

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

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

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

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

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

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

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

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

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

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

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

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

Notice du Volume	
Auteur(s) volume	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Volume	Tome 34. n. 136. Octobre 1928
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1928
Collation	1 vol. (LXII p. - p. [269]-354) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 136
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.136

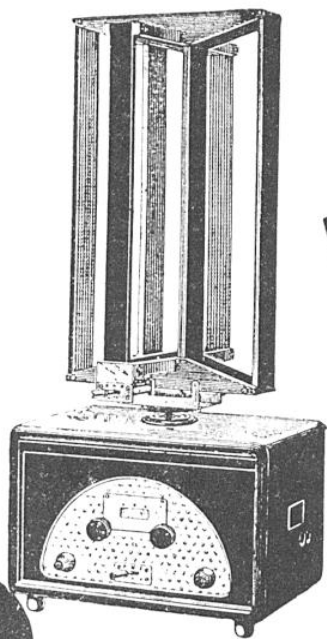
France et Colonies : 4 fr.

N° 136. - Octobre 1928

LA SCIENCE ET LA VIE



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



RADIO-L.L.

vous invite aux auditions de son dernier modèle
« SYNCHRODYNE ».

**Il n'y a pas, actuellement,
sur le marché européen de T. S. F.,
un Appareil comparable au « SYNCHRODYNE »**

C'est l'appareil idéal des amateurs de musique et des profanes en T. S. F. Il reproduit les concerts émis à des milliers de kilomètres de distance, avec une fidélité telle que l'on reconnaît le son de chaque instrument. Son réglage est automatique. Vous pouvez régler le « SYNCHRODYNE » à un poste de T. S. F., vous réglerez le jamais touché à la perfection du premier coup. Cet appareil sépare rigoureusement chaque émission, sans recherches ni tâtonnements. Il fonctionne sur cadre et ne comporte pas d'installation.

Démonstrations rigoureusement gratuites à domicile, dans toute la France. Auditions les Lundis, Mercredis et Vendredis, de 21 à 23 heures.

Radio-L. L.,

5, r. du Cirque, Paris

Métro: Champs-Élysées
Tél.: Élysées 14-30 et 14-31

Demandez, aujourd'hui même, franco la brochure spéciale S. 67 sur le

SYNCHRODYNE

PUBLICITÉ JOSSE & GIORGI

ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL

PLACÉE SOUS LE HAUT PATRONAGE DE L'ÉTAT

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

J. GALOPIN, *, Q I. Ingénieur-Directeur — 22^e Année

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

Section Industrielle

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

ÉLECTRICITÉ

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

T. S. F.

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

MÉCANIQUE

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

BATIMENT

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

TRAVAUX PUBLICS

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

COMMERCE

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

AGRICULTURE

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

MÉTALLURGIE - MINES

Installation, production, conduite.

CHIMIE

Toutes les spécialités de la chimie.

Section Administrative

PONTS ET CHAUSSÉES

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

MARINE DE GUERRE

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

MARINE MARCHANDE

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

CHEMINS DE FER

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

AVIATION

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

ADMINISTRATIONS DIVERSES

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

ARMÉE

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

UNIVERSITÉ

Brevets, baccalauréats, licences, grandes écoles.

COLONIES

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

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

Tachymètres de Poche

(Compte-Tours)

JAEGER

Utilisables

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

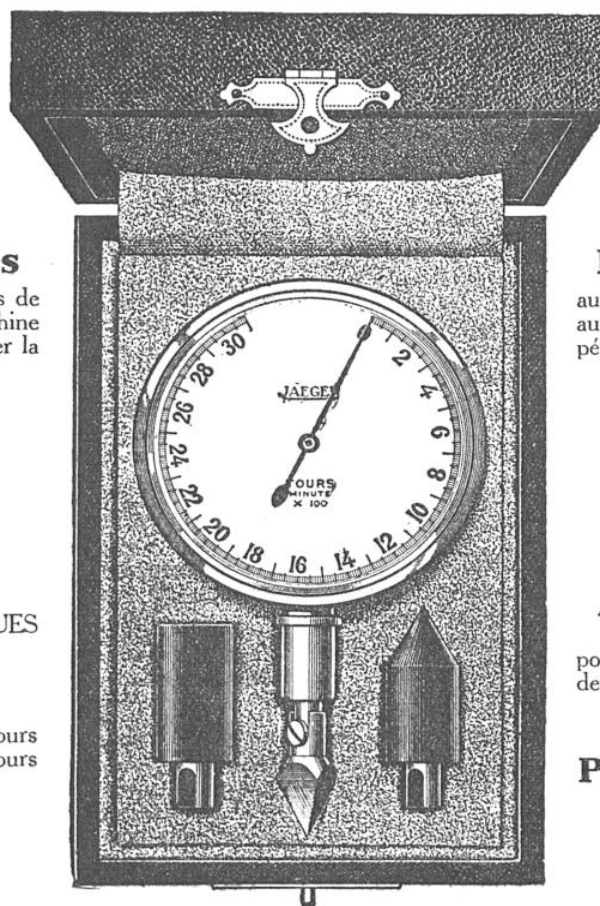
CARACTÉRISTIQUES

Diamètre: 65 $\frac{m}{m}$

Graduation:

TYPE I. - 0 à 3.000 tours

TYPE II. - 0 à 6.000 tours



Insensibles

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

APPAREIL LIVRÉ

avec

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

Prix : 310 fr.

INSTRUMENTS DE CONTROLE à mouvement chronométrique

pour Ingénieurs, Contremaîtres, Garagistes, Electriciens.

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

ces appareils permettent de suivre

TOUTES LES VARIATIONS DE LA VITESSE

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

Etabl^{ts} Ed. JAEGER, 2, rue Baudin, LEVALLOIS (Seine)

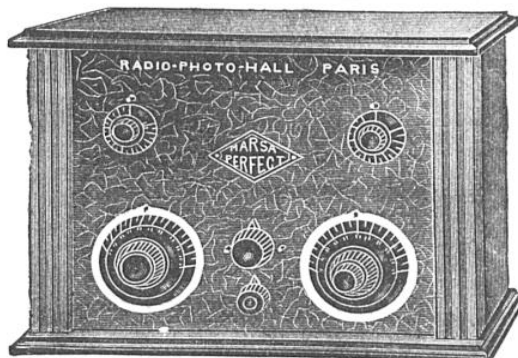
Téléph. : Galvani 81-65, 81-66, 00-40

LE MUTADYNE "MARSA" 1929

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

Prix
de l'appareil
nu :

700 FR.



Prix
de l'appareil
complet :

1.395 FR.

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

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

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

Cet appareil fonctionne sur cadre ou sur antenne

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

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

Installation gratuite à domicile dans Paris et les environs

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

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

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



RADIO-PHOTO-HALL

5, rue Scribe, près de l'Opéra

PARIS-OPÉRA (9°)

CATALOGUE GRATUIT ET FRANCO SUR DEMANDE



TOUS SPORTS & JEUX DE PLEIN AIR



SOULIERS DE GOLF, box-calf couleur, doublés peau, semelles caoutchouc crêpe très épaisses, collées et cousues. Modèle pour hommes, toutes pointures 225. »

Modèle pour dames, avec ou sans patte, toutes pointures. La paire. 150. »

Autre modèle, box-calf couleur, semelles caoutchouc crêpe très épaisses, collées et cousues. Modèle pour dames, toutes pointures. La paire. 175. »



GANTS SPÉCIAUX POUR GOLF, en peau de chamois, depuis 33. » jusqu'à 52. »

CLUBS DE GOLF "FORGAN"

Crown selected

Première marque anglaise, acier anti-rouille, belle présentation, fini remarquable, depuis 125. » jusqu'à 175. »

BALLES de GOLF: Dunlop, 16. » ; Spalding, 16. » ; Silverking, 16. »

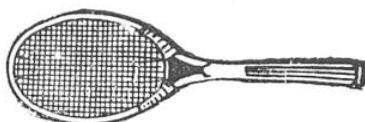
CADDIE-BAGS, toile extra-forte imperméable, larg. 5 1/2 inches, poche p. balles, poignée bretelle, courroie cuir extra, double fond rivé, garniture supérieure 125. »

Autres modèles, depuis 70. » jusqu'à 1.300. »



CHAUSSURES cuir gras, semelle cousue, bombée, forme "MAC-GREGOR". Article très résistant et recommandé. La paire 66. »

Autres modèles, très solides : 59. » ; 78. » ; 83. » ; 89. » et 99. »



RAQUETTES, fabrication supérieure.

Modèles :

Boy.....	30. »	Olympic....	100. »
Nasseau....	40. »	Richmond..	125. »
Club.....	60. »	Special Meb.	180. »
Champion..	65. »	Royal Meb..	195. »
Superb....	70. »	Extra Meb..	250. »
Marvel.....	90. »	Cambrian...	325. »
Daisy.....	95. »	Imperial Meb	340. »

BALLES DE TENNIS

Special Meb.....	La douzaine	90 »
Extra Meb.....	—	100 »
Royal Meb.....	—	135 »



BALLON "OXONIAN", vache anglaise, 14 sect., en cuir extra indéform., tannage garanti, équilibre parfait, cuir seul tanné. 135. »

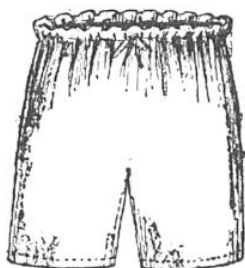
Type Champion, 12 sect. 110. »

Briton..... 85. »

Glory..... 90. »

Queen Meb..... 80. »

Vessie premier choix..... 16. »



CULOTTE finette blanche, qualité extra, avec élastique à la ceinture, passants et poche derrière. 14.50



SAC toile marron, qualité extra-forte, poignée cuir, fermoir verni.

