande.

En effet, considérons la figure ci-dessus, qui représente d'une façon schématique la marche d'un rayon lumineux R_1 dans le cas du dépolissage extérieur. Nous constatons que ce rayon, au point où il rencontre la surface dépolie S , se divise en deux parties. L'une donne les rayons diffusés R_3 à l'extérieur de l'ampoule ; l'autre, les rayons R_2 qui, après s'être réfléchis, reviennent à nouveau à travers le verre vers l'intérieur de l'ampoule.

Un tel rayon R_2 a donc traversé deux fois l'épaisseur de l'ampoule, et ceci, on le voit, se produira à chaque réflexion. Comme le nombre de ces dernières est très élevé, il en résulte que ces rayons sont très affaiblis et qu'en définitive une fraction notable du flux lumineux se trouve perdue.

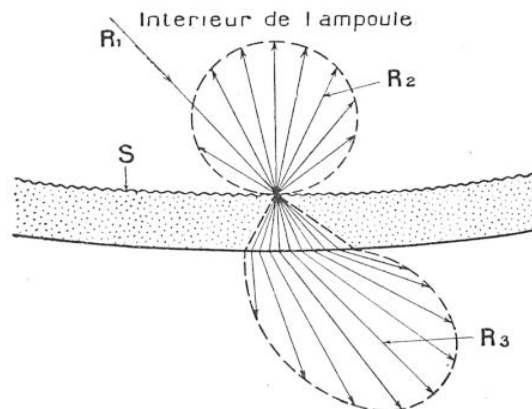
Voyons maintenant ce qui se passe lorsque le dépolissage est intérieur (figure de droite). Nous constatons que la division de la lumière en deux parties, dont l'une est trans-

mise et l'autre réfléchie, se produit comme dans le cas précédent, mais, cette fois, les rayons réfléchis ne traversent plus le verre : il y a donc un gain notable sur l'absorption totale de l'ampoule.

D'après les mesures précises qui ont été faites à ce sujet, celle-ci n'est plus en effet que de 1,5 % en moyenne. Il en résulte que l'ampoule dépolie intérieurement transmet sensiblement autant de lumière qu'une ampoule en verre clair, tout en assurant sa diffusion convenable.

2° Entretien des lampes.

Les lampes dépolies extérieurement, si elles sont avantageuses pour éviter l'éblouissement, le sont beaucoup moins en ce qui



TRAJET D'UN RAYON LUMINEUX DANS UNE AMPOULE DÉPOLIE INTÉRIEUREMENT. TOUTE RÉFLEXION SUR LA SURFACE DÉPOLIE SE FAIT SANS QUE LES RAYONS TRAVERSENT LE VERRE DE L'AMPOULE

concerne la facilité de leur entretien.

La poussière s'accumule, en effet, facilement dans les cavités creusées à la surface du verre et il est assez difficile de l'en faire disparaître.

Or cette poussière n'a pas seulement pour effet de changer l'aspect extérieur de la lampe, elle a aussi celui de modifier considérablement l'absorption de l'ampoule, si bien que le rendement de la lampe diminue au fur et à mesure de son utilisation.

Au contraire, la surface extérieure des lampes dépolies intérieurement restant absolument lisse, la poussière s'y fixe difficilement, et le peu qui s'y dépose disparaît lorsqu'on donne un simple coup de chiffon.

Le dépolissage intérieur des lampes se traduit, nous le voyons, par une absorption beaucoup moindre, c'est-à-dire par un rendement beaucoup plus élevé, aussi bien lorsqu'elle est neuve que lorsqu'elle a servi depuis quelque temps, si on a soin de procéder de temps à autre à un rapide nettoyage.

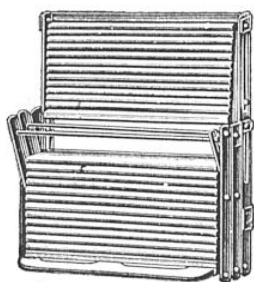
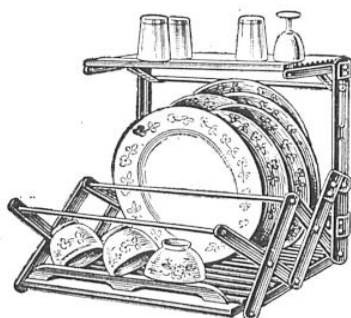
Ce double avantage, d'une importance considérable pour l'usager, est l'une des nom-

breuses raisons pour lesquelles les lampes « série Standard » seront rapidement appréciées par le public. Elles constituent un progrès qui paraissait irréalisable : des lampes qui n'éblouissent pas, comme le font les lampes claires, et qui, cependant, ne présentent pas les défauts des lampes dépolies au point de vue de l'absorption et de la propreté.

Un égouttoir à vaisselle vraiment pratique

LES faibles dimensions des cuisines modernes, d'une part, surtout dans les villes, et, d'autre part, le nombre croissant d'appareils utilisés aujourd'hui pour rendre plus aisés les divers travaux du ménage font que la maîtresse de maison ne dispose souvent que d'un espace restreint pour mettre à égoutter les multiples pièces de la vaisselle. On utilise pour cela, en général, des égouttoirs mobiles, que l'on place sur la table de cuisine, ce qui ne manque pas d'encombrer celle-ci.

Cependant, petit à petit, tous ces problèmes domestiques sont peu à peu résolus pour augmenter le confort, et c'est ainsi qu'a été imaginé l'égouttoir extensible représenté ci-dessous. Il se compose de deux planchettes rainurées, montées sur deux montants métalliques combinés avec un système articulé. Ainsi que le montre notre dessin, les deux

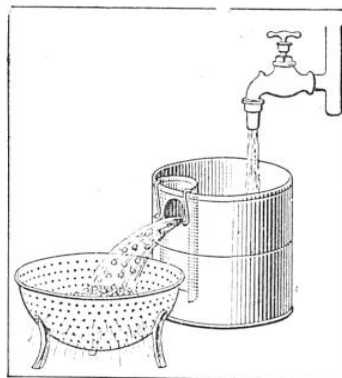


CET ÉGOUTTOIR À VAISSELLE SE REPLIE (EN BAS) ET NE PRÉSENTE QU'UN MINIME ENCOMBREMENT

montants étant fixés au mur, au-dessus de l'évier, on peut, à volonté, appliquer les deux planchettes contre ce mur ou, au contraire, les rabattre horizontalement. La planchette inférieure est destinée à recevoir les assiettes et les plats, la planchette supérieure supportant les verres. Minimum d'encombrement et maximum de capacité font de cet égouttoir très robuste un appareil vraiment pratique, qui sera certainement apprécié.

Pour débarrasser les légumes secs des pierres qu'ils contiennent

AUCUNE ménagère n'ignore la perte de temps occasionnée par le triage des légumes secs, des lentilles par exemple, où l'on trouve souvent de petits cailloux, dont la présence est fort désagréable, si ce n'est même dangereux pour notre dentition. Or, jusqu'à présent, la ménagère n'avait d'autre ressource que de mettre les lentilles dans une assiette et de les faire glisser presque une à une pour enlever les pierres. Et même l'aspect de celles-ci est quelquefois si voisin de celui du légume que le corps dur passe inaperçu.



LE COURANT D'EAU QUI S'ÉTABLIT DANS LA GOUTTIÈRE DE CET APPAREIL ENTRAÎNE LES LÉGUMES SECS, TANDIS QUE LES PIERRES, PLUS LOURDES, RESTENT AU FOND DU RÉCIPIENT

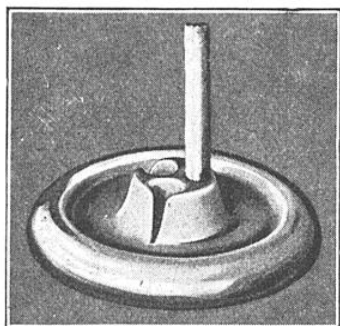
Or on sait que les légumes secs, comme les lentilles, sont plus légers que les fameux cailloux. Aussi a-t-on conçu un petit appareil dont le fonctionnement est basé sur les différences de densité et qui sépare automatiquement les légumes des cailloux.

Cet appareil se compose d'un récipient métallique cylindrique, sur le bord duquel on peut placer une gouttière (tracée en pointillé sur notre dessin) en face d'une ouverture circulaire ménagée dans le récipient.

Si l'on place l'appareil sous un robinet, l'eau s'écoule évidemment par l'ouverture précitée. Mais si on verse alors les légumes secs par quantités d'un verre ordinaire, ceux-ci, entraînés par le courant d'eau, viennent passer sous la gouttière, puis, par suite de leur faible densité, remontent le long de la gouttière pour se déverser en même temps que l'eau. Seuls, les cailloux restent au fond. On peut ainsi trier environ deux litres de lentilles à la minute.

Ce cendrier étouffe le feu des cigarettes

LORSQU'ON place une cigarette fumée dans un cendrier, il arrive constamment que le tabac continuant à brûler — on sait qu'on l'additionne de certains sels (nitrates) pour augmenter sa combustibilité — dégage



PLACÉE DANS UN DES TROIS TROUS CENTRAUX DE CE CENDRIER, UNE CIGARETTE S'ÉTEINT IMMÉDIATEMENT

étouffée lentement. Le cendrier représenté ci-dessus est précisément prévu pour éteindre à peu près instantanément la cigarette qui lui est confiée. C'est un disque de porcelaine portant, en son centre, trois trous du diamètre d'une cigarette. Il suffit de placer une cigarette, le foyer en bas, dans un de ces trous, pour qu'elle soit de suite étouffée.

Cet allumoir électrique se place sur n'importe quelle prise de courant et forme lui-même prise de courant

L'ALLUMOIR électrique fait, aujourd'hui, partie intégrante de la cuisine moderne, bien plus encore que le fer à repasser, le réchaud ou l'aspirateur de poussières, car son prix est toujours peu élevé. Aussi nombreux sont les modèles d'allumoirs que l'on trouve actuellement sur le marché et dont le fonctionnement, qui, au début de leur invention, laissait quelque peu à désirer, est, aujourd'hui, parfait et sans aucun « raté ». C'est pourquoi nous ne voulons pas ici retracer le problème de l'allumoir électrique, désormais résolu, mais signaler à nos lecteurs un nouvel appareil présentant certaines particularités intéressantes.

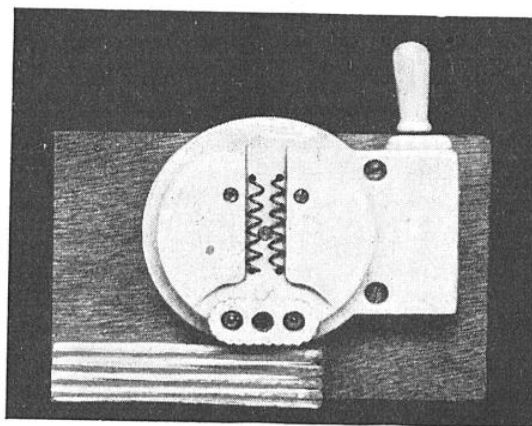
En effet, pour installer un allumoir électrique, la condition essentielle est évidemment de le brancher sur le secteur, ce qui nécessite l'exécution d'une dérivation sur celui-ci. Évidemment le travail est peu important, mais l'allumoir, une fois fixé au mur, devient inamovible. L'allumoir représenté ci-contre, au contraire, peut être branché instantanément sur une prise de courant déjà installée et, par conséquent, être transporté à volonté de pièce en pièce. De plus, lorsque l'allumoir est en position d'utilisation, la prise de courant n'est pas rendue inutilisable, l'appareil portant lui-même deux douilles permettant l'emploi

une fumée âcre et désagréable. Il n'est d'autre moyen, pour éviter cet inconvénient, que d'écraser la cigarette contre le cendrier, geste peu élégant et qui salit les doigts, ou d'employer un cendrier spécial à bascule dans lequel la cigarette est

d'un autre appareil électrique (fer, réchaud, aspirateur, etc.).

Cet allumoir, entièrement en porcelaine, y compris le réservoir d'essence, porte sur sa face arrière une plaque de fibre où sont fixées les deux broches se posant sur la prise de courant. D'ailleurs, si, comme le cas est fréquent, les trous de la prise de courant ne sont pas situés dans un plan horizontal, il suffit de dévisser légèrement l'écrou maintenant la plaque de fibre, de faire tourner celle-ci jusqu'à ce que les broches aient une direction telle que, placées dans les trous de la prise de courant, l'allumoir soit vertical, et de revisser cet écrou.

Enfin, si aucune prise de courant n'existe dans la pièce où l'on veut fixer l'allumoir et que, en outre, on veuille le placer à poste fixe, rien n'est plus facile, et, du même coup, on aura installé l'allumoir et la prise de courant. Pour cela, on enlève la plaque de



L'ALLUMOIR ÉLECTRIQUE FIXÉ AU MUR FORME EN MÊME TEMPS PRISE DE COURANT

fibre (après avoir dévissé l'écrou), on supprime les broches, on effectue sur le secteur la dérivation nécessaire, on fixe les fils d'amenée du courant sous l'écrou de la prise de courant de l'allumoir, on replace la plaque de fibre et on fixe l'allumoir au mur au moyen de vis.

V. RUBOR.

Adresses utiles pour les « A côté de la science »

Bouton minuterie : M. JULES BÉRAUD, 34, rue Bapst, Asnières (Seine).

Lampes Standard : COMPAGNIE DES LAMPES, rue La Boétie, Paris.

Egouttoir à vaisselle : M. DEPIGNY, 3, rue Navoisseau, Montreuil-sous-Bois (Seine).

Épierreur de légumes : M. HANNEBIQUE, 28 bis, rue Guersant, Paris (11^e).

Cendrier : MM. KIRBY-BEARD, 5, rue Auber, Paris.

Allumoir électrique : M. BOULEY, 14, rue Sainte-Cécile, Paris (9^e).

A TRAVERS LES REVUES

MÉTALLURGIE

LE NICKELAGE SOUS UNE FORTE ÉPAISSEUR,
note de M. Léon Guillet.