Dimensions en cm...	33	36	39
	14.50	15.25	16.50

Autres modèles jusqu'à 41. »



MAILLOTS jersey coton, mailles fortes, très bonne qualité, col chemisette 3 boutons, unis ou à paquets 18. »

MESTRE & BLATGÉ 46-48, avenue de la Grande-Armée PARIS

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

Vient de paraître le Nouveau Catalogue S.V. : SPORTS ET JEUX, 496 pages, 8.000 gravures, 25.000 articles ; franco : 5 francs

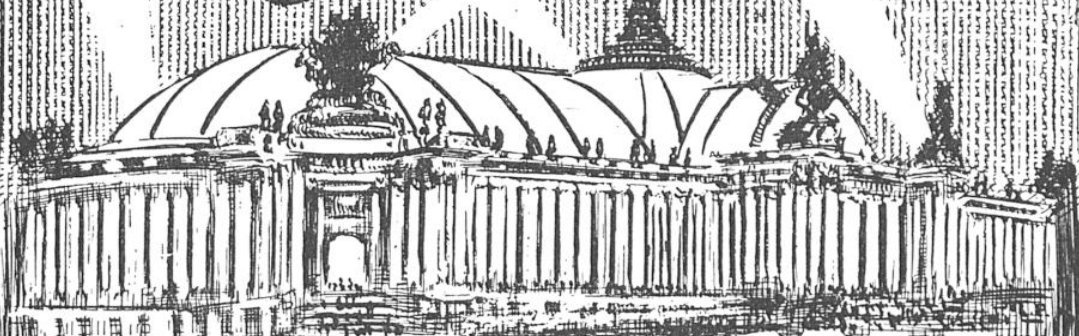
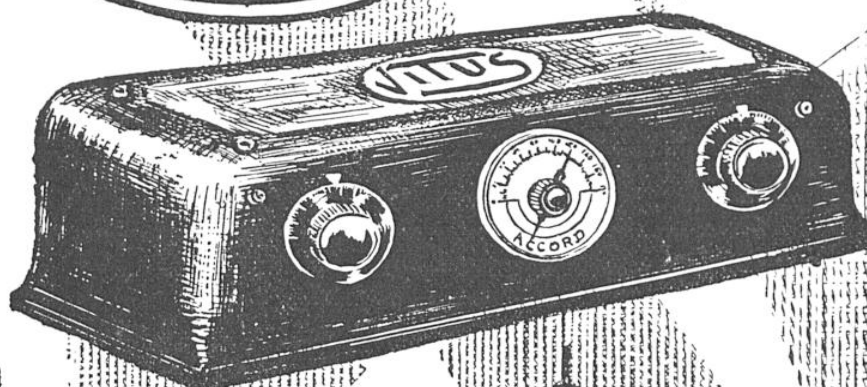
Nouveau Catalogue ACCESSOIRES-AUTOS 1928 S.V., 1.132 pages, 12.000 gravures, 60.000 articles ; franco : 10 francs

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.

LE MONDIAL SIX VITUS



Pour la première fois
en France, un poste
tout acier
embouti, sans soudure



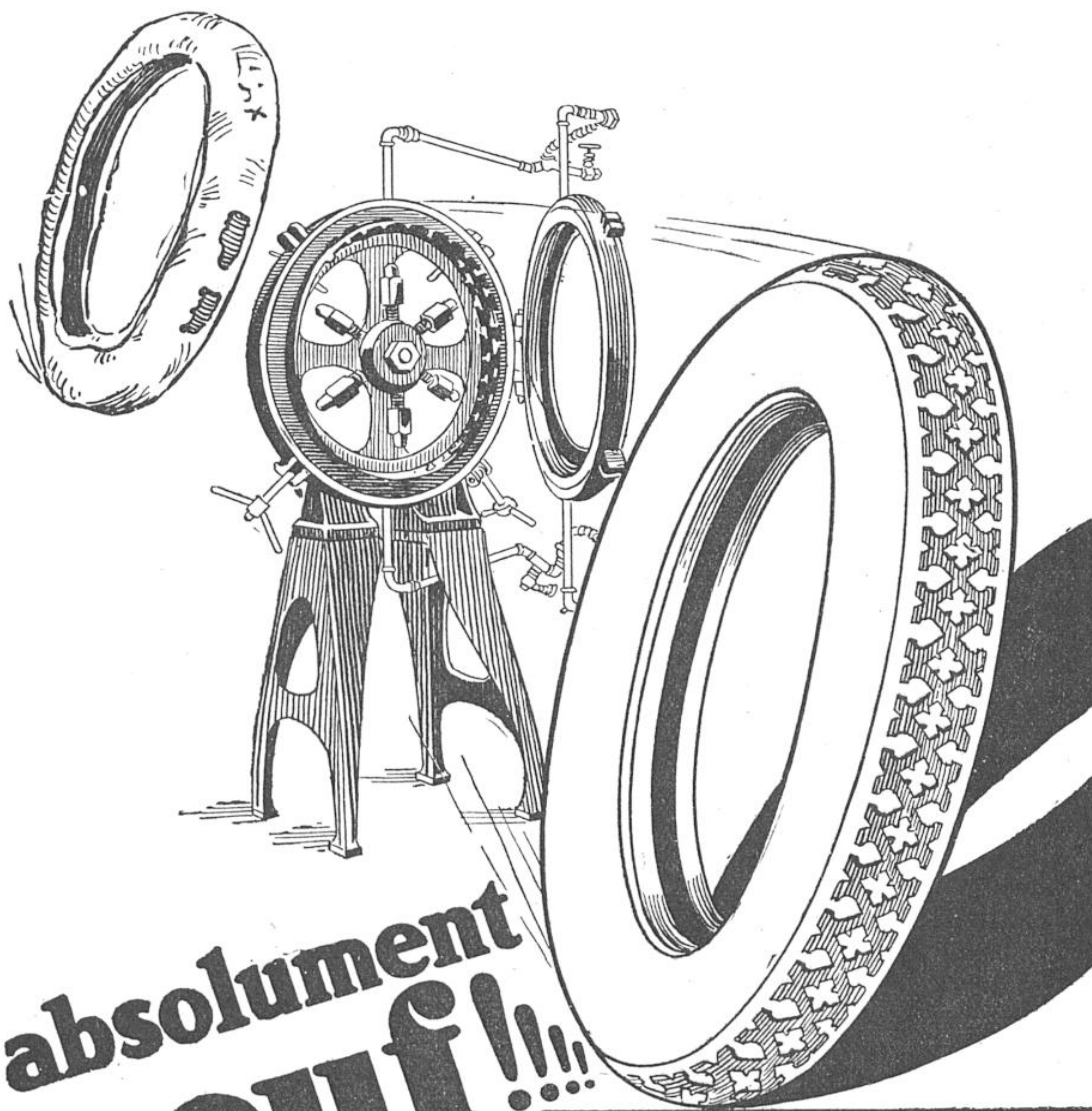
Perfection Progrès Satisfaction

MONDIAL SIX VITUS

F. VITUS 90 rue Damremont - PARIS

Catalogue de luxe adressé sur demande, franco : 2 fr.

Au Salon de la T. S. F., visitez le Stand VITUS, n° 29, Galerie U



**absolument
neuf!!!**

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

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

Regom Pneu

3, Rue Emile-Augier - GRENOBLE (Isère)

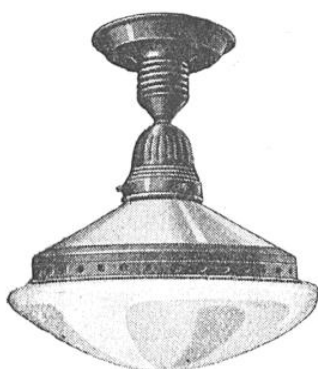
Ne gaspillez pas la lumière

LE DIFFUSEUR AMPLIFICATEUR

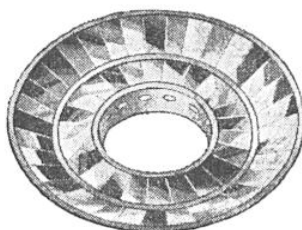


A MIROIR A FACETTES PLANES CONJUGUÉES

(BREVETÉ S. G. D. G.)



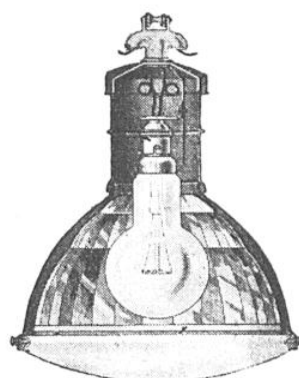
DIFFUSEUR-AMPLIFICATEUR PBL
Type Standard



RÉFLECTEUR A DOUBLE
RANGÉE DE MIROIRS

GRAND PRIX

Exposition Internationale de
Reims 1928.
LA PLUS HAUTE RÉCOMPENSE



DIFFUSEUR-AMPLIFICATEUR PBL
Type industriel (vue en coupe)

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

Son rendement lumineux est constant. Contrôlé officiellement au photomètre, il est supérieur de 40 % à celui des appareils similaires.

Se pose facilement en quelques minutes sur n'importe quelle installation, grâce à son système de fixation breveté.

Entièrement clos et impénétrable à la poussière, il ne subit jamais d'atténuation de son rendement lumineux.

Il évite l'emploi des lampes portatives de bureau ou d'atelier, toujours encombrantes.

Ne fatigue pas les yeux.

Nos services techniques se tiennent à votre disposition pour étudier gracieusement, et sans aucun engagement de votre part, tout problème d'éclairage que vous voudrez bien leur soumettre.

QUELQUES RÉFÉRENCES

Compagnie Parisienne de Distribution d'Électricité — Chemins de Fer de l'Est — Chemins de Fer de l'État — « La Nationale », Compagnie d'Assurances — Société Générale pour favoriser le Commerce et l'Industrie — Crédit du Nord — La Samaritaine — Messageries Hachette — Manufacture Nationale de Sèvres — Citroën — Renault — Panhard et Levassor — Peugeot.

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

Téléph. : Turbigo 81-34 et 81-35

PRODUCTION ARTISANALE FRANÇAISE

MAGASIN DE VENTE :

80, faubourg St-Denis, Paris-X^e

Bâtiment 4 (3^e étage)

Téléphone : Provence 61-99



En achetant directement aux artisans, vous réalisez **25 0/0** de bénéfice, tout en contribuant au développement de la production française.

NOMENCLATURE DES ARTICLES EXPOSÉS

(PORTANT LE LABEL ARTISANAL)

Ameublement.
Batteries de cuisine.
Bijouterie.
Bonneterie.
Bronzes.
Broderie.
Brosserie. — Corderie.
Chaussures.
Coussins.
Cuisinières.
Coutellerie.
Corsets.
Chaudronnerie.
Fleurs (Rubans).
Fleurs (Coquillages).
Ferrermerie d'art.
Fourrures.
Glacières.
Gravures (sur verre).
Gravures (sur cuivre et tous métaux).

Horlogerie. — Miroiterie.
Lingerie.
Lingerie.
Maroquinerie.
Marqueterie.
Mode.
Machines à laver. — Mécanique.
Objets d'art. — Lustres.
Petits meubles fantaisie.
Pianos.
Panneterie.
Phonographes. — Jouets.
Photographie. — Reliure.
Radiateurs.
Sellerie.
T. S. F.
Tables à thé.
Tables à ouvrage.
Tapisserie.
Vannerie.
Etc., etc...

Et tous articles sur commande

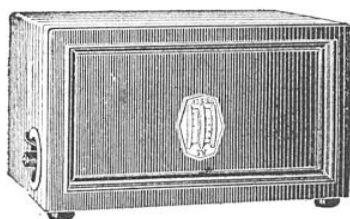
PRIX SPÉCIAUX POUR REVENDEURS, COMMISSIONNAIRES ET MAGASINS

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

La **SICRA** est heureuse
de vous présenter :

son premier
appareil
de réception

LE
SICRA IV

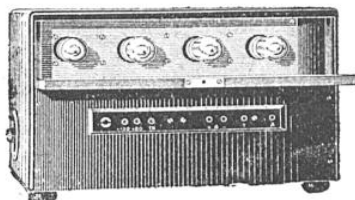


montage comprenant :

- 1 BIGRILLE AMPLIFICATRICE
- 1 DÉTECTRICE
- 2 BASSE-FRÉQUENCE

RÉGLAGE AUTOMATIQUE

Prix: 1.650 Fr.^s



C'est le poste du français moyen !

Essayez-le sur petite antenne extérieure ou intérieure et vous serez stupéfaits du résultat ?

Demandez la notice

SOCIÉTÉ INDÉPENDANTE DE CONSTRUCTIONS RADIOÉLECTRIQUES POUR AMATEURS

78 & 80, Route de Chatillon à MALAKOFF (SEINE)
Tramways de Paris à Malakoff Lignes 86, 126 & 127

SICRA

TÉLÉPHONE VAUGIRARD 32-92
32-93
32-94

R. C. Seine 226 176 B

Si vous pouvez écrire Vous pouvez **DESSINER**

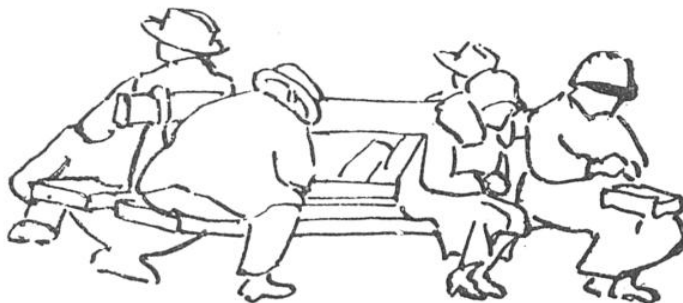
VOUS avez probablement entendu parler de l'École A. B. C. de Dessin, sans savoir exactement ce qu'il y a de particulier dans sa façon d'enseigner le dessin. A vrai dire, c'est une vraie révolution dans l'enseignement, supprimant toutes les difficultés auxquelles se heurtent toujours ceux qui essaient de dessiner. Vous-même, par exemple, vous auriez eu la plus grande joie si vous étiez arrivé à faire quelques croquis ressemblants. Mais, malgré votre goût, malgré vos aptitudes, vous vous êtes découragé en vous imaginant que le dessin était une chose tout à fait inaccessible pour vous. Détrompez-vous.

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

Enfin, vous pourrez aujourd'hui, grâce à cette méthode, apprendre *très rapidement* à dessiner sans avoir à subir d'études longues et fastidieuses. Même si vous êtes débutant, quels que soient votre âge, votre lieu de résidence, vos occupations, vous pouvez dès maintenant suivre les cours de l'École A. B. C. en recevant par courrier les leçons particulières de ses professeurs. C'est ainsi qu'après quelques mois de pratique, vous pouvez vous spécialiser dans le genre de dessin qui a vos préférences : le paysage, la caricature, l'illustration, la mode, les animaux, la publicité, la décoration, etc.



C'est après quelques semaines d'études seulement, qu'un de nos élèves débutants a fait ce petit croquis très expressif.



C'est à son sixième mois d'études qu'un de nos élèves a exécuté directement au stylo ce croquis où se manifeste un certain esprit d'humour.

UN ALBUM DE LUXE EST OFFERT

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

Demandez cet album, qui vous sera envoyé aussitôt.

ÉCOLE A.B.C. DE DESSIN

(Atelier C 30)

12, Rue Lincoln (Champs-Élysées) . PARIS

TRANSFORMATEURS



GARANTIS

8

39

CATALOGUE FRANCO

ÉTS BRUNET
5, rue Sextius-Michel
PARIS

*Puisque vous savez
mesurer avec un mètre*

*vous pouvez, avec la même facilité,
vous servir de*

LA RÈGLE À CALCULS DE POCHÉ "MARC"
Grandeur réelle. Épaisseur: 3^{mm}/m

LA RÈGLE EN CELLULOÏD LIVRÉE AVEC ÉTUI PEAU ET MODE D'EMPLOI : 30 Fr.

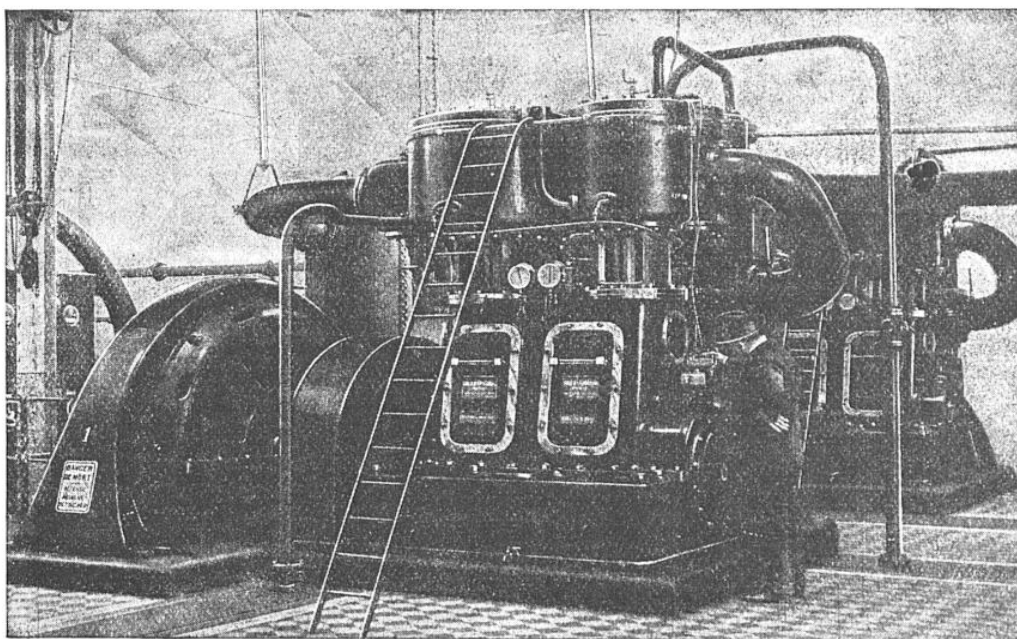
Elle est étudiée **pour votre poche** et, comme votre stylo, elle vous accompagnera partout.

DÉTAIL :
APPAREILS DE PRÉCISION, PAPETIERS, OPTICIENS, LIBRAIRES
GROS EXCLUSIVEMENT : CARBONNEL & LEGENDRE, 12, rue Condorcet, Paris - Tél.: Trudaine 83-13

Si
*vous ne la trouvez pas chez
ces détaillants priez les
de nous la
réclamer*



COMPRESSEURS D'AIR



Deux compresseurs d'air de 550 ch. en fonctionnement à la Compagnie des Mines de Bruay
(8 compresseurs identiques fournis à cette Compagnie).

**TURBINES A VAPEUR
AUXILIAIRES MARINS
COMPRESSEURS ET SOUFFLANTES
POMPES ET VENTILATEURS**

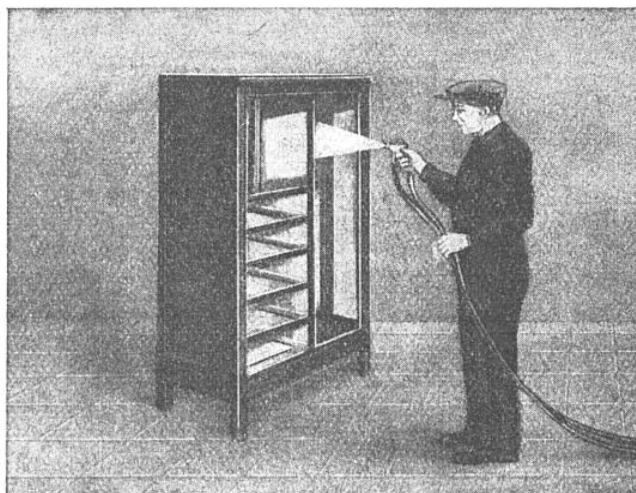
Robinetterie industrielle

SOCIÉTÉ RATEAU, 40, rue du Colisée, PARIS-8^e

Téléphone : Elysées 88-51

PISTOLET KREMLIN

Pour Peinture Pneumatique



et tous appareils accessoires :



MANO-DÉTENDEURS
TUYAUTERIES
RÉSERVOIRS
GROUPES COMPRESSEURS

ATELIERS DU KREMLIN

16, rue Pasteur, 16 — LE KREMLIN-BICÊTRE (Seine)

Téléphone: GOBELINS 15-08

(Porte d'Italie)

Un jazz chez vous avec le nouveau **PICK-UP Brown**

**TYPE
N°2**

EXTRA LÉGER
POIDS: 120 GRAMMES

295 frs



8. 26
E. FRÖCKY

TOUS RENSEIGNEMENTS:

Brown-S.E.A.