M. Léon Guillet résume, dans cette note, les recherches poursuivies à son laboratoire du Conservatoire national des Arts et Métiers, M. Ballay. Après avoir rappelé les conditions nécessaires pour obtenir des dépôts de nickel épais et adhérents, M. Guillet étudie et compare l'influence des agents oxydants, tels le nitrate de nickel, le permanganate de potassium, etc. Enfin, il montre l'importance de la concentration des ions hydrogène du bain sur le rendement de l'opération.

« *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* »
(tome 188, n° 5).

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

SUR L'UTILISATION DE L'ÉNERGIE THERMIQUE
DES MERS, *note de M. Georges Claude.*

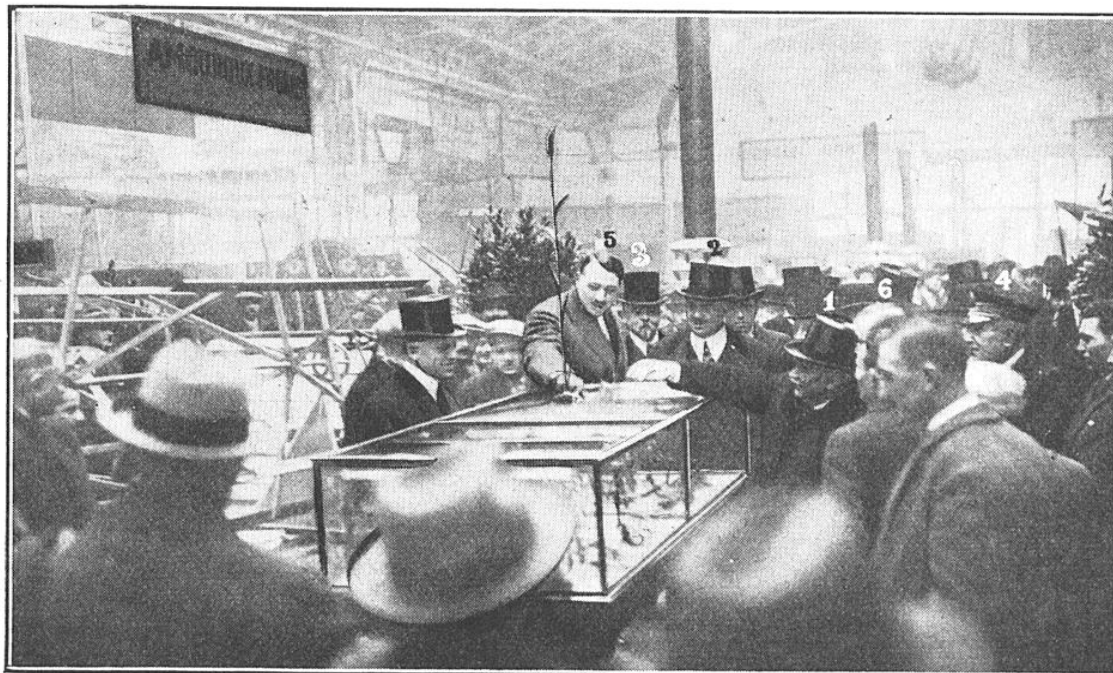
Après les essais de laboratoire et semi-industriels pour l'utilisation de l'énergie thermique des

mers (1), M. Georges Claude est allé étudier sur place, à Cuba, comment son installation d'Ougrée pourrait être située afin d'être reliée, dans les meilleures conditions, par un tuyau *ad hoc* aux profondeurs marines. Un tuyau de 2 mètres de diamètre sur 2.000 mètres de longueur est actuellement en fabrication en France. Ainsi on pourra atteindre une profondeur de 600 à 1.500 mètres de la côte. Le fond de la mer n'étant pas en pente douce, mais présentant une falaise à pic, la conduite ne pourra pas reposer en entier sur le sol et sera soumise à la force des courants marins. L'exploration du fond de la mer a été faite par M. Georges Claude au moyen des appareils à ondes ultra-sonores. Comme il ne s'agit que d'une expérience de quelques mois, M. Georges Claude a décidé de faire son installation sur la baie de Matanzas, à 100 kilomètres à l'est de la Havane, où le *Gulf-Stream* est plus faible.

« *Comptes rendus de l'Académie des Sciences* »
(tome 188, n° 6).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 116, page 137, et n° 134, page 145.

La visite présidentielle au VIII^e Salon de la Machine Agricole



M. DOUMERGUE (1), LE MINISTRE DE L'AGRICULTURE (2), M. LESAGE, DIRECTEUR DE L'AGRICULTURE (3), L'AMIRAL WEDEL (4), M. G. AMOUROUX (5) ET M. A. AMOUROUX (6),
AU STAND « AMOUROUX FRÈRES »

CHEZ LES ÉDITEURS

ASTRONOMIE

ASTROPHYSIQUE, par Jean Bosler, directeur de l'Observatoire de Marseille. 1 vol., 700 p., 200 fig., 50 planches.

L'astrophysique est l'étude de la constitution des astres ; nous connaissons, aujourd'hui, leur température et les corps qu'ils renferment. Après avoir développé les méthodes et les appareils, l'auteur étudie le système solaire (y compris les comètes, les étoiles filantes et les aéroolithes), les étoiles (simples, doubles, variables, nouvelles, etc.) et, enfin, les nébuleuses spirales, mots analogues à la voie lactée, dont nous faisons partie. Aucune étude n'est plus passionnante, plus apte à ouvrir l'esprit.

INDUSTRIES DIVERSES

ENCYCLOPÉDIE DU CAOUTCHOUC, 1 vol. illustré.

Cet ouvrage constitue un recueil où l'industrie peut trouver, rassemblées d'une façon méthodique, l'ensemble des connaissances actuelles sur le caoutchouc.

Cette encyclopédie traite successivement du caoutchouc sylvestre, de la culture et de l'exploitation méthodique et scientifique de l'hévéa ; de l'utilisation des gommés ; de la constitution et des propriétés du latex ; des procédés de coagulation, de dessiccation et de pulvérisation par voie sèche ; du transport du latex à l'état liquide, concentration et vulcanisation ; de la préparation du caoutchouc à partir du latex ; de la constitution et des propriétés du caoutchouc.

♦♦ A NOS LECTEURS. — Nous tenons à signaler à nos lecteurs que les appareils dont il a été question dans l'article sur la lumière infrarouge, paru dans notre dernier numéro, page 177, sont uniquement construits par la Société Cema.

PHYSIQUE

MATIÈRE, ÉLECTRICITÉ, RADIATIONS, par Marcel Boll. 1 vol. (12,5 × 19), 40 fig.

Simple, bref et assez complet, cet ouvrage nous promène à travers les phénomènes mécaniques, calorifiques, électriques et lumineux, en évitant les erreurs de vulgarisation.

Les onze chapitres, dont chacun se lit en une demi-heure, permettent de se faire une vue d'ensemble des tendances de la science.

Pourquoi l'électricité est-elle invisible ? Comment peut-on voir les atomes ? Qu'y a-t-il dans le vide et à quoi sert-il ? Quelle différence y a-t-il entre le vent et la chaleur ? Pourquoi les locomotives à vapeur sont-elles surtout des calorifères qui chauffent libéralement l'air des campagnes ? Pourquoi l'aimant attire-t-il le fer ? En quoi consistent les ondes hertziennes et pourquoi ne les percevons-nous pas ? Quel est le principe de la télévision ?... Telles sont les questions générales auxquelles M. Marcel Boll répond.

T. S. F.

LES MESURES EN T. S. F., par M. Veaux. 1 vol., 205 p., 174 fig.

Tout amateur de T. S. F. doit posséder un laboratoire comportant certains appareils de mesure. L'auteur étudie en détail le contrôleur d'ondes. Il indique comment on mesure les intensités des courants, les résistances, etc., et enfin comment on applique les procédés de mesures à l'étude des problèmes pratiques et au dépannage des postes.

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 45 fr.	Envois recommandés	{ 1 an..... 55 fr.
	{ 6 mois... 23 —		{ 6 mois... 28 —

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après :

Australie, Bolivie, Chine, Costa-Rica, Danemark, Dantzig, République Dominicaine, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Guyane, Honduras, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Nicaragua, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésie, Siam, Suède, Suisse.

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 80 fr.	Envois recommandés	{ 1 an.... 100 fr.
	{ 6 mois... 41 —		{ 6 mois.. 50 —

Pour les autres pays :

Envois simplement affranchis.....	{ 1 an..... 70 fr.	Envois recommandés	{ 1 an..... 90 fr.
	{ 6 mois... 36 —		{ 6 mois... 45 —

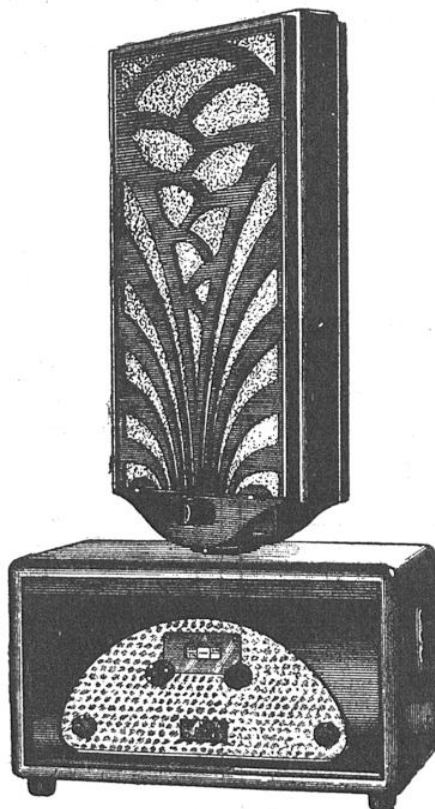
Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris.

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris-X^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

Le Gérant : Lucien Josse.

Paris. — Imp. HÉMERY, 18, rue d'Enghien.

automatisme integral



LE SYNCHRODYNE

Par son dispositif de réglage, notamment, le Synchronodyne est un appareil de T. S. F. unique au monde. En tournant un seul bouton, ce qui est à la portée d'un enfant, on obtient n'importe quelle audition et l'on fait défiler à volonté les concerts radiophoniques européens.

Ce dispositif de réglage, mécanique de haute précision, permet de faire varier, dans un **synchronisme absolu**, les valeurs du circuit d'accord et du circuit d'hétérodyne. Le synchronisme de ces variations est vérifié au **comparateur électrique**. Ce dispositif de réglage est couvert par les brevets L. LÉVY 493.660, 560.297, 623.106 et additions.

Le **SYNCHRODYNE** est l'appareil idéal des amateurs de musique et de ceux qui n'ont aucune connaissance en T. S. F.

RADIO-L. L., 5, rue du Cirque, PARIS — CHAMPS-ÉLYSÉES —
Tél. : Elysées 14-30 et 14-31

DÉMONSTRATIONS GRATUITES, A DOMICILE, DANS TOUTE LA FRANCE - FRANCO, NOTICE S 81

"SÉCIP"

cuisinière - rôtissoire
au pétrole gazéifié



**permet de cuisiner
comme au gaz de ville**

C'est la seule cuisinière à pétrole montée avec le four "LA CORNUÉ", réputé pour la cuisson parfaite et sans surveillance des rôtis, pâtisseries fines, plats gratinés, etc... Elle fonctionne au pétrole ordinaire, gazéifié par les brûleurs. Ni bruit, ni odeur, ni fumée.

DÉPOSITAIRES :

ANGLETERRE. Expert Marketing Co Ltd, 19, Cur-sitor Street, London E.C. 4 — PORTUGAL. Mr. Vir-gilio Lory, 13, Praça Dos Restauradores, Lisboa. — AFRIQUE DU NORD. Départements d'Oran et d'Alger. Société Progrès et Confort, 9, rue Miche-lot, Alger. — Département de Constantine et Tu-nisie. M. Curie, 17, rue Broca, Tunis. — EGYPTÉ. M. Nicolas Marin, Port-Saïd. — RÉP. ARGENTINE. M. Isozaga Co, Calle Carella 1189, Buenos-Aires.

Notice illustrée et références autographes franco.

BARDEAU 16, rue du
Président-Krüger
COURBEVOIE (Seine)

**NE JETEZ PLUS
VOS VIEILLES LAMES**

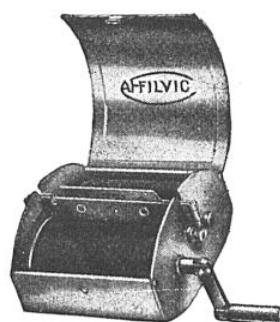
AFFILVIC

LES REMETTRA A NEUF

L'AFFILVIC 30 FRs

FRANCO FRANCE ET COLONIES

Etranger : 35 frs



Le Prodigueux Repasseur

GARANTI DEUX ANS

LAMES VIC INUSABLES



5 lames Vic.. 9 frs | 10 lames Vic. 18 frs

EN RÉCLAME :

1 Affilvic et 5 lames Vic : 36 frs

1 Affilvic et 10 lames Vic : 40 frs

1 Affilvic et 25 lames Vic : 50 frs

FRANCO FRANCE ET COLONIES

Etranger : 5 francs de supplément

SERTIC

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

Compte chèques postaux : Paris 737.30

L'acier électrique...

L'AVIATION
EXIGE pour ses
fabrications des aciers
qui lui garantissent une
SECURITE ABSOLUE

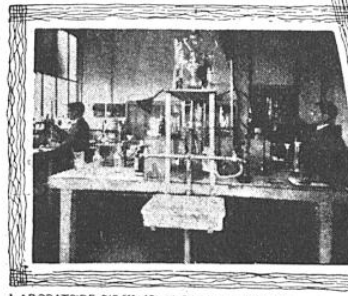
Ces aciers doivent être d'une résistance élevée,
Jointe au MINIMUM POSSIBLE DE FRAGILITE.

Cette absence de fragilité (ou résilience) est la
CARACTÉRISTIQUE PRINCIPALE DES ACIERS ELABORÉS AU FOUR
ELECTRIQUE que des marques célèbres ont adopté malgré son prix élevé.

Les
doigts
de Fau-
cheuses
constam-
ment en contact
avec le sol doi-
vent être parti-
culièrement ré-
sistants sans être
cassants (qualité de
résilience). Pour ces
motifs nous avons pris
cette pièce comme exem-
ple type pour une dé-
monstration pratique.

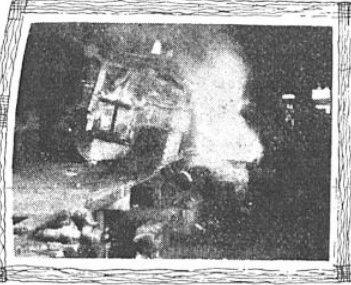


L'acier
électrique
s'étire comme
de l'excellent
acier laminé.
La démonstra-
tion ci-contre qu'il
est impossible d'
effectuer avec un
doigt coulé prélevé sur
une machine des meil-
leures marques étran-
gères prouve formelle-
ment l'indiscutable supe-
riorité de l'ACIER
ELECTRIQUE.



LABORATOIRE D'ESSAIS PHYSIQUES ET CHIMIQUES
DE LA SOCIÉTÉ AMOUROUX FRÈRES

Le chandelier ci-contre véritable travail d'art,
a été obtenu par forgeage sans soudure par
un agent de la S^{te} Amoureux Frères au moyenn
d'un doigt en acier électrique de faucheuse n° 15 sem-
blable à celui photographié ci-dessus.



L'UN DES FOURNÉES ELECTRIQUES D'UNANCE 600
DE LA SOCIÉTÉ AMOUROUX FRÈRES

LES SEULES MACHINES DE RECOLTE
DE HAUTE QUALITÉ FABRIQUÉES AVEC DES PIÈCES EN ACIER ELECTRIQUE SONT LES
LIEUSES. FAUCHEUSES. FANEUSES DE LA S^{te} A^{me}
AMOUROUX FRÈRES

La MOTOGODILLE

PROPULSEUR amovible (comme un AVIRON) pour tous BATEAUX
(Conception et Construction françaises)

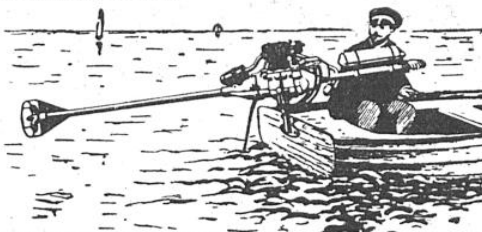
PÊCHES - TRANSPORTS - PLAISANCE

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

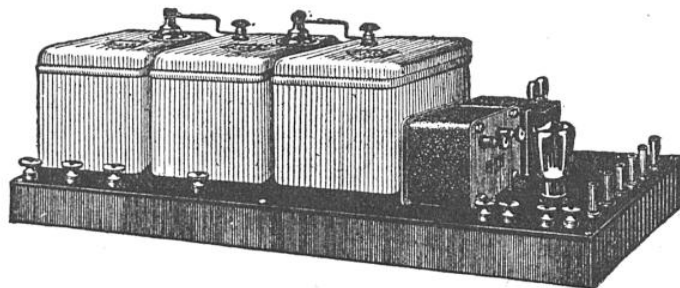


La marque

A.C.E.R.

de qualité

PRÉSENTE, EN PIÈCES DÉTACHÉES, DES MONTAGES
ULTRA-MODERNES D'UN RENDEMENT INSURPASSABLE,



Bloc "SUPER S 5 B", à éléments blindés

D'UNE GRANDE SIMPLICITÉ DE RÉALISATION ET DE
RÉGLAGE, D'UN FONCTIONNEMENT SUR ET GARANTI

Notices franco sur demande en se référant de *La Science et la Vie*

ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE RUEIL

4^{ter}, avenue du Chemin-de-Fer, RUEIL (Seine-et-Oise) Téléph. : Rueil 301

Envoi franco des tarifs de fournitures de dessin

BARBOTHEU

17, Rue Béranger, PARIS 3^e

(République) Arch:08-89



LA GRANDE MARQUE FRANÇAISE

Catalogue général contre 1 fr. 50

En quoi le “Système Pelman” peut-il m’être utile ?

TELLE est la première question de ceux qui s’adressent à nous pour suivre notre cours par correspondance.

Voulez-vous notre réponse ? Retournez-nous rempli le questionnaire ci-dessous, et nous vous dirons, à titre gracieux, sans que cette consultation vous lie, ce que vous pouvez personnellement attendre du **SYSTÈME PELMAN**.

Déjà notre commentaire de vos réponses vous sera un gain matériel et moral appréciable : quel profit ne retireriez-vous pas de l’étude intégrale de notre cours ! C’est alors que s’offrira à vous une nouvelle manière de vivre, à la fois plus riche et plus heureuse.

QUESTIONNAIRE

à retourner rempli à l’INSTITUT PELMAN, 33, rue Boissy-d’Anglas, Paris-8°

1. Lisez-vous aisément un ouvrage ou un article sérieux ?
2. Que retenez-vous des livres que vous lisez, des pièces que vous voyez jouer ?
3. Avez-vous l’habitude d’achever un travail ?
4. Redoutez-vous la contradiction ?
5. Savez-vous convaincre les Indifférents ?
6. Et ceux qui vous sont opposés ou hostiles ?
7. Eprouvez-vous un sentiment de malaise ou d’infériorité en présence de certaines personnes ?
8. Résolvez-vous facilement les difficultés de l’existence ?
9. Les luttes que vous avez soutenues vous ont-elles grandi ou amoindri ?
10. Avez-vous, autant que vous l’auriez pu, amélioré votre situation, ces deux dernières années ?

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



Pour la Promenade, la Pêche et pour la Chasse sur l'eau

Le propulseur **LA QUEUE DE POISSON**, dont chacun peut se servir sans apprentissage préalable, permet d'avancer et de se diriger avec la même vitesse et la même sûreté qu'avec des rames. A la fois propulseur et gouvernail, il permet de se diriger face à la route. Il est le seul propulseur absolument silencieux. Il est indéréglable, amovible, léger (3 kg. 500) et le moins cher :

Prix : 275 fr.

Ecrire à l'agent général de
LA QUEUE DE POISSON
9 bis, passage Ménilmontant,
PARIS-XI^e

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

Voici le Chargeur d'accus F.A.R.

The illustration shows a rectangular battery charger unit with a control panel on top. It features a large rotary switch on the left, two smaller knobs on the right, and several terminals for connecting batteries. Labels with leader lines point to specific features:

- Secteur 130V.** (left)
- Secteur 110V** (top center)
- Capots à baïonnette protégeant les lampes** (right)
- Charge 4,6 ou 8 volts** (bottom right)
- Charge 40, 80 ou 120 volts** (bottom center)
- Commutateur Ecoute 4v Charge 80v** (bottom left)

Le chargeur d'accumulateur "F.A.R." recharge les batteries de chauffage et de tension plaque sans même les débrancher du poste.

Établissements André CARLIER
13, Rue Charles-Lecocq, PARIS (15^e).

Agent général: A. F. VOLLANT
Ingénieur, 31 Avenue Trudaine, PARIS (9^e).

AGENTS EXCLUSIFS:

BELGIQUE: ÉT^{re} JONNIAUX, 13, Rue des Anges, 13 — LIÈGE.
SUISSE ... } Radio-Grivet, 4, Route des Alpes, 4 — FRIBOURG.
 J. Michel, 7, Avenue de Florimont, 7 — LAUSANNE.

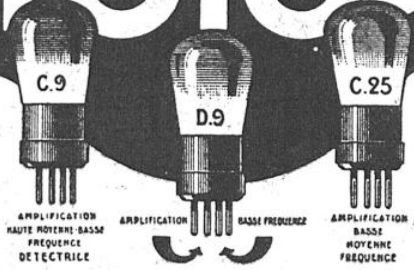


LE CRAYON
CARAN
D'ACHE
A BONNE MINE !

4, rue de la Michodière, Paris.

LAMPES DE T.S.F.

FOTOS



AMPLIFICATION HAUTE MOYENNE BASSE FREQUENCE DETECTRICE
AMPLIFICATION HAUTE MOYENNE BASSE FREQUENCE
AMPLIFICATION HAUTE MOYENNE BASSE FREQUENCE

NOUVELLE SÉRIE
DE LAMPES DE RÉCEPTION A TRÈS FORTE
ÉMISSION ÉLECTRONIQUE
FABRICATION
GRAMMONT

L'ARROSEUR "IDÉAL" EG

Breveté S. G. D. G.

Est le plus moderne, ne tourne pas et donne à volonté l'arrosage en carré, rond, rectangle, triangle et par côté.

PRIX :
Depuis 25 fr. à 395 fr.
suivant numéros
et modèles



LE PISTOLET "IDÉAL" EG

Breveté S. G. D. G.

Donne tous les jets désirés pour le lavage des autos, l'arrosage des plantes de serre et usages domestiques.

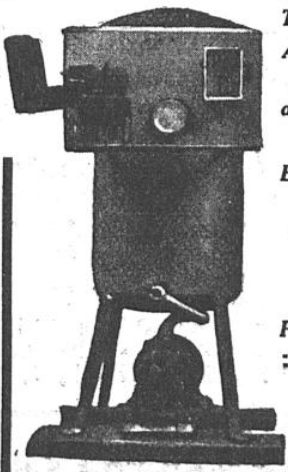
PRIX : 110 francs
NOTICES FRANCO SUR DEMANDE



E. GUILBERT, CONSTRUCTEUR
160, avenue de la Reine
BOULOGNE-SUR-SEINE - Téléph. : 632

L'eau sous pression

PAR
LES NOUVEAUX APPAREILS
Alex POILPRÉ
8, rue Raymond, MONTROUGE (Seine)
Téléphone : ALÉSIA 09-93



Température constante
A l'abri des poussières
Pompe centrifuge à amorçage automatique
Silencieux
Encombrement réduit
Renouvellement de l'air automatique
Installation rapide
Aspiration : 8 m.
Pression de 1 à 4 kgr.

DEMANDEZ
NOTICE SPÉCIALE
Prix modérés

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

1.000 à 5.000

adresses différentes

A L'HEURE

Automatiquement

Sans fatigue

Sans erreurs

Sans omissions

ADRESSOPRESSE

16, rue de la Station, 16 — COURBEVOIE (Seine)

Téléphone : DÉFENSE 09-01

FOURNISSEUR de l'ÉTAT
des P. T. T.

du "Journal Officiel"

du "Temps"

du Crédit National

de la Régie du Gaz de Bordeaux

de Michelin

de Cadum

de l'Urbaine et la Seine

de Grains de Vals

etc..., etc...

CATALOGUE général S 1 gratuit

AGENTS GÉNÉRAUX
demandés pour la France
et l'Etranger



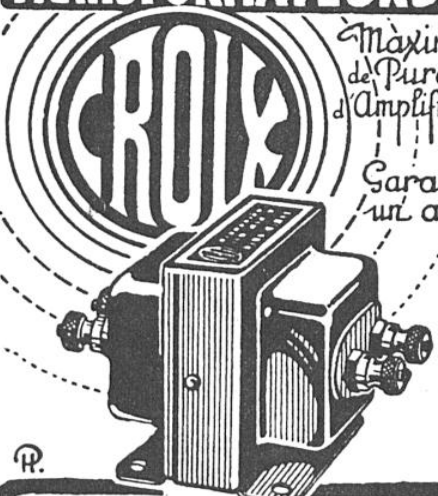
MÉTALLISATION

du fer
du bois
du ciment
des tissus

PAR PULVÉRISATION MÉTALLIQUE

S'adresser à SOCIÉTÉ NOUVELLE DE MÉTALLISATION, 26, rue Clisson, Paris (13^e). Téléphone : Gob. 40-63

TRANSFORMATEURS B.F.



Maximum
de Pureté et
d'Amplification

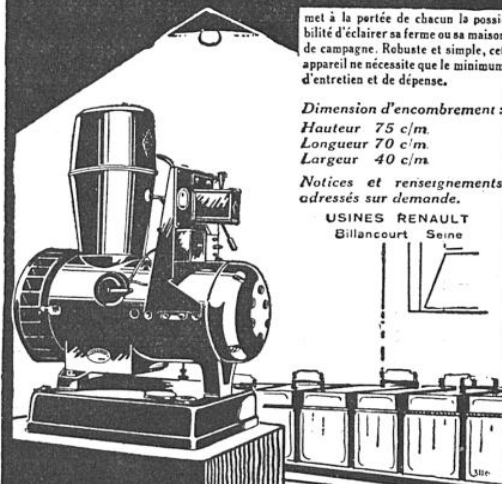
Garanti
un an

Constructions Électriques "CROIX"
3, Rue de Liège, 3 - PARIS
Téléph. : RICHELIEU 90-68 - Télégr. : RODISOLOR-PARIS

AGENCES

AMSTERDAM - BRUXELLES - BUDAPEST - COPENHAGUE - LISBONNE - LONDRES - OSLO - PRAGUE - STOCKHOLM - VARSOVIE - VIENNE - ZURICH

L'ÉLECTRIFIÈRE RENAULT



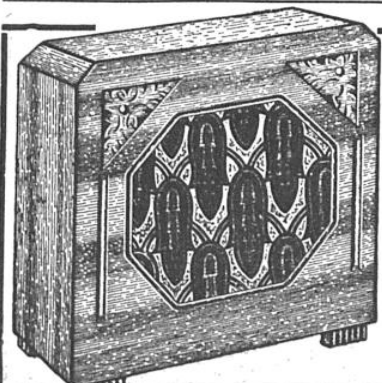
met à la portée de chacun la possibilité d'éclairer sa ferme ou sa maison de campagne. Robuste et simple, cet appareil ne nécessite que le minimum d'entretien et de dépense.

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



Stardyne

LE PREMIER
DIFFUSEUR
DU MONDE

Amplifiant, sans aucune déformation,
toutes les émissions vocales et musicales.

CAUSERIES, CHANT, CHŒURS, ORCHESTRE, SOLO, PIANO, VIOLON, etc.
Boîte de résonance tapissée du produit breveté "Amortyl" supprimant les vibrations-moteur, tenant les tensions de 500 à 600 volts.
Système de réglage breveté, rendant l'appareil absolument indérégable.