12, Rue Lincoln, PARIS

Spiros

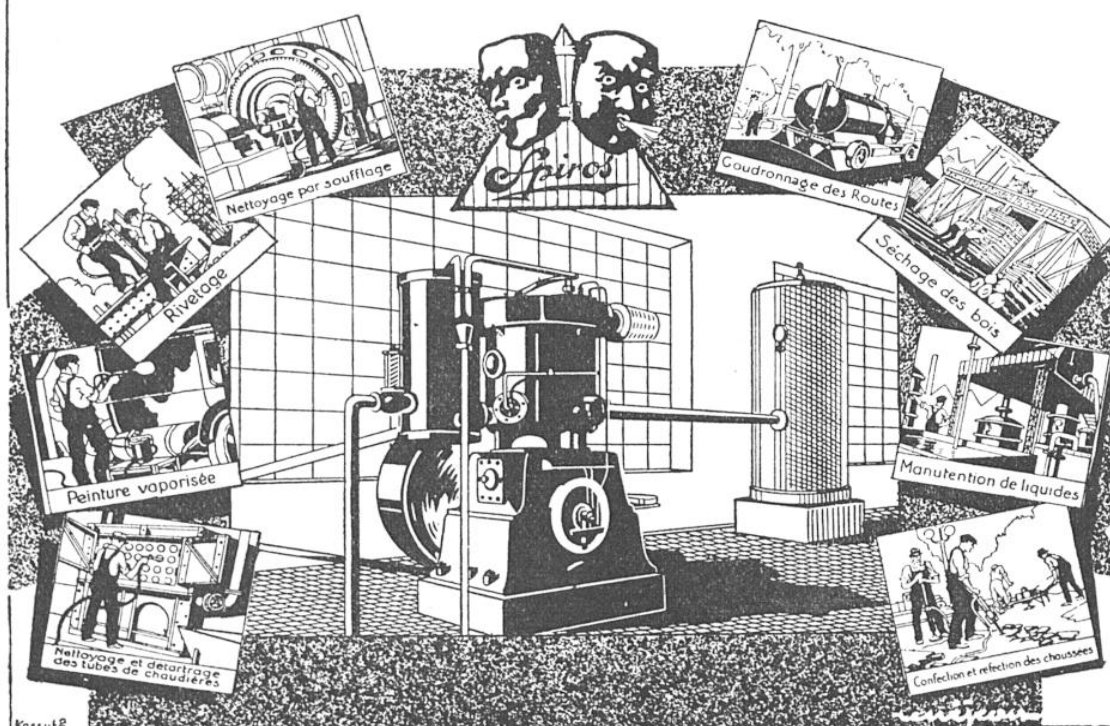
DEPUIS 1842

AIR COMPRIMÉ - VIDE VENTILATION

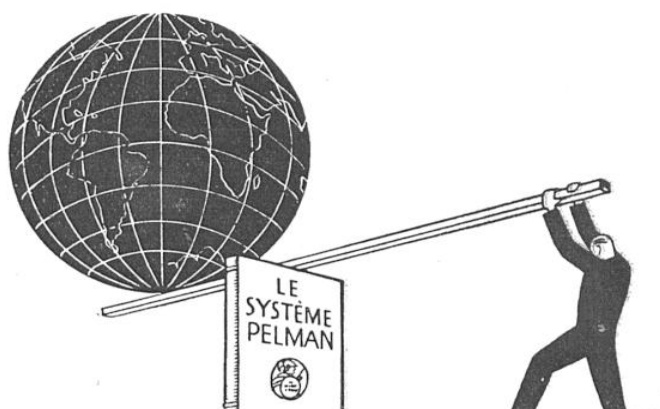
Usine et Siège Social : 26 à 30, Rue de la Briche, ST-DENIS (Seine)

PARIS	67, Rue de Maubeuge
DIJON	17, Boulevard de Brosses
LILLE	132, Rue du Molinel
MARSEILLE ..	10, Avenue du Prado
TOURS	110, Rue Origet

BARCELONE • BRUXELLES • LONDRES



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



"UN SOLIDE POINT D'APPUI..."

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

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

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

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

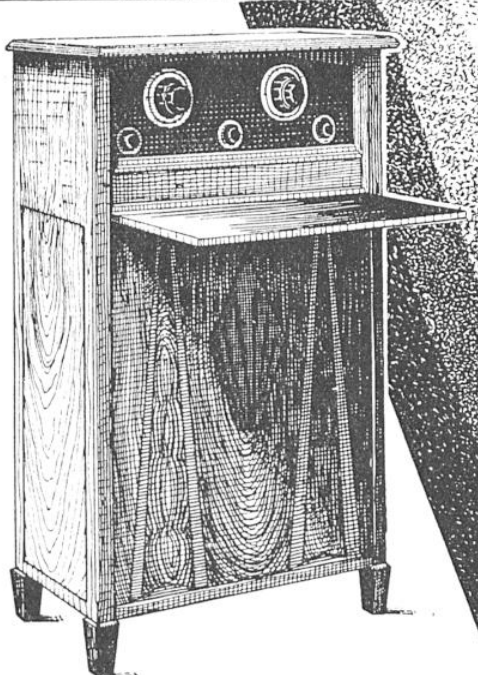
Ecrivez-nous ou venez nous voir. Nos consultations sont données à titre gracieux et ne vous engagent nullement.

LONDRES
DUBLIN

STOCKHOLM
DURBAN

NEW-YORK
TORONTO

BOMBAY
MELBOURNE



**ENSEMBLES
RADIOPHONIQUES DE LUXE**
du type à changeur de fréquence
5 et 7 lampes
EN MEUBLES DE STYLE

Modèles visibles SALON DE LAT.S.F.
Balcon E — Stand n° 30

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

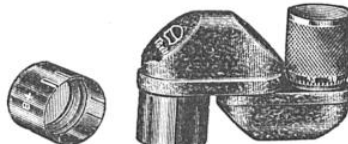
CARL ZEISS
JENA

LA LONGUE-VUE DE POCHE

"TURMON"

ZEISS

Grossissement 8 fois



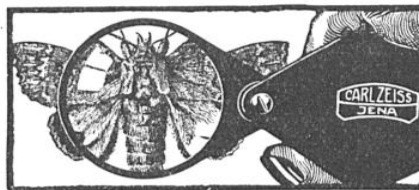
est l'instrument universel et idéal, indispensable à tout amateur curieux d'observer tout ce qui se passe autour de lui. Cette mignonne longue-vue ne mesure que 7 cm. et ne pèse que 93 gr. Elle permet d'observer à toute distance, depuis l'infini jusqu'à 2 m. 50. A cette distance, elle sert de télescope et, par l'adjonction d'une bonnette + 6 dptr., se transforme en une Loupe 12 × à grande distance frontale (17 cm.). C'est la loupe rêvée et recherchée des collectionneurs, naturalistes, etc...

LA "TELLUP" ZEISS



RÉUNIT EN UN SEUL TROIS INSTRUMENTS :
Une longue-vue 2,5 × ; Une télescope... 2,5 × ;
Une loupe..... 6 × ;

Les LOUPES PLIANTES ZEISS



aux grossissements 2,5 × à 27 ×
répondent pratiquement à toutes les exigences.

Demandez l'envoi gratis et franco de la Notice "LOUPES",
n° 353, au représentant :

Société "OPTICA", 18-20, faubourg du Temple, Paris-11^e



COMPRESSEURS LUCHARD

HAUTE PRESSION
BASSE PRESSION
COMPRESSEURS SPÉCIAUX

Établ^{ts} LUCHARD

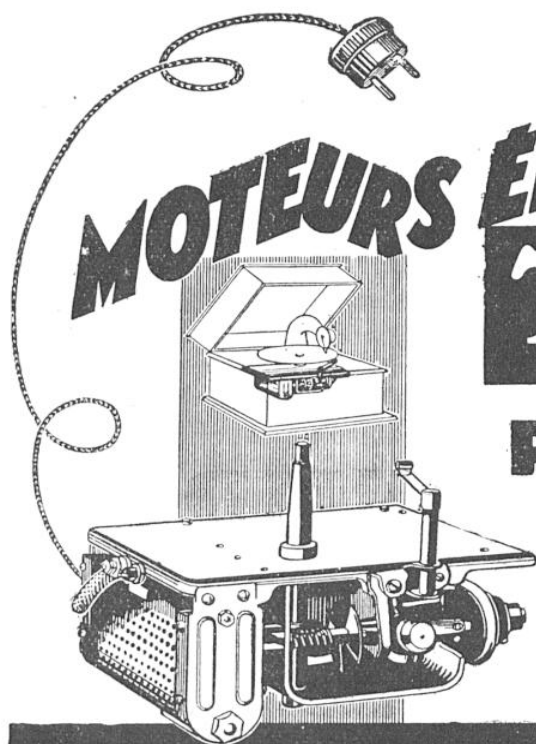
*Société à responsabilité limitée
au capital de 1 million de francs*

INGÉNIEURS - CONSTRUCTEURS

20, rue Pergolèse - PARIS

Téléphone Kléber 08-51, 08-52, 08-53

R. C. Seine 148.032



MOTEURS ÉLECTRIQUES THORENS

POUR PHONOGRAPHES

Ce moteur, de parfaite construction technique, est d'une grande régularité, insensible aux fluctuations du courant, silencieux et robuste. Marchant sur tous les courants (alternatifs et continus), il peut se monter très facilement dans n'importe quel phonographe. Hauteur maximum : 10 cm.