Tous les Diffuseurs "STARDYNE" sont garantis et, en cas de non fonctionnement, échangés si les cachets de garantie sont intacts.

Modèles à 190 fr., 200 fr., 375 fr. et 450 fr.
DEMANDEZ NOTRE CATALOGUE

ÉTS STARDYNE, 3, rue Euryale-Dehaynin, PARIS (19^e) - Tél. Nord 38-44

La Carrière de Commissaire-Contrôleur des Assurances privées ⁽¹⁾

Les Sociétés d'assurances contre les accidents du travail, les Sociétés d'assurances sur la vie, les Entreprises de capitalisation, les Sociétés d'épargne, les Sociétés d'assurance « natalité et nuptialité », les Entreprises de réassurance, sont soumises au contrôle et à la surveillance de l'Etat.

Le service du Contrôle des Assurances privées est rattaché au Ministère du Travail.

A sa tête est placé un Directeur, ayant sous ses ordres, d'une part, des fonctionnaires constituant le Contrôle Central et, d'autre part, des Commissaires-Contrôleurs, chargés du contrôle au siège des Sociétés surveillées.

Attributions. — Rôle des Commissaires-Contrôleurs

Les Commissaires-Contrôleurs vérifient la caisse, les valeurs en portefeuille, les écritures comptables, les situations financières annuelles (profits et pertes de l'exercice et bilan). Ils examinent les contrats d'assurance délivrés, le calcul des primes et des réserves mathématiques, la régulière application des lois, décrets et des statuts qui régissent les Sociétés, et sont appelés à faire des enquêtes en conformité des ordres qu'ils reçoivent.

Ils rendent compte, par des rapports, de leurs vérifications et des résultats de leurs enquêtes, mais ils n'assument aucune responsabilité quant à la gestion des Sociétés, le Ministre seul pouvant prescrire les redressements nécessaires. Ils sont assermentés et appelés quelquefois, plutôt rarement, à verbaliser.

Ils ne sont pas tenus à des heures régulières de bureau au Ministère, ils doivent seulement prendre contact périodiquement avec le Contrôle Central. Ils font leurs vérifications, sauf le cas d'urgence, à leur heure et jouissent, à cet égard, de la plus grande indépendance.

Ils sont accrédités pour une période déterminée auprès d'un certain nombre de Sociétés et, pendant toute la durée de leur accréditation, ils peuvent se présenter au siège social pour y effectuer leurs vérifications et leur contrôle, après avoir présenté, lors de la première visite, leur lettre d'accréditation.

Intérêt présenté par la carrière de Commissaire-Contrôleur

Le plus grand nombre des Sociétés d'assurances contrôlées ont leur siège à Paris. Les Commissaires-Contrôleurs résident donc à Paris ou dans sa banlieue (Seine et Seine-et-Oise, ce qui rend le logement facile) et ne sont pas soumis, au cours de leur carrière, à ces changements de résidence si onéreux pour les fonctionnaires, surtout à l'époque actuelle.

Ils ne sont en rapport qu'avec les employés supérieurs des Sociétés, et l'accomplissement de leur mission les met progressivement au courant de la technique et de la pratique des affaires, ce qui peut leur permettre, dans l'avenir, d'envisager la possibilité d'accéder à des situations importantes.

Les Sociétés qui ont leur siège en province sont contrôlées, une ou deux fois par an, par des Commissaires-Contrôleurs qui y sont envoyés en mission. Ces Sociétés sont réparties entre les divers Contrôleurs en service, de sorte que cet envoi en mission ne comporte pas une absence prolongée. Dans la pratique, elle peut varier d'une semaine à un mois au plus. Ces missions, qui sont effectuées, en général, à la belle saison, constituent plutôt une diversion au Contrôle parisien qu'une obligation pénible. Pour ces déplacements, les Contrôleurs ont droit au remboursement des frais de transports en 1^{re} classe et à une indemnité journalière, fixée actuellement à 42 francs, mais qui sera sans doute relevée prochainement.

Congés

Les Commissaires-Contrôleurs jouissent, tous les ans, d'un congé payé d'un mois.

Retraite

Ils bénéficient des avantages des pensions civiles (loi du 14 avril 1924), au même titre que les fonctionnaires de l'Etat. Le droit à pension est acquis à 60 ans d'âge, après 30 ans de service.

En résumé, la situation du Commissaire-Contrôleur est caractérisée par une grande indépendance, un traitement élevé dès le début de la carrière, susceptible d'une augmentation rapide (2), et par l'acquisition de connaissances techniques et financières très appréciées dans le monde des affaires.

Traitements. — Indemnités ⁽²⁾. — Conditions d'admission et Programme

Age exigé. — Avoir plus de 25 ans et moins de 35 ans le jour du concours.

Pour les candidats, la limite d'âge est prolongée d'une durée égale aux services militaire ou civil antérieurs et sans toutefois pouvoir dépasser 40 ans.

Diplômes. — Aucun diplôme n'est demandé.

Autres conditions. — a) Etre Français ;

b) Pour les candidats du sexe masculin, avoir satisfait à la loi militaire ;

c) Subir un examen médical devant un médecin assermenté pour établir l'aptitude physique du candidat ou de la candidate.

Matières demandées ⁽³⁾

(1) La plus belle carrière, ouverte aux hommes et aux femmes, qui existe en France (Début : une trentaine de mille francs. Pas de diplôme exigé, mais une préparation d'un an est nécessaire. Ecrire, d'ailleurs, à l'Ecole Spéciale d'Administration, 4, rue Férou, Paris (6^e).

(2) La carrière vaut un début d'une trentaine de mille francs et une fin d'une quarantaine de mille.

(3) Ecrire à l'Ecole Spéciale d'Administration, 4, rue Férou, Paris (6^e).



"PHONOVOX"

LE TYPE "DE LUXE" AVEC BRAS ÉQUILIBRÉ
EST LE MEILLEUR APPAREIL POUR SON PRIX

Toutes pièces détachées pour amplificateurs de puissance
Transformateurs type G et type push-pull — Mégostats
Bobines de choc — Résistances bobinées, etc...

Haut-Parleur électrodynamique "ZAMPA"

NOUVEAU TARIF
SUR DEMANDE

TOUTES PIÈCES VISIBLES CHEZ

L. MESSINESI

11, rue de Tilsitt - PARIS -

Place de l'Etoile
R. C. Seine 224-643

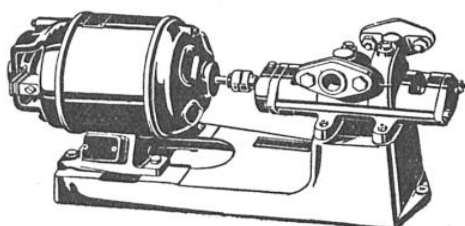


L'EAU SOUS PRESSION CHEZ SOI

par la pompe rotative à vis

"HÉLIBLOC-ELVA"

aspirante et foulante



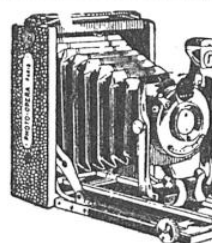
GROUPES ÉLECTRO
et MOTO-POMPES
POMPES A MAIN

POMPES ET MACHINES "ELVA"

10, rue du Débarcadère, Paris-17^e

PHOTO-OPÉRA

21, rue des Pyramides (1^{er})
et 12, Chaussée-d'Antin (9^e) Paris-Opéra



**APPAREILS
DE MARQUE**

(Vente et échange)
Demander nouvelle liste des
Appareils à prix réduits

**CINÉMA
ET PROJECTION**

Grand rayon PHONOS et T. S. F.

NOUVEAUX DISQUES à :
8. », 12. », 16. », 18. »,
25. », 40. » et 55. »

Bon PHONO réclame :
150 et 250 fr.

Il sera offert gratuitement
3 disques avec chaque phono.



CATALOGUE T. S. F., avec les Meilleurs Montages :
Envoi contre 3 fr. 50 - Etranger, 5 fr.

DES ANNÉES DE MISE AU POINT
.... UN LABORATOIRE INSTALLÉ PARFAITEMENT
UNE USINE MODÈLE

**LA COMPAGNIE INDUSTRIELLE
D'APPAREILLAGE RADIO-ÉLECTRIQUE**

FABRIQUE LES

PILES "RADIO-SIÈCLE"

27, rue des Sablons - CHATENAY-MALABRY (Seine) - Tél. 192 à SCEAUX



ETABL^{ts} DU "FELRAX"
 SOCIÉTÉ À RESPONSABILITÉ LIMITÉE, CAPITAL 500.000 FRANCS
 Anciennement "ÉTABLISSEMENTS DU VÉRAX"
 Siège social : 44, rue de Lisbonne, PARIS-8^e
 Téléphone : Laborde 04-00, 04-01, 04-02, 04-03, 04-04, 04-05, 11-54, 11-55
 USINE à RUEIL (S.-et-O.)
 20, rue Masséna, 20
 Adresse télégraph. : RYDUTEY-PARIS

EXTINCTEURS D'INCENDIE à sec "VÉRAX"

QUELQUES RÉFÉRENCES : Mines d'Aniche - Michelin et C^{ie} -
 Blanchisseries et Teintureries de Thaon - John Cockerill - Royal Dutch
 et Pacific Petroleum Company

Tous nos appareils sont approuvés par le Service des Mines

FOURNISSEURS : de l'Armée, du Régiment de Sapeurs-Pompiers
 de la Ville de Paris, des Chemins de fer de l'Etat, du Midi, du Nord,
 du Maroc et de plusieurs grandes villes françaises, etc., etc...

CH. JOSSE & C^{ie}

OMNIUM RADIO

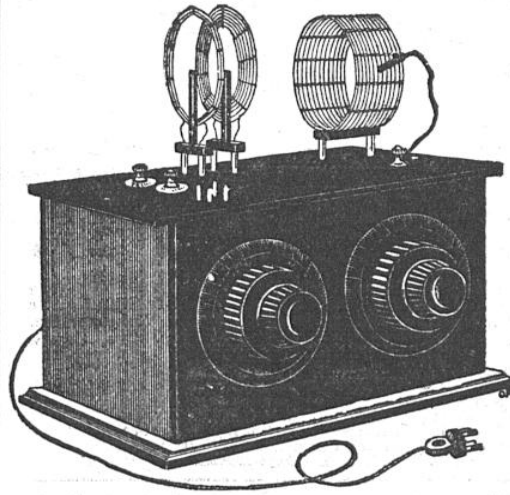
29, rue de Clichy (9^e) et 110, boulevard Saint-Germain (6^e) — PARIS

PRÉSENTE SES NOUVEAUX POSTES

à

ONDES COURTES

P. R. 1 - P. R. 2 & P. R. 3



QUI SE RECOMMANDENT
AUX COLONIES

Les P. R. 1 et P. R. 2 permettent de
recevoir les ondes courtes sur n'im-
porte quel poste existant

CATALOGUE N° 26 SUR DEMANDE

*Si vous savez mesurer
avec un mètre vous pouvez
avec la même facilité vous servir
de cette règle à calcul.*



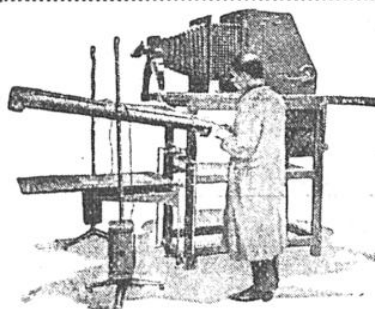
**LA RÈGLE À CALCULS DE POCHÉ
"MARC"**

La règle en celluloïd, 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



Le REPROJECTOR

donne directement et rapidement, sur le papier, donc sans clichés, des copies photographiques impeccables, en nombre illimité, de tous documents : dessins, plans, esquisses, pièces manuscrites, contrats, chèques, comptes courants, gravures, dentelles, tissus.

Il réduit ou agrandit automatiquement à l'échelle jusqu'à cinq fois; photographie le document aussi bien que l'objet en relief; utilise le papier en bobine aussi bien que la plaque sèche (le papier en bobine se déroule automatiquement devant l'objectif); projette les corps opaques aussi bien que les clichés sur verre. Simplicité de fonctionnement. Pas d'apprentissage spécial.

Démonstrations, Références, Notices : **DE LONGUEVAL & C^{ie}, const^{rs}, 17, rue Joubert, Paris**



LA CACHETEUSE "MARC"

cachète 2.000 à 2.500 lettres à l'heure, par mouillage automatique de la bande gommée.

Son emploi est à la portée de tout le monde. Pour Paris et la Seine, démonstrations à domicile, sans engagement. PRIX.. **550 fr.**

QUELQUES RÉFÉRENCES :

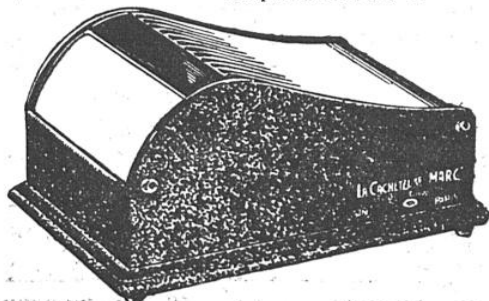
AMIEUX FRÈRES (Conserves), à Nantes ;
BAILLY (Pharmacie de Rome), à Paris ;
BANQUE VASSEUR, à Paris ;
BINDS CHEDLER (Métaux), à La Plaine-St-Denis ;
BREYER & FILS (Vins), à Rochefort-sur-Loire ;
CHENARD & WALCKER (Autos), à Gennevilliers ;
C^{ie} PARISIENNE DE L'AIR COMPRIMÉ, à Paris ;
CRÉDIT DU NORD, à Paris ;
GARDY (Appareils électriques), à Argenteuil ;
GIBBS (Savons), à Paris ;
GRONDEL FRÈRES & C^{ie} (Entreprises générales), à Lille ;
HOUDAILLE (Amortisseurs), Paris-Levallois ;
INCROYABLE (Chaussures), à Paris ;
L'ILLUSTRATION (Revue), à Paris ;
L'INTERMÉDIAIRE (Acc. Autos), à Paris ;
MARCHAL (Phares), à Paris-Neuilly ;
MARÉCHAL (Toiles cirées), à Lyon ;
MÉTALLURGIE FRANÇAISE, à Tours ;
PANHARD ET LEVASSOR (Autos), à Paris ;
TÉCALÉMIT (Spécialités Autos), à Paris ;
TOURING CLUB DE FRANCE, à Paris, etc...

Agents et représentants demandés pour la France et l'Etranger.

Notice et Références autographes franco

MARC

41, rue de Maubeuge, PARIS
Téléph. : Trudaine 75-72



UNE MAISON QUI SUIT SON MAÎTRE

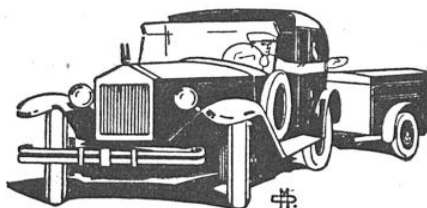
CHALET-REMORQUE

'STELLA'

BREVETÉ EN TOUS PAYS

3 Pièces

Armature duralumin - Traction nulle - Réservoir d'eau
:: Chauffage - Lit à sommiers élastiques ::



POUR

LA PLAGE - LA MONTAGNE L'EXCURSION - LES COLONIES



IMPERMÉABILITÉ ABSOLUE
"STELLA"

Démunie de son contenu, peut transporter
500 kilos de charge utile pour livraison.

111, Faub. Poissonnière - PARIS (9^e Arrond.)
Envoi de la notice illustrée franco en vous recommandant de "La Science et la Vie"

LA MAISON DES RANDONNÉES

Protégez vos fabrications
..... contre la **ROUILLE**

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°

*Le problème
des ondes courtes*

vous passionne

comme il passionne les ama-
teurs 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



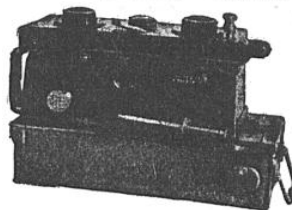
...que vous em-
ploieriez seul ou
devant votre
super.

Etablts DUJARDIN & CROZET
18, avenue de la République, PARIS - Tél. : Roq. 28-30

PUB. J. BEJANNIN - PARIS

**VÉRASCOPIES
J. RICHARD**

Modèles 45×107, 6×13, 7×13



Le plus copié parce que le Meilleur

POUR LES DÉBUTANTS

LE GLYPHOSCOPE

Formats 45×107 et 6×13

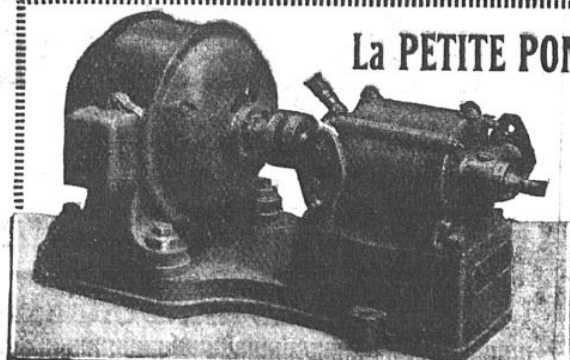
POUR LES DILETTANTES

L'HOMEOS

Appareil stéréoscopique permettant de faire 27 vues sur
pellicules, se chargeant en plein jour.

CATALOGUE B SUR DEMANDE

Étab^{ts} J. RICHARD, 25, rue Mélingue, Paris
Magasin de vente : 7, rue La Fayette (Opéra)



La PETITE POMPE MULTICELLULAIRE DAUBRON

CENTRIFUGE Débit de 1.000 à 4.000 l./h.
Élévation de 10 à 40 mètres

ENCOMBREMENT... 0m500×0m300
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

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

Le FILTRE CHAMBERLAND SYSTÈME PASTEUR

conserve à l'eau toutes ses qualités digestives et tous les sels nécessaires à l'organisme. L'eau ainsi filtrée est absolument pure et exempte de tous microbes pathogènes.

*Filtres à pression et sans pression
Filtres Colonial et de Voyage
Bougies graduées de Laboratoire*

PARIS, 58, Rue Notre-Dame-de-Lorette
Tél. : Trudaine 08.31. Adr. télégr. : FILTRUM-PARIS

TÉLÉLOUPES MOLINIÉ MONOCULAIRE - BINOCULAIRE

La TÉLÉLOUPE MOLINIÉ donne la vision grossie de loin et de près



La Téléloupe Molinié peut être munie d'un miroir éclairant permettant les examens des cavités obscures.

La Téléloupe Molinié peut se fixer au front ou sur un établi, laissant les mains libres pour toutes manipulations utiles.

En PHOTOGRAPHIE, la Téléloupe Molinié, mise au devant de n'importe quel appareil photographique, permet des prises de vue de 6 à 15 fois plus grandes que celles obtenues avec l'appareil seul.

Innombrables applications dans tous les domaines : Art, Sciences, Industrie, Tourisme, Agrément, etc...

Notice, démonstration et vente chez

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

"Pygmy"
la nouvelle
lampe
de poche
à 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 : 75 fr.

Demandez Catalogue B à :
MM. MANFREDI Frères & C^{ie}
Av. de la Plaine, Annecy (H.-S.)
GENERAL OVERSEA EXPORT C^o
14, rue de Bretagne, Paris-3^e
Téléph. : Archives 46-95 Télég. : Genovieg-Paris

PUBL. JOSSE ET GIORGI

Concessionnaire pour l'Italie :
Roberto ULMANN, 1, Piazza Grimaldi, Genova 6

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

TECHNIQUE - COMMERCIAL
5 grandeurs

"LOGZ" bébé, 5 cm. diamètre,
égale règle à calcul de 0,15 cm.

"LOGZ" n° 4, 31 cm. diamètre,
égale règle à calcul de 1 m. 80 !

"LOGZ" donne les divisions de
la 3^e décimale.

LISIBILITÉ, PRÉCISION ET MANIEMENT PARFAITS

RÉFÉRENCES :

Ex. Ecoles Polytechnique - Centrale - Arts et Métiers
Lycées Paris et Province - Ecole Sainte-Genève, Versailles - Ecoles professionnelles.

Etablissements financiers : Banque de France - Crédit Foncier - Société Générale - Comptoir d'Escompte Londres
Magasins : Printemps - Louvre - Galeries Lafayette - Bazar de l'Hôtel de Ville - Bon Marché.

Bruxelles - Selfridge Londres - Félix Potin - J. Damoy
Voisin - Bréguet - C.A.M.S. - etc...

Notices, renseignements et vente chez

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



De la Glace, des Sorbets
chez soi, à toute heure, en quelques minutes, avec

MODÈLE
DÉPOSÉ

GLACELO

MARQUE
DÉPOSÉE

Seul appareil pratique, à la portée de tous, permettant de faire de la glace sans courant ni chaleur ni manipulation.

Modèle A (400 grammes environ)..... 125 fr. — La charge..... 5 fr. »
Modèle B (900 grammes environ)..... 155 fr. — La charge..... 6 fr. 50

Etablissements CONFOROTO constructeurs, 23, rue Parmentier
ALFORTVILLE (Seine)



A VOUS QUI CALCULEZ
"STYLOMINE" - RÈGLE À CALCUL (Breveté S.G.D.G.)
EST INDISPENSABLE

35 fr.

"ARGENTUL"
INOXYDABLE

ARGENTÉ 25 f.

VENDU CHEZ VOTRE PAPETIER
Gros ZIEBER, 2, rue de Nice. PARIS



LES ENNEMIS
les plus irréductibles
de la T. S. F.

ONT ÉTÉ CONVERTIS PAR

TUBA-MIRUM

Haut-parleur d'encoignure
(Système breveté S. G. D. G.)

Parce qu'en utilisant le plafond comme renforteur du son, il évite les résonances insolites de casserole, de tambour ou de futaie, et conserve aux voix et aux instruments leur timbre naturel.

Le moins encombrant
Le plus décoratif
Le plus harmonieux
Le plus vrai

LE SEUL recommandé par les plus hautes autorités du monde musical.

Lire l'article « l'Archet et le Violon », dans le numéro de février de « La Science et la Vie ».

NOTICE AVEC RÉFÉRENCES
E. ALLIX, 10, av. du Maine (XV^e)

Sans qu'il en coûte un centime

L'AUTOVAPOR

MACHINE À LAVER

produit sa force motrice

Elle peut commander une petite pompe,
une baratte, une petite scie, etc.

Construit et vendu par P. CHARITÉ et C^{ie}
TRÉLON (Nord)

MINIMUS le groupe électrogène populaire

(POIDS : 40 KILOS)

DONNE

FORCE ET LUMIÈRE

à 1 fr. 20 le kilowatt

Type 350/500 w., complet
avec accus 70 ampères

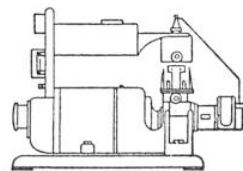
Franco : **3.950 fr.**

Catalogue n° 26 sur demande — VENTE À CRÉDIT

Etabl^{ts} M. LOISIER, 27, rue Ledion, PARIS-14^e

Téléph. : Vaugirard 23-10

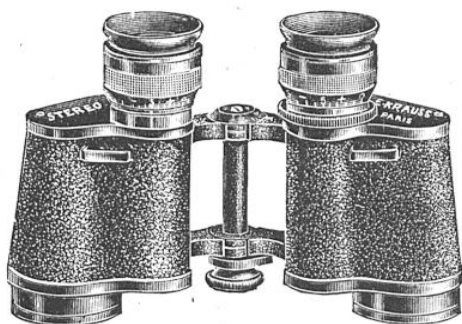
R. C. SEINE 381.872



SOCIÉTÉ DES ÉTABLISSEMENTS

KRAUSS

18-20, rue de Naples, Paris

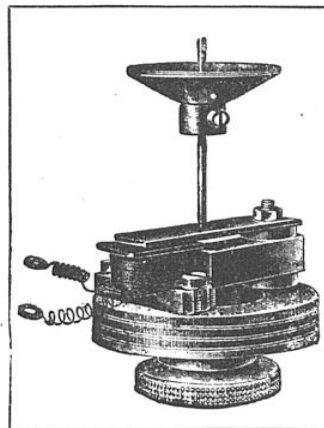


Jumelles à Prismes
Objectifs
Appareils Photographiques

TARIFS ET CATALOGUES SUR DEMANDE

MOTEUR POUR DIFFUSEUR**PUR ET PUISSANT**

(Décrit dans cette revue)

**PRIX****38**

francs

EST EN VENTE AUX

Etablissements RADIO-SOURCE82, avenue Parmentier, PARIS-XI^e

PRIX DE LA MEMBRANE SPÉCIALE 9 fr.
Envoi franco domicile du moteur, avec sa membrane,
contre mandat de 50 fr.



POUR ÉVITER
les électrocutions sur
les réseaux de 220 volts
et même 110 volts ;

POUR OBTENIR
un courant autre que
celui fourni par le sec-
teur (recharge d'accumulateurs, alimentation
des postes de T. S. F., projections, etc.)

PRENEZ
le FERRIX ou le SOLOR

que " VERRIX-REVUE ", anciennement
" Ferrix-Revue " (envoyée gratuitement
contre enveloppe timbrée) vous recommandera
dans chaque cas.

Établissements **LEFEBURE**
64, rue Saint-André-des-Arts, Paris-6^e

Spécialités **VERRIX - SOLOR**
LINET - TITANE

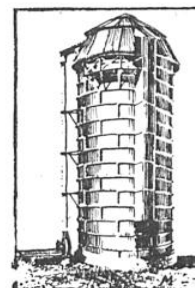
SILOS à FOURRAGE

■ LICENCE SAUNION ■

MACHINES
à ENSILER



MANUTENTION
MÉCANIQUE et
PNEUMATIQUE

**SILOS à GRAINS**

PEINTURES ANTIACIDES
RURO-LAQUE

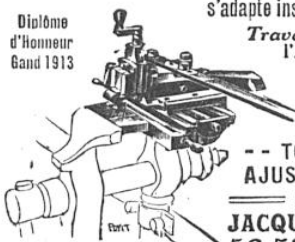
SOCIÉTÉ F^{co} DES ATELIERS DE CONSTRUCTION**J.-J. GILAIN**

12, rue Caumartin, Paris

R. C. SEINE 216.735 B.

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)

SEGMENTS CONJUGUÉS



JUST

Amélioration considérable de tous moteurs sans réalésage
des cylindres ovalisés. - Suppression des remontées d'huile.

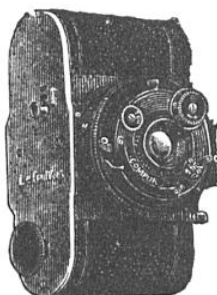
E. RUELLON, rue de la Pointe-d'Ivry, PARIS-13^e
Téléphone : Gobelins 52-48 R. C. 229.344

Etab^{ts} MOLLIER

67, rue des Archives, Paris

Magasin de vente : 26, avenue de la Grande-Armée

Le "CENT-VUES"



MODÈLE 1928

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.

Prix de revient du cliché : 10 centimes

"L'ÉBLOUISSANT"

Éclairage intensif pour PATHÉ-BABY

APPAREILS CINÉMATOGRAPHIQUES
pour Familles, Enseignement, Patronages

L'AGRICULTURE NOUVELLE

REVUE ILLUSTRÉE BIMENSUELLE
PARAISANT

LES 2^e ET 4^e SAMEDIS DE CHAQUE MOIS

Elle enseigne les méthodes les plus modernes et les plus économiques applicables à

TOUTES LES CULTURES et à TOUS LES ÉLEVAGES.

Êtes-vous embarrassé sur une question de législation rurale, de médecine vétérinaire ou toute autre concernant l'agriculture ? Consultez-la, elle vous répondra gratuitement dans ses rubriques spéciales.