En vente chez les Électriciens, Maisons de Phonographes et de T. S. F.

AGENCE GÉNÉRALE :

Établ^{ts} Henri DIÉDRICHS, 13, rue Bleue, PARIS

Leiss Ikon Le CINÉMA pour tous avec l'appareil prise de vues cinématographiques

Kinamo

Appareil prise de vues cinématographiques
pour 25 mètres de film

APPAREIL DE PRÉCISION D'UN SYNCHRONISME PARFAIT
SERVANT LE FILM A PERFORATION UNIVERSELLE

Le **Kinamo** est livré avec un moteur qui marche au doigt, supprimant pied et manivelle. C'est l'appareil idéal pour tous : amateurs, professionnels, opérateurs, directeurs de cinéma, grande couture, sport, sciences, enseignement, etc.

Le **KINAMO**, avec objectif ZEISS TESSAR f: 3,5, **3.880 fr.**
et moteur

CONCESSIONNAIRES :

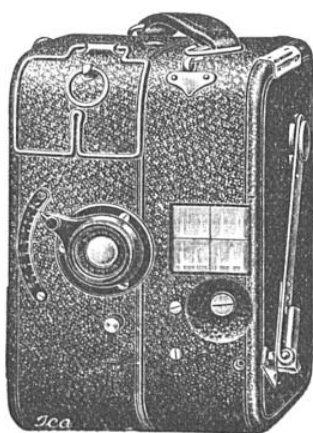
René CRESPI

5, rue Nicolas-Flamel, 5 - PARIS
(Pour Paris, Seine et Seine-et-Oise)

J. CHOTARD

57, rue de Seine, 57 -- PARIS
(Pour les Départements et l'Algérie)

POUR LES MARQUES CONTESSA, GOERZ ET ICA



TECHNIQUE DE PUBLICITÉ



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 52-67
 Télégrammes :
 Outilervé-Paris

MAGASINS DE VENTE :

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

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

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

AGENTS : ESPAGNE, S. A. M. Fenwick, Bruch 96 y Aragon 314, Barcelone. — HOLLANDE, N. V. v. h. B. Pfälzer, Spui 12, Gebouw Eensgezindheid, Amsterdam. — ITALIE, S. A. Italiana Fratelli Fenwick, 1, Via San Anselmo, Turin. — TCHÉCOSLOVAQUIE, V. Weiss, Stresovice 413, Prague. — AFRIQUE DU NORD, A. Georgier, 7, Rue Drouillet, Alger. — MADAGASCAR, L. Teilliet, Avenue Grandidier, Tananarive. — INDOCHINE, Poincard et Veyret, Comptoirs d'Extrême-Orient, Saigon, Phnom-Penh, Haiphong, Hanoi. — AUSTRALIE, A. et E. Mac Carthy Ltd, Adélaïde. — JAPON, Kobe : Alsot-Brissaud et C^{ie}, Tokiwa Bg, n° 30, Akashi-Machi. — CANADA, R. A. Fraser, 10, Montclair Avenue, Toronto. — MEXIQUE, Clement Z., 28, Avenida Morelos, Mexico. — CHILI, Simon Hermanos, Santo Domingo, 1107, Santiago. — GRÈCE, P. M. C. O'Caiffrey, 4, Aristides St., Athènes. — HONGRIE, « Adria » V., Vaci-Ut, 24, Budapest 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.

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.

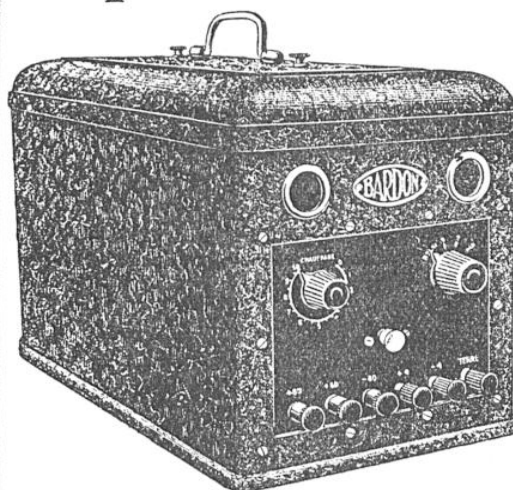
SOCIÉTÉ ANONYME DE VILBISS 14 bis, rue Chaptal - LEVALLOIS-PERRET

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 :

Suppression des piles et accus



APPAREIL D'ALIMENTATION

BARDON

sur courant alternatif

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

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

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

NOTICES FRANCO SUR DEMANDE AUX

Etts BARDON 61, boul. Jean-Jaurès, Clichy
Tél. : Marcadet 06-75 et 15-71

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

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° 2106 : *Classes primaires complètes* (Certificat d'études, Brevets, C.A.P., Professorats) ;

Brochure n° 2110 : *Classes secondaires complètes, Baccalauréats, Licences* (Lettres, Sciences, Droit) ;

Brochure n° 2117 : *Toutes les Grandes Ecoles spéciales* (Agriculture, Industrie, Travaux publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Colonies) ;

Brochure n° 2126 : *Toutes les Carrières administratives* (France, Colonies) ;

Brochure n° 2143 : *Langues vivantes* (anglais, espagnol, italien, allemand, portugais, arabe, espéranto) ;

Brochure n° 2154 : *Orthographe, Rédaction, Rédaction de lettres, Versification, Calcul, Calcul extra-rapide, Dessin, Ecriture* ;

Brochure n° 2158 : *Carrières de la Marine marchande* ;

Brochure n° 2166 : *Solfège, Piano, Violon, Accordéon, Harmonie, Transposition, Composition, Orchestration, Professorats* ;

Brochure n° 2174 : *Arts du Dessin* (Dessin d'illustration, Composition décorative, Aquarelle, Travaux d'agrément, Dessin de figurines de modes, Peinture, Pastel, Gravure, Préparation aux métiers d'art et aux professorats de dessin) ;

Brochure n° 2180 : *Les Métiers de la Coupe et de la Couture* (petite main, seconde main, première main, vendeuse, vendeuse-retoucheuse, représentante, coupeur, coupeuse) ;

Brochure n° 2187 : *Journalisme* (Direction, 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

four. vous présente
SON MATERIEL
ALIMENTATION-PLAQUE
pour postes de 1 à 5 lampes
 UTILISATION DU COURANT ALTERNATIF { 110 - 220 volts
 40-60 périodes
SUPPRESSION des PILES ou ACCUMULATEURS
 pour la tension-plaque

Boîtes complètes comportant toutes les pièces nécessaires au montage d'un tableau de tension-plaque.

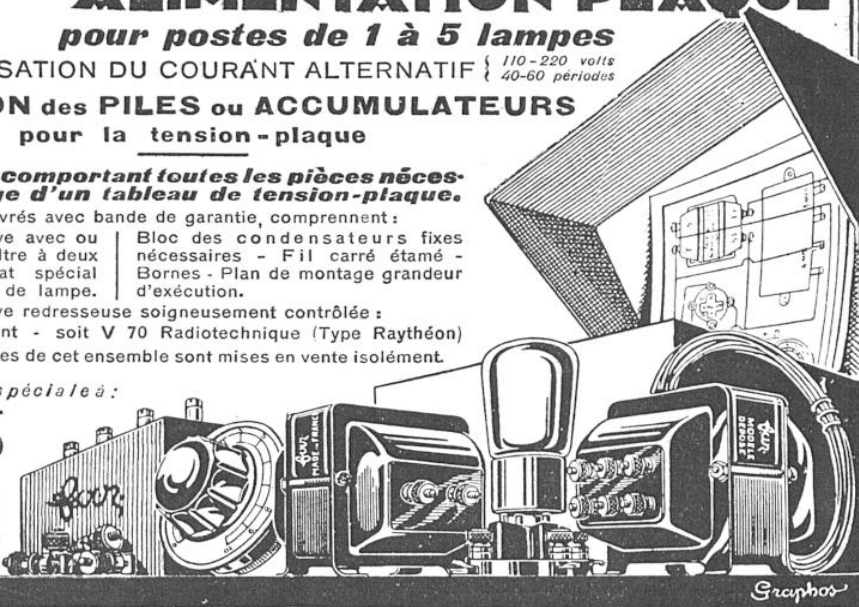
Ces ensembles, livrés avec bande de garantie, comprennent :

Transformateur pour valve avec ou sans filament - Self de filtre à deux enroulements - Rhéostat spécial "secteur" - Support de lampe.	Bloc des condensateurs fixes nécessaires - Fil carré étamé - Bornes - Plan de montage grandeur d'exécution.
---	---

ainsi qu'une valve redresseuse soigneusement contrôlée :
 soit V 20 Fotos Grammont - soit V 70 Radiotechnique (Type Raythéon)
 Toutes les pièces détachées de cet ensemble sont mises en vente isolément.

Demandez la notice spéciale à :
A. F. VOLLANT, Ing.
 Agent Général
 31, Av. Trudaine - Paris (9^e)

ÉTABLISSEMENTS
ANDRÉ CARLIER
 13, Rue Charles-Lecocq
 (ex - Passage Dehaynin)
 PARIS (15^e)



Graphos

ZENITH

**pour le voyage,
pour le sport.**



Herold & Co

Pour tous ceux qui s'intéressent à la Science et à l'Industrie
voici, enfin, l'ouvrage attendu :

LES MERVEILLES DES SCIENCES ET DE L'INDUSTRIE

Par **Eugène-H. WEISS**
Ingénieur des Arts et Manufactures

Au moment où la Science s'affirme comme la Reine de l'Univers, cet ouvrage dresse un vaste inventaire des découvertes théoriques et des progrès immenses des sciences appliquées. La Science et l'Industrie donnant au monde contemporain son aspect caractéristique, on trouvera dans cet ouvrage tout ce qui résume ce double aspect de la question : à la fois

**les derniers progrès des sciences pures
et la fabrication de tout ce qui nous entoure.**

On y passe en revue, par le menu, tout ce qui est digne d'être inventorié

DU LABORATOIRE DU SAVANT A L'USINE MODERNE

Le classement des matières par ordre alphabétique
permet une consultation aisée et rapide.