Le numéro de 32 pages, abondamment illustrées, sous couverture en couleur

En vente partout : 75 centimes

ABONNEMENTS

Un an.. .. 18 fr. | Six mois .. 9 fr.
à l'Administration,
18, rue d'Enghien, Paris (10^e)

Appareils Électriques RAY-SOL

Maison et Marque françaises

GÉNÉRATEURS de HAUTE FRÉQUENCE
à Rayons Violets et Ultra-Violets

MODÈLES PROFESSIONNELS ET FAMILIAUX
recommandés par les Médecins contre Rhumatismes, Varices, Obésité, Anémie, Insomnies, Dartres et Eczémas, Névralgies, et en général contre tous les troubles de circulation et de nutrition.

Indispensables aux Infirmeries d'Usines pour guérison rapide des Plaies, Contusions, Foulures, etc.

12 ANS DE RÉFÉRENCES MÉDICALES

Notices SV sur demande

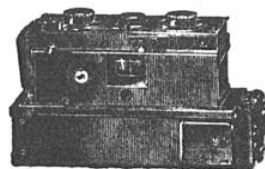
64, RUE D'ORSEL, PARIS (18^e)

ONTOSCOPES

45 × 107
et 6 × 13

APPAREILS PHOTOGRAPHIQUES
STÉRÉOSCOPIQUES

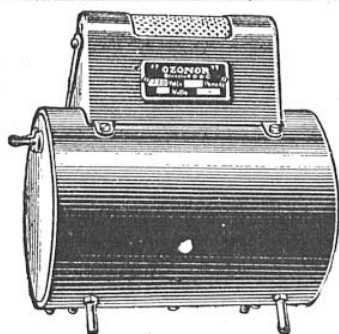
En vente dans tous les pays, par la réputation mondiale de leur supériorité



Les Classeurs
ONTOPHOTES

à court, moyen et long foyer (oculaires interchangeables), par leur conception moderne, réunissent le maximum de perfectionnement. - Catalogue sur demande.

Etablissements G. CORNU, 7-9, rue Juillet, Paris-20^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

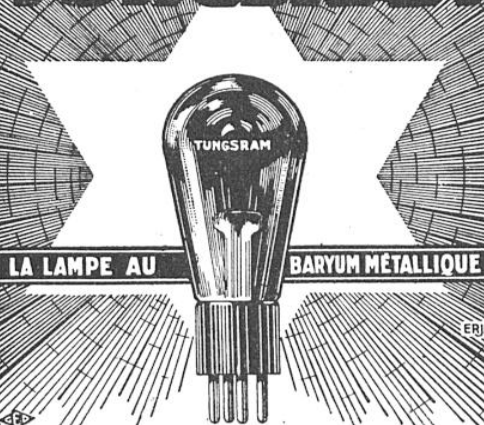
L'OZONOR

Dissipe les mauvaises odeurs — Détruit les germes de maladies
Fonctionne sur tous courants — NOTICE FRANCO

Etablissements OZONOR (CAILLIET, BOURDAIS & Co), 12, rue St-Gilles, Paris-3^e
Téléphone: Turbigo 85-38

T. S. F.

TUNGSRAM



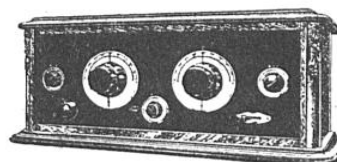
2, rue de Lancry. PARIS. Botzaris 26-70

DEMANDEZ LE CATALOGUE
contenant caractéristiques et
courbes de tous les modèles.

Un nom qui est une garantie !
Des milliers de références dans le monde entier !

Les Établissements LÉNIER
43, rue Magenta, ASNIÈRES (Seine)

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.

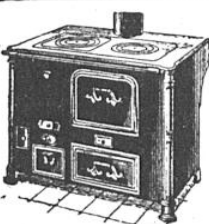
CRÉATEUR du célèbre Montage C.119

POSTES EN PIÈCES DÉTACHÉES COMPLETS
Résonance. Superhétéodynes.

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.



Breveté S. G. D. G.
à feu vif ou continu.

UN
SEUL

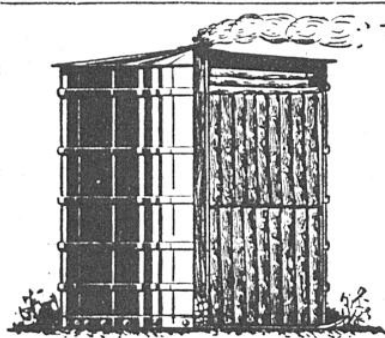
SANS ANTHRACITE ROBUR SCIENTIFIC

assure

CHAUFFAGE CENTRAL, CUISINE, EAU CHAUDE,
de 3 à 10 pièces, grâce à son nouveau procédé de
Combustion concentrée, complète et fumivore.

NOTICE FRANCO

ODELIN, NATTEY, BOURDON, 120, RUE DU CHATEAU-DES-RENTIERS, PARIS



ÉTS C. DELHOMMEAU, A CLÉRÉ (I.-&-L.)

◇◇◇◇◇

APPAREILS POUR LA FABRICATION ÉCONOMIQUE DU CHARBON DE BOIS

Modèles 1 à 500 stères de capacité, à éléments démontables instantanément, pour la carbonisation de tous genres de bois : bois de forêts, débris de scierie, bois coloniaux, etc...

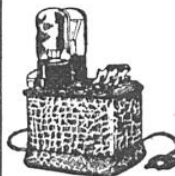
◇◇◇◇◇

FOURS FIXES EN MACONNERIE, 25 à 250 mètres cubes
FOURS POUR BOURRÉES, FIXES OU PORTATIFS

Catalogue S sur demande.

CHARGEUR 4 et 120 volts

complet avec : Valve FOTOS 2.404
Régulateur FOTOS 2.405 - Cordon
Fiche - Coupe-circuit - Prise 110/130 v.
280 fr.



220 v. 285 fr.
110/130/220 v. . . 295 fr.

GARANTIE : UN AN

BALTZINGER & DULCK

19-21, r. de Molsheim, STRASBOURG (B.-Rhin)

LA
Maison
M. POULOT
Leon POUILLET, Directeur
ACHAT & VENTE
de Timbres Poste pour Collection
Adresse gratis sur demande le
Bulletin des Philatélistes
16, AVENUE DE
L'OPÉRA
PARIS

T.
S.
F.

Éts V. M. M., 11, r. Blainville, Paris (V^e)

POSTES A GALÈNE
depuis 60 fr.

POSTES A LAMPES
toutes longueurs d'ondes

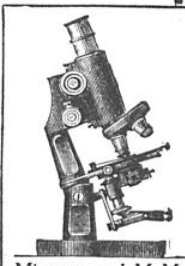
Pièces détachées

APPAREILS SCIENTIFIQUES
NEUF ET OCCASION

Matériel de Laboratoire, Produits chimiques

Microtome GENAT

Notices gratuites T et S - Cat. gén. 1 fr. 25

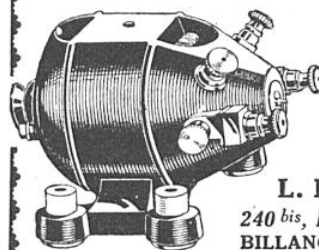


Microscope V. M. M.

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



Prix : 250 fr.

NOTICE S SUR DEMANDE

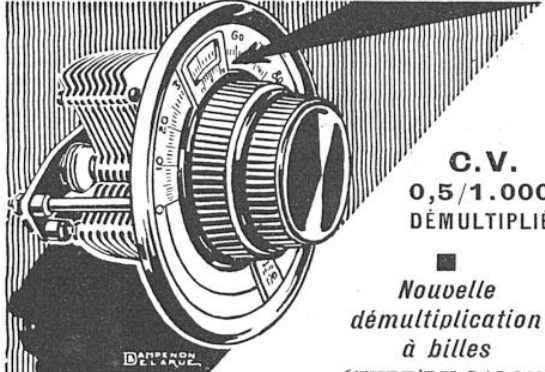
UNE NOUVEAUTÉ INTÉRESSANTE
dans la recharge des accus

Les Etablissements "ASTRA" viennent de créer un appareil automatique qui recharge **simultanément** les batteries de 4 et 80 volts, sans avoir à débrancher les accus ou le poste.
C'est le chargeur idéal pour l'amateur de T.S.F.

Nous construisons également des chargeurs automatiques pour automobiles.

Etablts ASTRA, 51, rue de Lille, PARIS (Tél.: Littré 85-54)

LES C.V. TAVERNIER
1929 SONT A



C.V.
0,5/1.000
DÉMULTIPLIÉ

■
Nouvelle
démultiplication
à billes
■
(TYPE DU SALON)

Cadran vernier micrométrique
(1.000 points précis de lecture)

EN VENTE PARTOUT

VENTE EN GROS : 71^{er}, rue François-Arago
MONTREUIL (Seine)

Tarif 6 GRATUIT SUR DEMANDE

EXTINCTEURS

Dévisser... Appuyer... Pomper...
C'est vieux !!! C'est long !!!

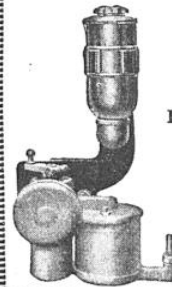
ASSURO

Extincteur pour :: Automobiles

à déclanchement et fonctionnement automati-
ques, vous signale l'incendie, l'éteint tout seul,
sans même vous obliger à arrêter votre voiture !

PARE-FEU

ASSURO



Le Premier Le Seul
Extincteur

se déclanchant sous
l'action du feu

Prix : 220 francs

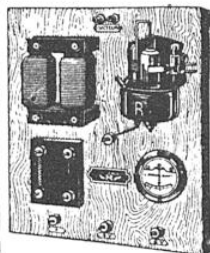
Recharge : 25 francs

EN VENTE dans les bons Garages et
Maisons d'accessoires d'automobiles.

CHARGER soi-même ses ACCUMULATEURS
sur le Courant Alternatif devient facile
avec le

CHARGEUR L. ROSENGART

B. S. G. D. G.



MODÈLE N°3. T.S.F.
sur simple prise de
courant de lumière
charge toute batterie
de 4 à 6 volts sous 5 ampères

SIMPLICITÉ
SÉCURITÉ
ÉCONOMIE

Notice gratuite sur demande
21, Champs-Élysées, PARIS

TELEPHONE : ELYSEES 66 60

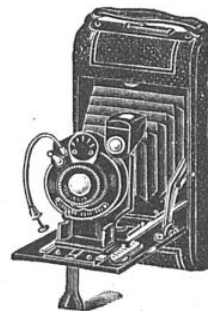
5 ANS D'EXPERIENCE
15.000 APPAREILS
EN SERVICE

Publicité H. DUPIN - Paris

HERMAGIS

OBJECTIFS & APPAREILS PHOTO

Modèles 1929

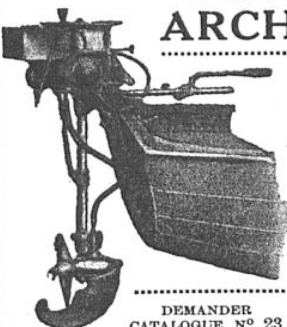


DEMANDEZ NOUVEAU CATALOGUE

Envoi franco, sur demande, du Catalogue S. V. 29

Et^{ts} HERMAGIS, 29, r. du Louvre, Paris

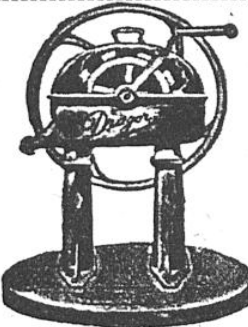
PROPULSEURS ARCHIMÈDES



s'adaptant à tous Bateaux
2 ½, 3 ½, 5 et 7 HP
2 cylindres opposés
Sans trépidations
Départ 1/4 de tour
PÊCHE - CHASSE
PROMENADE - TRANSPORT
RIVIÈRES - LACS - MER
Nouveaux modèles
perfectionnés adoptés
dans TOUT L'UNIVERS

DEMANDER CATALOGUE N° 23 27, quai de la Guillotière, LYON

DRAGOR
Élévateur d'eau à godets
pour puits profonds et très profonds

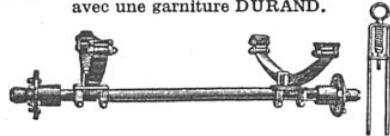


A la main et au moteur. - Avec ou sans refoulement. - L'eau au premier tour de manivelle. - Actionné par un enfant à 100 mètres de profondeur. - Incongelabilité absolue. - Tous roulements à billes. - Pose facile et rapide sans descente dans le puits. - Donné deux mois à l'essai comme supérieur à tout ce qui existe. - **Garanti 5 ans**

Élévateurs **DRAGOR**
LE MANS (Sarthe)

Voir article, n° 83, page 446.

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

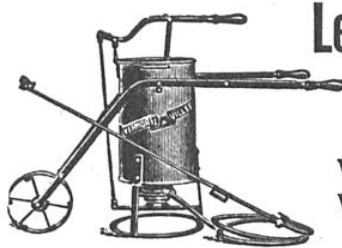
MACHINE À CALCULER RÈBO.



Fait toutes opérations
Vite, sans fatigue, sans erreurs
INUSABLE — INÉTRAVAILLE
En étui porte-feuille, façon cuir **40 fr.**
En étui portefeuille, beau cuir : 65 fr. — **SOCLE**
pour le bureau : 15 fr. — **BLOC** chimique perpétuel spéc. adaptable : 8 fr.
Franco c. mandat ou rembours.
Etrang., n° 101, d'av. n° 101 en sus

S. REYBAUD, ingénieur
37, rue Sénac, MARSEILLE
CHÈQUES POSTAUX : 90-63

BLANCHIMENT - DÉSINFECTION
par le **BADIGEONNEUR MÉCANIQUE**



Le PRESTO

Établissements
VERMOREL
VILLEFRANCHE
(Rhône)

LE MEILLEUR ALIMENT MÉLASSÉ

**4 GRANDS PRIX
4 HORS CONCOURS
MEMBRE DU JURY
DEPUIS 1910**

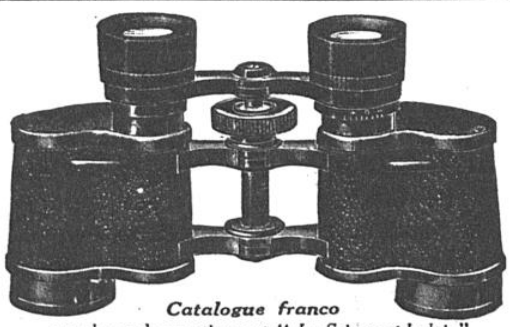
PAIL'MEL

EXIGER SUR LES SACS
PAIL'MEL
M.L.
TOURY
MARQUE DÉPOSÉE

POUR CHEVAUX ET TOUT BÉTAIL

USINE FONDÉE EN 1901 À TOURY (EURE & LOIR)
Reg. Comm. Chartres B. 41

JUMELLES "HUET"
Stéréo - prismatiques
et tous instruments d'optique



SOCIÉTÉ GÉNÉRALE D'OPTIQUE
76, boulevard de la Villette, PARIS
FOURNISSEUR DES ARMÉES ET MARINES FRANÇAISES ET ÉTRANGÈRES

EN VENTE CHEZ **HUET PARIS** TOUS LES OPTICIENS

Catalogue franco sur demande mentionnant "La Science et la Vie"

Exiger la marque **HUET PARIS** R. C. SEINE 148.367

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

DIMANCHE-AUTO

automobile service tourisme

TOUT
ce qui intéresse l'automobiliste !
TOUT
ce qui peut lui être utile !

DIMANCHE-AUTO
instruit
défend
renseigne

20 pages - 5.500 lignes de texte
60 illustrations ou cartes

En vente partout le samedi : **1 franc**

SPÉCIMEN FRANCO SUR DEMANDE

13, rue d'Enghien, 13 - PARIS-10^e

La femme moderne
qui veut être au courant
de tout ce qui se fait
de tout ce qui se porte

est une lectrice
de

NOS LOISIRS

Des contes, des articles, une
sélection de modes de la grande
couture font, de cette publica-
tion luxueusement illustrée,
la plus élégante revue fami-
liale française.

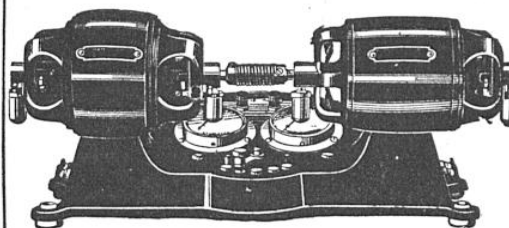
.....
PRIX DU NUMÉRO :
4 francs

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 joncteurs, disjonc-
teurs, ampèremètres, rhéostat de réglage **780.»**

Pour 4 et 6 volts seulement **580.»**

Type garage, 15 volts, 7 ampères.. **950.»**

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 à poussière
appareils d'éclairage
et de chauffage

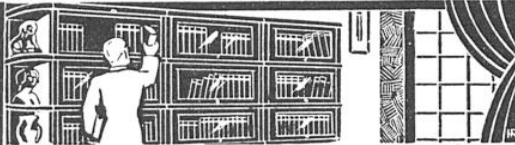
Des Meilleurs Fabricants

CATALOGUE N° 2
FRANCO SUR DEMANDE

L'INTERMÉDIAIRE

17, Rue Monsigny, Paris

MAISON FONDÉE EN 1894



**BIBLIOTHÈQUES EXTENSIBLES
ET TRANSFORMABLES**

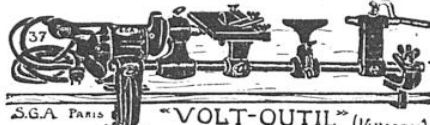
Demandez le Catalogue 71, envoyé gratuitement
avec le tarif complet

.....

**BIBLIOTHÈQUE M.D., 9, rue de Villersexel, 9
PARIS-VII^e** Téléph. : Littré 11-28

S. G. A. S. Ingén. - 44, rue du Louvre, Paris-1^{er}
Const^{rs}

Nos machines ont été décrites par « La Science et la Vie »



Qui que vous soyez (artisan ou amateur), VOLT-OUTIL s'impose chez vous, si vous disposez de courant lumière. Il forme 20 petites machines-outils en UNE SEULE. Il perce, scie, tourne, meule, polit, etc..., bois et métaux pour 20 centimes par heure.

SUCCÈS MONDIAL

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

CANOËISTES...

Vous avez certainement, parmi vos amis, le propriétaire d'un canoë **CHAUVIÈRE**. Demandez-lui ce qu'il en pense. Votre opinion sera faite.

DIX MODÈLES
Catalogue S. V. 1929 franco



CHAUVIÈRE NAVAL
40, av. de la République, Paris

Grace à l'électro pompe domestique



**Pompes centrifuges
B. J. M.**

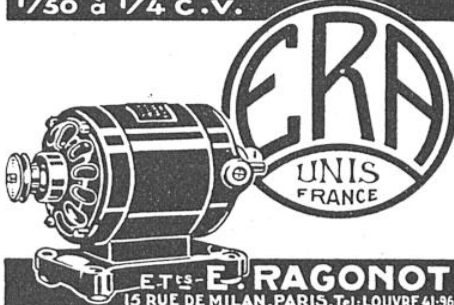
PLUS DE MAISON
SANS EAU
SOUS PRESSION

BERGER & MARTIN
19, rue de la Réunion
PARIS-20^e
Tél. : Roq. 79-44

CATALOGUE ET DEVIS
SUR DEMANDE

R. C. SEINE 85.862

MOTEURS UNIVERSELS
1/50 à 1/4 C.V.



E. T. S. - E. RAGONOT
15 RUE DE MILAN, PARIS. Tel: LOUVRE 41-96

UN HAUT-PARLEUR DE QUALITÉ

FIDÈLE PUISSANT
APÉVOX **APÉVOX**
SENSIBLE NET



A. PLANCHON, constructeur
30 bis, Place Bellecour, LYON
Notice contre 0.50

**ÉCLAIRAGE INTENSIF
CHAUFFAGE PUISSANT**

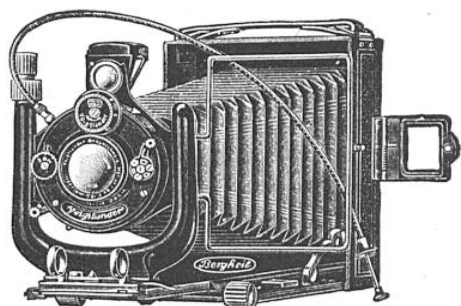
au gaz d'essence
et de pétrole



DEMANDEZ TOUS CATALOGUES S. V. 22 à
L'INCANDESCENCE PAR L'ESSENCE
15, rue de Marseille, 15
PARIS (X^e)

R. C. Seine Téléphone :
28.793 Nord 48-77

Simplification ! Une nouveauté



Voigtländer

Sur tous les appareils photographiques, les molettes de commande pour le décentrement horizontal et vertical sont disposées en des endroits différents, et cela est peu pratique, surtout lorsqu'on veut opérer avec la chambre placée dans le sens de la largeur.

Combien plus rationnelle est la disposition de ces molettes sur le nouvel appareil

BERGHEIL-VOIGTLÄNDER

puisque'elles sont superposées au sommet de l'avant porte-objectif ! Que ce soit pour opérer en hauteur ou en largeur, les deux commandes sont à portée de la main ; donc, plus de mouvements acrobatiques du bras et de la main pour atteindre des boutons insaisissables.

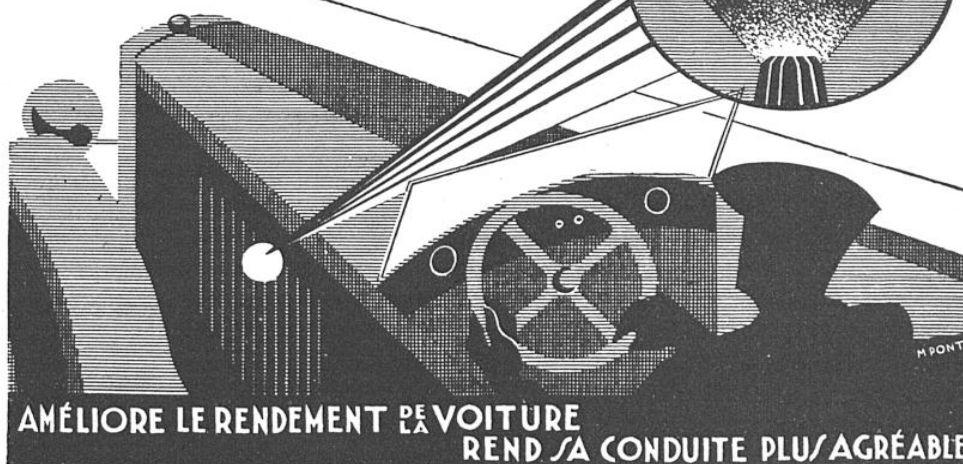
FAITES-VOUS FAIRE UNE DÉMONSTRATION PAR VOTRE FOURNISSEUR

Envoi gratuit du catalogue

SCHOBER & HAFNER, 3, rue Laure-Fiot, ASNIÈRES (Seine)

LE VAPORISEUR LE CARBONE

ATOMISE
ET
VAPORISE
L'ESSENCE



AMÉLIORE LE RENDEMENT DE LA VOITURE
REND SA CONDUITE PLUS AGRÉABLE

BREVETÉ EN FRANCE
ET A L'ÉTRANGER

"SOCIÉTÉ LE CARBONE", à Gennevilliers

NOTICE FRANCO
SUR DEMANDE



La Pile EIFFELLA T.S.F.

— La SEULE PILE de

à grande durée, vendue directement aux amateurs, livrée toujours fraîche et bon marché
BLOC 45 volts: 19 fr. - PILE 90 v.: 38 fr. - PILE 90 v. triple capacité pour super: 76 fr.
Franco en province contre mandats de: Bloc, 26 fr.; Pile 46 fr.; Pile triple capacité, 92 fr.
EIFFELLA, fabricant, 14, rue de Bretagne, 14 - PARIS-3^e

DIMANCHE-ILLUSTRÉ

SPÉCIMEN FRANCO SUR DEMANDE
20, Rue d'Enghien, PARIS



MAGAZINE ILLUSTRÉ EN COULEURS
POUR LES GRANDS ET LES PETITS
AMUSANT - DOCUMENTAIRE - INSTRUCTIF
16 pages - PRIX: 50 cent.



ABONNEMENTS

	3 mois	6 mois	1 an
France, Colonies et Régions occupées.	6 frs	12 frs	24 frs
Belgique.	9 frs	18 frs	35 frs
Étranger.	15 frs	28 frs	55 frs

INVENTEURS
Pour vos
BREVETS
Adr. vous à: WINTHER-HANSEN, Ingénieur-Conseil
35, Rue de la Lune, PARIS (2^e) Brochure gratuite!



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

Pour parler Anglais

ESPAGNOL, ALLEMAND, etc., il faut entendre souvent les mêmes mots et phrases, afin d'acquérir l'éducation de l'oreille. Seul, le phonographe permet ces répétitions multiples.

Demandez aux

ÉCOLES INTERNATIONALES,
10, av. Victor-Emmanuel-III, Paris (8^e),
tél. Elysées 24-57, la brochure A, adressée
gratuit avec le prix des cours. Vous y verrez
les avantages de la **Méthode I. C. S.**
(Internat. Correspondence Schools) et
comme il est facile d'apprendre chez soi à
parler, lire et écrire couramment une langue
étrangère. Démonstration gratuite.

Demandez aussi les brochures explicatives
A C Commerce et **A E Electricité**.

Nous enseignons partout où le facteur
passe; nous comptons près de quatre
millions d'élèves dans le monde entier.

Bureaux à: LYON, 70 bis, rue Bossuet;
MARSEILLE, 21, rue Paradis,
NANCY, 10, rue Claudot.

Les Stéréoscopes Auto-Classeurs

MAGNÉTIQUES

45×107 **PLANOX** 6×13

Breveté France et Etranger

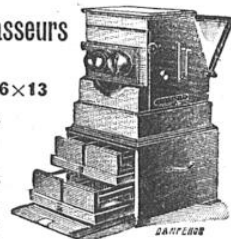
PLANOX ROTATIF

Super-classeur à paniers interchangeables
100 clichés 6×13 ou 45×107,
sans intermédiaires, en noir ou couleurs,
prêts à examiner ou projeter.

Stéréos à mains PLANOX

Les mieux faits. — Tous genres. — Tous formats.

Etab. A. PLOCCQ, 26-28, r. du Centre, Les Lilas (Seine)



Le PLANOX



TIMBRES DES MISSIONS

Au kilo, par paquets de 500, 250,
125 grammes. Beaucoup d'Afrique
du Nord. Notice gratis. Bien
des kilos. Annonces ordinairement.
"Timbres Missions".
Boîte 268, Casablanca.

INVENTIONS ET RÉALISATIONS FINANCIÈRES

SOCIÉTÉ D'ÉTUDE ET DE VALORISATION EN PARTICIPATION

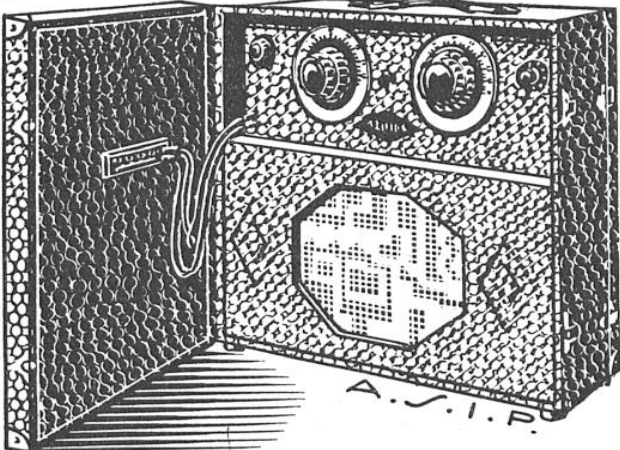
22, rue d'Athènes, 22 - PARIS (9^e) — Téléphone: Central 96-13 et Louvre 50-06

Brevets d'invention en France et à l'Étranger. — Toutes opérations relatives à la Propriété industrielle. — Négociation des brevets. — Valorisation des inventions. — Recherche de capitaux. — Constitution de Sociétés industrielles.