De très abondantes et de très curieuses illustrations éclairent
les **textes précis et accessibles à tous.**

Aperçu des sujets traités dans l'ouvrage :

L'Électricité et ses merveilles.
Les plus grands Travaux du monde.
La Féerie de la T. S. F.
Les Mystères de l'Astronomie.
Les Trésors des entrailles du globe.
Tous les Progrès de la Médecine.
Les plus récentes Créations de la Mécanique moderne.
La Physique moderne et ses Trouvailles.
Les Inventions nouvelles et leurs Applications.
Les Prodiges de la Chimie d'aujourd'hui.
Les Machines remplacent l'homme.
Les Révélation du fond de la Mer.
Les plus grandes Cultures du Monde.
Les derniers Perfectionnements des Chemins de fer.
L'Aéronautique actuelle et son avenir.
Les Machines géantes.
Les Merveilles du Cinéma.
Les Cités flottantes et les Gratte-ciel.
Les Pêches miraculeuses.
Le Pétrole, roi du monde.
Les mille et un Prodiges de la Métallurgie, etc., etc.

2 superbes volumes

grand format (0,31x0,24)

400 articles

**925 illustrations en noir.
12 hors-texte en couleurs.**

ON PEUT SOUSCRIRE SOUS
TROIS FORMES AU CHOIX :

en 2 volumes brochés. **180."**

en 2 volumes reliés demi-chagrin rouge ou vert, décoration or, fers spéciaux, tête dorée. **260."**

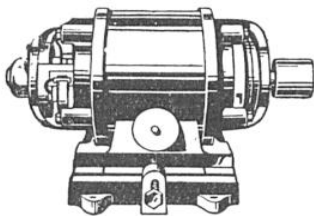
en 2 volumes reliés amateur luxe. **300."**

**20 fr.
par mois**

ou au comptant, à réception, avec
5% d'escompte.

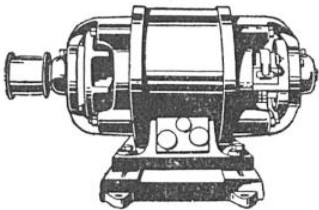
HACHETT

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 ELECTRIQUES MINICUS
 Société Anonyme au Capital de 450.000
39, RUE DE PARIS - ASNIERES
 TELEPHONE GREGILLONS 07-71

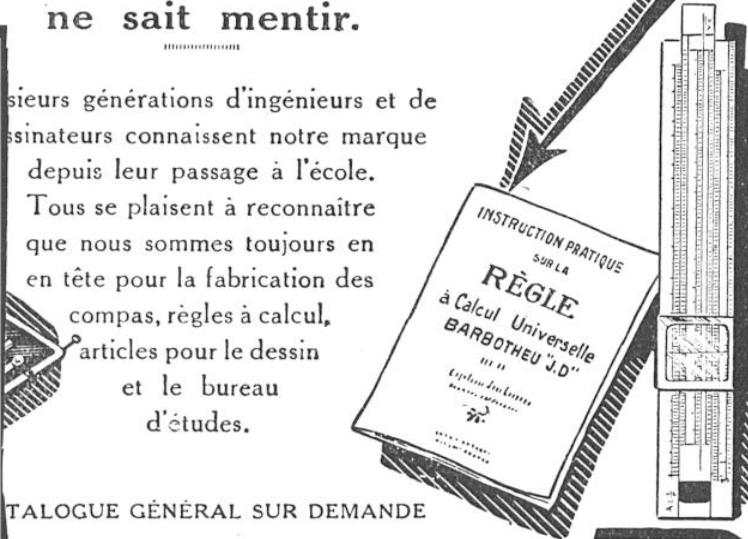
Demandez notre tarif B. 15

A vieille réputation, bonne marque
ne sait mentir.

Plusieurs générations d'ingénieurs et de dessinateurs connaissent notre marque depuis leur passage à l'école. Tous se plaisent à reconnaître que nous sommes toujours en tête pour la fabrication des compas, règles à calcul, articles pour le dessin et le bureau d'études.

CATALOGUE GÉNÉRAL SUR DEMANDE

ARBOTHEU USINE :
 GRANDE MARQUE FRANÇAISE 97, Rue de la Jarry
VINCENNES (SEINE)



LA PUBLICITÉ LA PLUS MODERNE



1° *Les Nouvelles Lumineuses.*

Journal lumineux du soir, publiant les dernières nouvelles du monde entier, défilant sur un panneau extérieur de 13 à 25 mètres de longueur (environ 1.500 lampes) de minute en minute en lettres de 1 à 2 mètres de hauteur. En même temps, sur l'appareil passe la publicité pour les maisons commerciales. Ces appareils sont installés dans les plus grandes villes du monde (Paris : 35, boulevard des Capucines, etc.).

Pour l'achat et l'installation complète de ces appareils s'adresser comme ci-dessous.

2° *Appareils lumineux dans les vitrines,*

à texte interchangeable. Ils sont constitués par un coffre en tôle laquée, avec un cadre ; la face est disposée pour la composition facile de textes variables, comportant de 3 à 10 lignes. Les lettres sont de 3 à 4 couleurs d'une luminosité exceptionnelle.

Prix : De 125 à 500 francs, suivant la dimension

3° *Tout autre article et Appareils de la publicité.*

S'adresser au Directeur, Ingénieur E. NAIMANE
Société " EMSO "

à PARIS, 5, rue Henri-Duchène -:- Tél. : Ségur 27-43

Personnes s'intéressant à nous représenter dans les régions de France et à l'étranger où nous ne le sommes pas encore, peuvent s'adresser, comme ci-dessus.

PHOTO-OPÉRA

21, Rue des Pyramides (Avenue Opéra) - PARIS (1^{er})

APPAREILS PHOTOGRAPHIQUES DE MARQUE

Catalogue : 1 fr. 50

(Vente et échange)

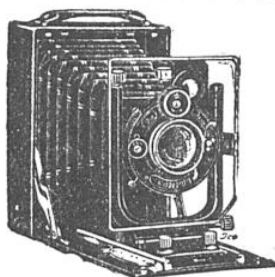
Liste occasion : 0 fr. 50

ICARETTE - COCARETTE - ROLLEIDOSCOP - ÉTUI CAMERA - EKA KRAUSS
MENTOR - KINAMO - KINOX - CINÉ KODAK - KODASCOPE - MOTOCAMERA

GRAND CHOIX DE PHONOS PORTATIFS depuis 195^{FR}

POLYDOR : 1.150 - GRAMOPHONE : 1.300 et toutes Marques

Tous les Disques -- Toutes les Nouveautés



T.S.F.

POSTES RADIO-OPÉRA

et Postes en Pièces détachées

FACILES À CONSTRUIRE SOI-MÊME

Catalogue Radio complet 3.50; Notice 0.50



PILE FÉRY

PILE SÈCHE GGP

à dépolarisation par l'air

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

Un zinc et une charge durent :

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

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

CHAUFFAGE DIRECT 1.000 heures
sans accus (Pile SUPER 3)

Durée d'écoute :

TENSION-PLAQUE 1.600 heures
3 lampes - Bie 32.71

TENSION-PLAQUE 800 heures
6 lampes - Bie 32.71

CH. DES FILAMENTS 800 heures
4 lampes - Bie 4.63

ÉTABLISSEMENTS GAIFFE-GALLOT & PILON

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 12.000.000 DE FRANCS

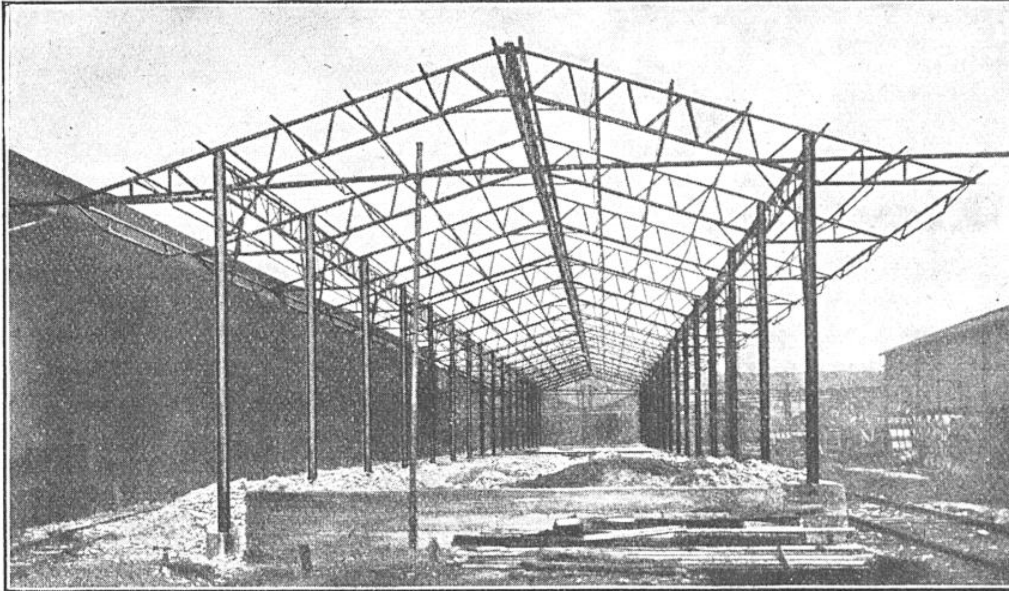
23, rue Casimir-Périer, 23 - PARIS (7^e arrond^t)

Téléph. : Littré 26-57 et 26-58

R.C. SEINE 70.761

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

La SÉRIE 39 à LA MAILLERAYE-s.-SEINE (Seine-Inf.)



Nous avons le plaisir, ce mois-ci, de soumettre à nos honorés lecteurs une photographie de l'ossature métallique d'un hangar dans la SÉRIE 39 livrée à la SOCIÉTÉ DES HUILERIES DE LA MAILLERAYE et posé par la MAISON RICHER, de CAUDEBEC-EN-CAUX.

Cette construction présente quelques caractéristiques assez intéressantes. D'abord, elle est montée exclusivement en éléments de notre SÉRIE 39 de hangars en acier. Ensuite, quoique mesurant 80 mètres de long, elle a été livrée entièrement de nos réserves en magasin, le chargement sur wagon s'effectuant le *onzième jour* après la réception de la commande ferme.

Etant intimement persuadés que nos honorés lecteurs seraient heureux de connaître les dimensions exactes de cette construction ainsi que son prix, nous pouvons, sans indiscretion, soumettre à leur approbation les renseignements suivants :

Longueur totale.....	80 m. 66.
Portée entre les faces intérieures des poteaux.....	7 mètres.
Largeur totale, avec auvents des deux côtés.....	11 mètres.
Hauteur sous auvent.....	4 mètres.
Superficie totale.....	887 mètres carrés.

La facture se détaillait de la manière suivante :

17 fermes n° 16 bis de la SÉRIE 39, complètes avec auvents des deux côtés, au prix unitaire de 780 francs.....	13.260	»
16 séries de poutres sablières et poutres faitières (dites entretoises) pour relier les fermes entre elles, au taux de 441 francs.....	7.056	»
224 pannes en acier à treillis pour toiture en fibro-ciment ondulé....	7.984	»
210 éclisses métalliques, au taux de 7 francs.....	1.470	»

PRIX GLOBAL 29.770 »

La réussite parfaite de ce grand hangar dépend du fait que nos honorés clients ont su se rendre compte de la très grande commodité de la SÉRIE 39, qui leur a permis de se rendre acquéreurs, sans aucun délai, d'une construction non seulement relativement importante en elle-même et peu coûteuse, mais qui leur donne en même temps exactement le hangar qu'ils désirent et qu'ils peuvent prolonger à tout instant lorsqu'il leur plaira d'y ajouter d'autres travées.

En effet, la SÉRIE 39 est d'un emploi universel. Elle se trouve en 74 départements et en toute colonie française ainsi qu'en bien d'autres pays d'outre-mer. Nous fabriquons à l'avance 28 modèles distincts, et toute notre énergie se concentre sur la production et la mise en magasin d'un stock suffisant de chaque modèle nous permettant de donner à nos honorés lecteurs cette livraison immédiate qu'ils réclament de plus en plus.

A tout lecteur intéressé, nous nous ferons un plaisir d'envoyer franco et par retour de courrier une brochure donnant les prix et les dimensions des 1.200 combinaisons possibles dans la SÉRIE 39.

NOTA. — Pour visiter cette construction, il faudra demander l'autorisation au siège social des Huileries de la Mailleraye, 79, rue de Miromesnil à Paris.

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

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

Où en est notre connaissance des métaux? Grâce aux progrès des sciences physiques et chimiques, nous avons aujourd'hui des notions précises sur les propriétés mécaniques des métaux et des alliages en vue de leurs applications

Marcel Boll .. 271
Docteur ès sciences.

Le plus gros électro-aimant du monde vient d'être construit en France : il permettra aux savants d'effectuer d'intéressantes expériences sur les propriétés de la matière

Jean Marival .. 282

Que savons-nous de la foudre? Comment on explique aujourd'hui les diverses formes de l'éclair (fulgurant, en boule, en chapelet)

L. Houlléviq. .. 285
Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Le sort de la France industrielle dépend de son électrification. Dans un demi-siècle, les mines de charbon seront épuisées, et, dans notre pays, près de 30.000 communes n'ont pas encore l'électricité.. ..

Jean Marchand .. 289
Ingénieur I. E. G.

La météorologie au service de l'aviation

Maurice Jouven .. 299

Le musée technologique de Munich vulgarise l'évolution de l'industrie moderne

P. C. .. 309

La grue la plus puissante du monde

Jacques Maurel .. 313

Le vol sans moteur et les concours de la Rhœn et de Vauville

René Doncières .. 315

La tourbe doit fournir un carburant économique pour nos moteurs d'automobiles

Jean Labadié .. 323

L'air comprimé est un auxiliaire puissant et souple de l'industrie moderne

Lucien Fournier .. 330

Le chauffage domestique par les appareils à combustion totale est extrêmement économique

Henri Saint-Benoît .. 345

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

V. Rubor .. 348

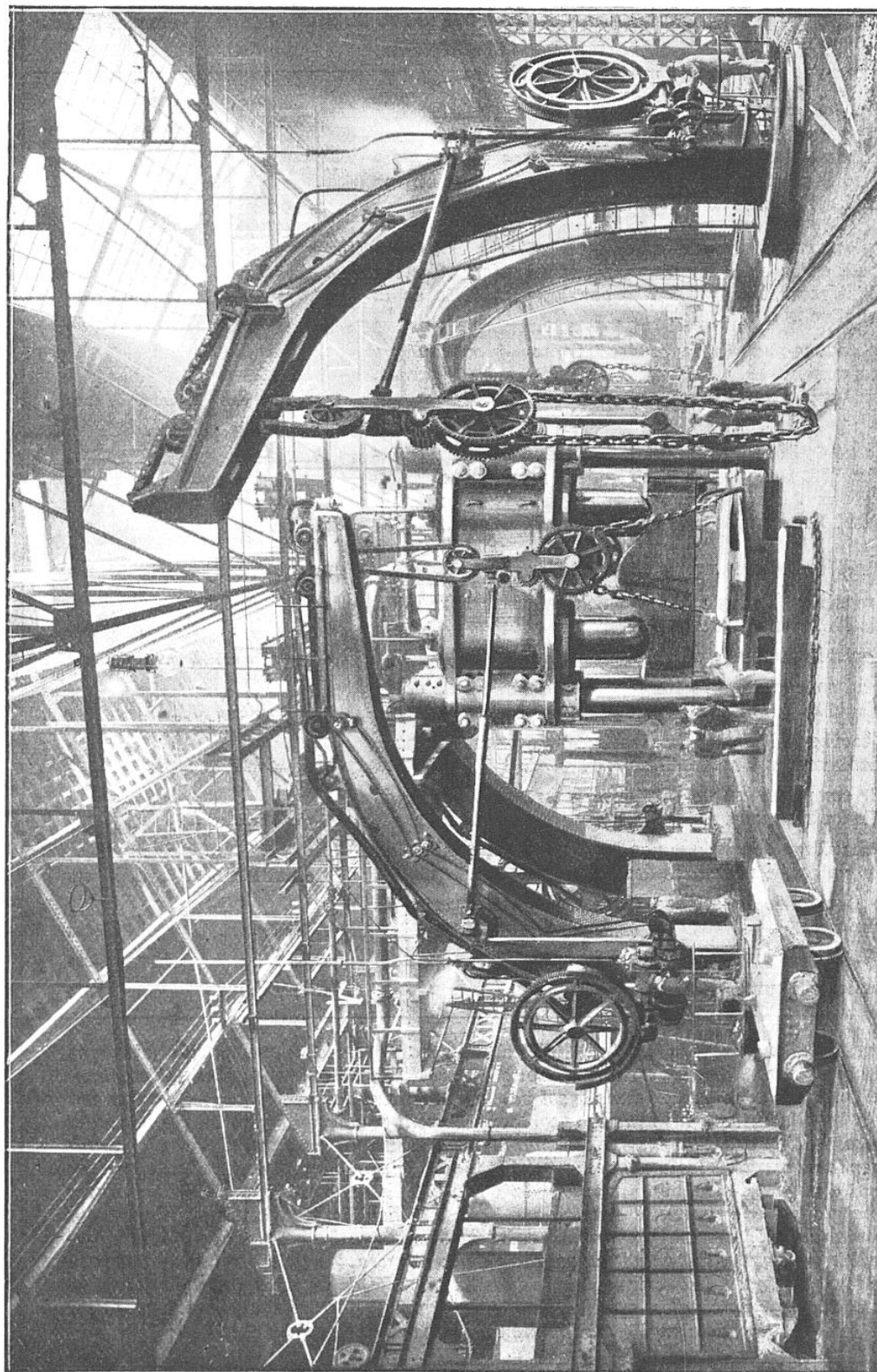
La T. S. F. et les constructeurs

S. et V. .. 353

Chez les éditeurs

S. et V. .. 354

Dans tous les domaines, les industries de tous les pays réclament, chaque jour, une somme plus considérable d'énergie. Longtemps celle-ci fut obtenue grâce à la combustion du charbon accumulé dans le sol par le lent travail des siècles. Aussi l'extraction de la houille suivant un rythme incomparablement plus rapide que sa formation et la prospection des nouveaux gisements étant de plus en plus rare, il faut bien envisager le moment où les houillères seront épuisées. D'après les géologues, cette période serait d'un demi-siècle environ pour la France. Il est, par contre, une autre source d'énergie qui se renouvelle constamment, c'est la houille blanche. La France est à ce point de vue favorisée, puisqu'on évalue à 10 millions de chevaux la puissance disponible de ses chutes! Sur la couverture de ce numéro, l'artiste a représenté la production de l'énergie électrique par la houille blanche, le transport de l'électricité et l'une de ses principales applications : la traction ferroviaire électrique. (Voir l'article sur l'électrification à la page 289 de ce numéro.)



(Litho Schneider et C^o.)

LE TRAVAIL DES MÉTAUX NÉCESSITE DES MACHINES PUISSANTES ET COMPLEXES

Ensemble d'une presse d'une force de 8.000 tonnes, dite presse à « gabarier », c'est-à-dire servant à façonner les tôles (principalement par écrasement et par flexion), suivant un modèle établi à l'avance.

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, Octobre 1928 - R. C. Seine 116.544

Tome XXXIV

Octobre 1928

Numéro 136

OÙ EN EST NOTRE CONNAISSANCE DES MÉTAUX ?

Grâce aux progrès des sciences physiques et chimiques, nous avons aujourd'hui des notions précises sur les propriétés mécaniques des métaux et des alliages en vue de leurs applications.