MANUEL-GUIDE GRATIS
INVENTIONS
 BREVETS, MARQUES, Procès en Contrefaçon

H. Boettcher Fils
 Ingénieur - Conseil PARIS
 21, Rue Cambon

LA RADIO-VALISE
Super Azurédyne VI



vous donne
 l'EUROPE,
 chez vous,
 en voyage

AU COMPTANT: 3500^{fr}
 CONDITIONS SPÉCIALES
 POUR LA VENTE À CRÉDIT
 Ce poste est prévu pour pouvoir,
 à l'aide d'une **simple fiche**,
 réaliser l'amplification électrique
 de votre phonographe.

SOCIÉTÉ AZUREUM
 13. Boulevard de Rochechouart. PARIS-9^e

TÉLÉPH.
 TRUDAINE 48-33

Pour **PERFECTIONNEZ-VOUS**
 dans la langue française

8

ANOMALIES
 BIZARRERIES
 SUBTILITÉS
 DIFFICULTÉS
 CURIOSITÉS, etc...

francs **C. DELCOUR**
 Port en plus 77, avenue de la République, PARIS



TIMBRES-POSTE

Colonies françaises et Pays divers

Prix courant gratis, contenant nombreuses occasions en séries, paquets et timbres à la pièce.

Pierre CHAYLUS
 140, boul. Richard-Lenoir, Paris (11^e)

CHEMINS DE FER DE PARIS A LYON
 ET A LA MÉDITERRANÉE

Par la voie du Mont-Cenis
 on peut aller de

PARIS A ROME

en ne passant qu'une nuit dans le train

Le rapide qui part de Paris-P.-L.-M. à 14 h. 05 touche Rome le lendemain à 19 h. 15. On n'a ainsi qu'une nuit à passer dans le train, et le voyage s'effectue dans les meilleures conditions de confort. Outre des places de 1^{re} et de 2^e classes, le train offre, en effet, des places de wagon-lits de 1^{re} et de 2^e classes, et comporte, au surplus, un wagon-restaurant.

Départ de Paris à 14 h. 05. Arrivée à Turin à 6 h. 30, Gênes, 9 h. 45, Rome, 19 h. 15.

Départ de Rome à 10 h. 50, de Gênes, 20 h. 45, de Turin, 0 h. 15. Arrivée à Paris à 14 h. 25.

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.

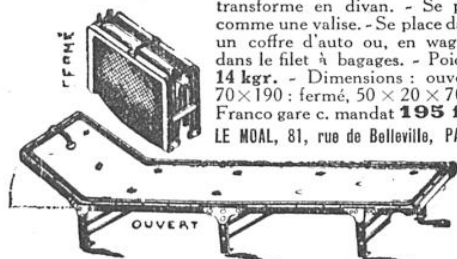
SPÉCIMEN FRANCO sur demande

En s'abonnant 20, rue d'Enghien,
par mandat ou chèque postal
(Compte 5970), demandez la liste et
les spécimens des

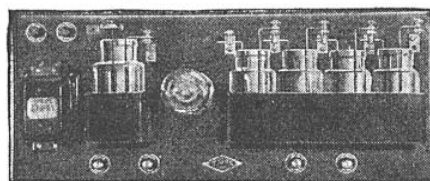
PRIMES GRATUITES
fort intéressantes

LE LIT-VALISE

Monture métallique. - Sommier à ressorts matelassé. - Se transforme en divan. - Se plie comme une valise. - Se place dans un coffre d'auto ou, en wagon, dans le filet à bagages. - Poids : 14 kgr. - Dimensions : ouvert, 70 x 190 ; fermé, 50 x 20 x 70. - Franco gare c. mandat 195 fr. LE MOAL, 81, rue de Belleville, PARIS



Rechargeurs au TANTALE



Pas de valves fragiles et chères - Stabilité très grande
Entretien et consommation nuls

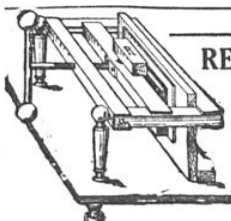
PRIX du 4 volts, 94 fr. ; du 80 v, 100 fr. ; des 4 et 80 v., 190 fr.

NOTICE FRANCO
HOLLIER, 54, rue de Sévigné, PARIS (3^e)



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 Re-
doutes, TOULOUSE (France).
R. C. TOULOUSE 4.568 A



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. FOUGERE & LAURENT, à ANGOULÊME

L'ART EN CARTES POSTALES

En présence du succès obtenu par les cartes postales illustrées, reproduction fidèle de ses affiches touristiques en couleurs, la Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans vient de faire paraître une nouvelle série de 10 sujets différents (châteaux de la Loire, sites et monuments de Bretagne, d'Auvergne, d'Entre Loire et Garonne, types espagnols et Nord-Africains). Ces cartes intéresseront tout particulièrement les artistes, les membres de l'enseignement, les collectionneurs et les touristes.

On les trouve dans les principales gares et bureaux de ville du dit réseau, au prix de 2 francs la pochette de 10 sujets.

Ces pochettes sont également adressées franco contre l'envoi de la somme de 2 fr. 25 (Etranger : 2 fr. 60) au bureau de la Publicité de la Compagnie d'Orléans, 1, place Valhubert, à PARIS (XIII^e).



— 'Barbouille' !... pas si 'barbouille' que toi !... j'me lave les pieds moi !... et pis les dents au Dentol !

Le DENTOL (eau, pâte, poudre, savon) est un dentifrice à la fois souverainement antiseptique et doué du parfum le plus agréable. — Créé d'après les travaux de Pasteur, il raffermi les gencives. En peu de jours, il donne aux dents une blancheur éclatante. Il purifie l'haleine et est particulièrement recommandé aux fumeurs. Il laisse dans la bouche une sensation de fraîcheur délicieuse et persistante.

Le **DENTOL** se trouve dans toutes les bonnes maisons vendant de la parfumerie et dans toutes les pharmacies.

Dépôt général : Maison FRÈRE, 19, Rue Jacob, Paris

CADEAU

Il suffit de retourner à la MAISON FRÈRE, 19, rue Jacob, Paris (6^e), la présente annonce de *La Science et la Vie*, sous enveloppe affranchie à 0 fr. 50, en indiquant lisiblement son nom et son adresse, pour recevoir gratis et franco un échantillon de **Dentol**.

R. C. SEINE 124.350

INSTITUT ÉLECTROTECHNIQUE PAR CORRESPONDANCE DE l'Ecole du Génie Civil

(25^e Année)**152, avenue de Wagram, Paris**(25^e Année)

Les prix comprennent la fourniture des cours, des devoirs et leur correction

ÉLECTRICITÉ**DIPLOME D'APPRENTI-MONTEUR**Etude de l'électricité complète, sous une forme très simple, ne nécessitant aucune connaissance mathématique. —
Prix 120 fr.**DIPLOME DE MONTEUR ÉLECTRICIEN**

Cours comprenant 100 leçons d'électricité parfaitement graduées, très simples, n'exigeant que les connaissances du certificat d'études. — Prix 200 fr.

a) CONTREMAÎTRE-ÉLECTRICIEN

Notions d'arithmétique, algèbre, géométrie et physique. — Electricité industrielle. — Dessin électrique. — Prix. 250 fr.

b) DESSINATEUR ÉLECTRICIENMême 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. — Electricité industrielle. — Dessin. — Prix 700 fr.

d) SOUS-INGÉNIEUR ÉLECTRICIENMême préparation que conducteur, avec en plus : Chimie. — Physique. — Dangers des courants. — Unités. — Conduite des appareils. — Bobinage. — Notions d'hydraulique. — Mesures. — Eclairage. — 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. — Electricité théorique. — Production et distribution. — Construction de l'appareillage. — Electrochimie. — Eclairage. — Hydraulique. — Dessins. — Mesures. — Projets. Prix 1.250 fr.

f) DIPLOME SUPÉRIEURMême préparation que ci-dessus, avec en plus : mathématiques supérieures. — Mécanique rationnelle. — Electrotechnique. — Installation d'usines hydroélectriques. Prix de cette partie 500 fr.
Prix de e et f 1.600 fr.**CHEMINS DE FER - MARINE - ÉCOLES**

Préparation à tous les programmes officiels.

T. S. F.**DIPLOME D'APPRENTI, D'AMATEUR ET D'ADMISSION AU 8^e GÉNIE OU DANS LA MARINE**
Notions d'électricité, de téléphonie, télégraphie et T. S. F. —
Prix 120 fr.**DIPLOME DE MONTEUR EN T. S. F.**Notions d'électricité. — T. S. F. — Notions de moteurs industriels. — Réglementation de la T. S. F. —
Prix 200 fr.**OPÉRATEUR DE 2^e CLASSE B DE LA MARINE MARCHANDE, DES P. T. T. ET L'INDUSTRIE**

D'ctée. — Taxation d'un télégramme. — Arithmétique. — Réglementation (instruction S. F.) et sécurité de la vie humaine. — Electricité. — T. S. F. — Prix 350 fr.

OPÉRATEUR DE 2^e CLASSE A DE LA MARINE MARCHANDE, DES P. T. T. ET L'INDUSTRIE

Electricité. — T. S. F. — Réglementation. — Géographie spéciale à la T. S. F. — Rédaction sur la réglementation. — Anglais. — Prix 500 fr.

e) OPÉRATEUR DE 1^{re} CLASSE DE LA MARINE MARCHANDE, DES P. T. T. ET L'INDUSTRIE

Algèbre. — Electricité industrielle. — T. S. F. théorique. — T. S. F. appliquée. — Réglementation de la T. S. F. — Taxation d'un télégramme. — Géographie spéciale à la navigation et à la T. S. F. — Rédaction technique. — Anglais. — Moteurs thermiques. — Prix 700 fr.

d) SOUS-INGÉNIEUR T. S. F.Même préparation que ci-dessus, avec en plus : Chimie. — Physique. — Compléments de mathématiques. — Construction d'appareils. — Compléments de T. S. F. — Mesures électriques. — Dessin. — Prix de ce complément 500 fr.
Prix de l'ensemble c et d 1.000 fr.**e) INGÉNIEUR RADIOTÉLÉGRAPHISTE**

Algèbre supérieure. — Compléments de physique. — Mécanique. — Electricité théorique. — T. S. F. (cours supérieur). — Cours de machines et moteurs. — Projets. — Prix 1.000 fr.

f) DIPLOME SUPÉRIEURMême préparation que ci-dessus, avec en plus : Mathématiques supérieures. — Mécanique rationnelle. — Electrotechnique. — Mesures. — Prix de cette partie 400 fr.
Prix d'ensemble de e et f 1.250 fr.**AVIATION - COLONIES - MARINE DE GUERRE**

Préparation à tous les programmes officiels.

LES MÊMES COURS ONT LIEU EN LANGUE RUSSE

COURS SUR PLACE**L'ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL, 152, avenue de Wagram, Paris, répondra par lettre à toute demande complémentaire accompagnée d'un timbre pour la réponse**

(1) Les prix indiqués sont pour le paiement par mois. — En payant au comptant, il est fait une réduction de 20 0/0.

L'École Universelle

par correspondance de Paris

PLACÉE SOUS LE HAUT PATRONAGE DE L'ÉTAT

la plus importante école du monde, vous offre les moyens d'acquérir chez vous, sans quitter votre résidence, sans abandonner votre situation, en utilisant vos heures de loisirs, avec le minimum de dépense, dans le minimum de temps, les connaissances nécessaires pour devenir :

**INGÉNIEUR,
SOUS-INGÉNIEUR,
CONDUCTEUR,
DESSINATEUR,
CONTREMAÎTRE,
Etc....**

dans les diverses spécialités :

**Électricité
Radiotélégraphie
Mécanique
Automobile
Aviation
Métallurgie
Forge
Mines
Travaux publics**

**Architecture
Béton armé
Chauffage central
Topographie
Industrie du froid
Chimie
Exploitation agricole
Agriculture coloniale
Génie rural**

Demandez l'envoi gratuit de la Brochure n° 1733.

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° 1737.

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.  O. I., Ingénieur-Directeur

12, rue Du Sommerard et 3, rue Thénard
PARIS (V^e)

Polygone et Ecole d'Application
CACHAN, près Paris

1^o ÉCOLE DE PLEIN EXERCICE

RECONNUE PAR L'ÉTAT, AVEC DIPLOMES OFFICIELS D'INGÉNIEURS

900 élèves par an - 139 professeurs

CINQ SPÉCIALITÉS DISTINCTES :

1^o Ecole supérieure des Travaux publics : Diplôme d'Ingénieur des Travaux publics ;

2^o Ecole supérieure du Bâtiment : Diplôme d'Ingénieur Architecte ;

5^o Ecole supérieure du Froid industriel : Diplôme d'Ingénieur Frigoriste.

3^o Ecole supérieure de Mécanique et d'Electricité : Diplôme d'Ingénieur Electricien ;

4^o Ecole supérieure de Topographie : Diplôme d'Ingénieur Géomètre ;

SECTION ADMINISTRATIVE

pour la préparation aux grandes administrations techniques (*Ingénieurs des Travaux publics de l'Etat, de la Ville de Paris, etc...*).

SECTION DES CHEMINS DE FER

organisée sur l'initiative des grandes Compagnies de Chemins de fer pour le perfectionnement de leur personnel.

Les Concours d'admission ont lieu, chaque année, en deux sessions. Pour l'année scolaire 1929-1930, ils auront lieu : 1^{re} session, du 18 au 27 juillet ; 2^e session, du 30 septembre au 10 octobre.

2^o 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-huit 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^o Situations industrielles : Travaux publics - Bâtiment - Electricité - Mécanique - Métallurgie - Mines - Topographie - Froid industriel.

2^o 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...

3^o LIBRAIRIE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

Edition d'ouvrages techniques de tout premier ordre soigneusement choisis.

NOTICES, CATALOGUES ET PROGRAMMES SUR DEMANDE ADRESSÉE A L'

ÉCOLE DES TRAVAUX PUBLICS

12 et 12 bis, rue Du Sommerard, PARIS (V^e)

en se référant de “La Science et la Vie”