Par Marcel BOLL

DOCTEUR ÈS SCIENCES

Dans la métallurgie et la construction mécanique modernes, on emploie couramment les termes suivants : compressibilité, rigidité, plasticité, malléabilité, ductilité, ténacité, dureté, fragilité, qui répondent à des notions très précises pour définir les qualités d'un métal ou d'un alliage. Cependant, peu de personnes, en dehors des techniciens, seraient capables de définir exactement ces propriétés et, par suite, de s'en faire une notion précise au point de vue pratique. Or tous les problèmes de la construction métallique, qu'il s'agisse des bâtiments industriels, des navires, des machines, des avions, reposent sur la connaissance rigoureuse des « propriétés mécaniques » des métaux, qui constituent l'une des branches les plus importantes de l'étude de la « résistance des matériaux ». Grâce aux progrès de la physique moderne, les techniciens ont su réaliser des « constructions » et des « mécaniques » dont la légèreté aurait paru, il y a encore quelques années, incompatible avec la solidité et la durée. Il y a peu d'années encore, les organes de la construction moderne auraient nécessité, par suite, l'emploi de quantités de matériaux beaucoup plus considérables que ceux que l'on usine actuellement pour obtenir les pièces finies. Pour ces différentes raisons, il nous a paru d'un intérêt pratique d'exposer ici à nos lecteurs cette technique spéciale de l'étude des métaux, dont la connaissance est indispensable pour comprendre l'évolution de la métallurgie moderne. On pourra se rendre compte ainsi, avec aisance, des efforts auxquels on soumet actuellement les métaux, grâce aux propriétés que la science appliquée a su leur faire acquérir, pour leur donner le maximum de résistance à ces efforts.

PARMI tous les corps solides, dont les propriétés sont appliquées avec tant de sagacité dans toutes les branches de l'industrie, il n'en est pas dont l'intérêt l'emporte sur celui des « métaux », en entendant, par là, — comme on le fait toujours dans la pratique — à la fois les *métaux purs* (comme le cuivre des câbles électriques ou le fer doux) et les *alliages* (comme le laiton ou l'acier). Nous sommes tellement familiarisés avec les propriétés des « métaux », ces pro-

priétés font si bien partie de notre expérience quotidienne que nous n'y faisons plus attention ; mais leur étude soulève une infinité de problèmes, qui restent souvent inaperçus, mais qui importent au plus haut point à tous les techniciens et aussi à tous ceux qui veulent comprendre ce qui se passe autour d'eux.

Nous nous proposons de mettre au point cette intéressante question. Nous nous occuperons tout d'abord de définir et de préciser

les *propriétés mécaniques* des « métaux », ce qu'on appelle d'ordinaire la « résistance des matériaux », c'est-à-dire leur compressibilité, leur rigidité et leur plasticité, leur malléabilité, leur ductilité, leur ténacité, leur dureté et leur fragilité; il suffit de nommer ces huit substantifs pour constater l'embarras avec lequel un esprit non préparé pourrait les distinguer les uns des autres. Nous nous occuperons prochainement de la *constitution* de ces corps, ce qui nous permettra de comprendre deux notions non moins essentielles : l'*écrouissage* et la *trempe*.

Comment peut-on agir mécaniquement sur les corps solides

Au point de vue géométrique, un corps solide est caractérisé par deux propriétés, son *volume* et sa *forme*; d'où trois modes d'action possibles, suivant qu'on modifiera l'un, l'autre ou l'un et l'autre.

1° On modifiera le volume sans toucher à la forme : c'est le cas d'un sous-marin plongée; on dit que le corps en question est soumis à une compression uniforme ou, plus brièvement, à une *compression*; le corps subit une contraction sans déformation;

2° On modifie la forme sans toucher au volume : ce mode d'action se rencontre dans l'effort latéral ou *cisaillement* qu'éprouvent les rivets d'assemblage, et aussi dans la *torsion* des arbres des machines; le corps subit une déformation sans contraction ni expansion;

3° On agit en même temps sur le volume et sur la forme; citons, comme exemples, la *traction* à laquelle on soumet, dans les essais, les barres métalliques; l'*écrasement* des socles des objets ou des fondations des édifices; la *flexion* des poutres encastrees à leurs deux



DENIS-POISSON

Savant français (1781-1840), un des fondateurs de la théorie de l'élasticité.

extrémités et chargées en leur milieu.

La compression

Alors que les gaz sont très compressibles, les liquides et les solides le sont infiniment moins; mais les récents progrès dans la mesure des volumes et dans la réalisation des hautes pressions ont permis de déterminer toutes les compressibilités avec une grande approximation.

Pour les liquides et pour les solides, on utilise des presses hydrauliques ou des piézomètres, dont la figure 1 fait comprendre le principe. Une éprouvette en verre très résistante renferme un manomètre et le corps à étudier; on remplit complètement d'eau et, au moyen d'une vis, on

enfonce le piston, supposé complètement étanche. Des dispositifs de détail permettent de mesurer la diminution de volume pour chaque pression et, bien entendu, on tient compte des erreurs provenant de la compressibilité de l'eau et de la déformation du récipient. Les résultats obtenus sont représentés par le graphique 2, relatif à l'aluminium : une pression de 1.000 atmosphères (à peu près 1.000 kilogrammes par centimètre carré) amène une contraction de 1,3

pour 1.000; un centimètre cube d'aluminium n'a plus qu'un volume de 998,7 millimètres cubes. En général, un corps a une compressibilité d'autant plus grande qu'une pression plus petite y cause une diminution relative de volume plus considérable. Le cuivre et le fer sont deux fois moins compressibles; le plomb, à peine deux fois plus; l'air possède une compressibilité 750.000 fois plus grande ou, si l'on préfère, l'aluminium est 750.000 fois moins compressible que l'air; le fer, un

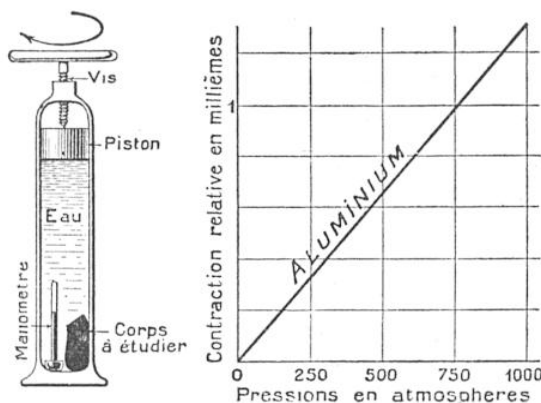


FIG. 1 ET 2. — COMMENT ON MESURE LA COMPRESSIBILITÉ DES SOLIDES

On enferme le solide à étudier, avec un manomètre, dans un piézomètre rempli d'eau et, pour chaque pression (obtenue par serrage de la vis), on détermine la diminution de volume (ou contraction). Le graphique de droite montre que les contractions sont proportionnelles aux augmentations de pression.

million et demi de fois moins compressible que l'air.

Le graphique 2 nous suggère une remarque très importante : les contractions sont proportionnelles aux augmentations de pression (aux compressions) ; le graphique représentatif est une ligne droite, à l'aller comme au retour, pendant la compression et pendant la décompression. En particulier, lorsqu'on supprime toute compression, le volume revient à sa valeur primitive : de tels effets sont appelés *temporaires* ou *élastiques* ; le mot « temporaire » s'entend de lui-même (son

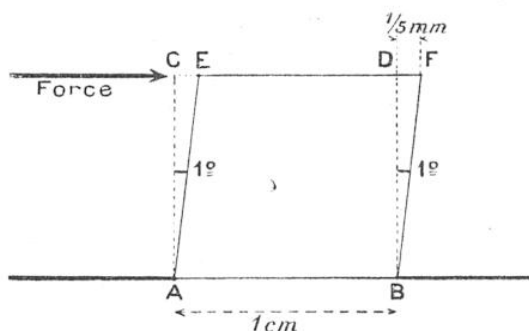


FIG. 3. — CISAILLEMENT D'UN CUBE D'ALUMINIUM

La base AB est encastree ; pour faire glisser la base supérieure de ce cinquième de millimètre (de CD en EF), il faut exercer une force tangentielle.

opposé est « permanent » ; le mot « élastique », dont l'opposé est « plastique », indique seulement ce retour au volume initial lorsqu'on revient aux conditions du début (pression atmosphérique). On constate, en outre, que l'état du métal, sa constitution interne, n'a pas varié (1) ; et c'est là une loi tout à fait générale : tant qu'on a affaire à des modifications élastiques, il n'y a jamais changement de la constitution interne ni, par conséquent, des propriétés du métal.

Le cisaillement et la torsion

À l'inverse de la compression qui donne naissance à une contraction sans déformation, cisaillement et torsion occasionnent des déformations sans variation de volume, tout au moins lorsqu'on reste dans le domaine des actions élastiques. Le cisaillement est plus facile à définir ; la torsion, qui n'est qu'une somme de cisaillements, est plus facile à réaliser.

Considérons, par exemple, un centimètre cube d'aluminium, dont la base inférieure

(1) Suivant le terme que nous définirons plus tard, le métal ne s'est pas écroui (même si la compression atteint des dizaines de milliers d'atmosphères).

est encastree ; la figure 3 le représente en coupe $ABCD$; sur la base supérieure, nous faisons agir une force dans le sens indiqué par la flèche ; sans qu'il soit nécessaire d'insister davantage, cette force agit à la manière d'un couperet, c'est une force « tangentielle », produisant un *cisaillement*. Si la pression est suffisante, toutes les couches horizontales vont glisser les unes sur les autres, et le cube de section $ABCD$ se transformera en un parallélépipède de section $ABEF$. On dira qu'un métal possède une *rigidité* d'autant plus grande qu'il faut appliquer une pression plus grande pour occasionner un angle de glissement CAE plus petit. Nous n'étonnerons per-

sonne en affirmant que la rigidité des métaux est considérable : pour faire glisser la section supérieure de $1/5$ de millimètre, en d'autres termes, pour que l'angle de glissement fût d'un degré, on devrait appliquer une pression de 5.000 kilogrammes par centimètre carré. Le cuivre est deux fois plus rigide que l'aluminium ; le fer, trois fois plus que l'aluminium ; le plomb, trois fois

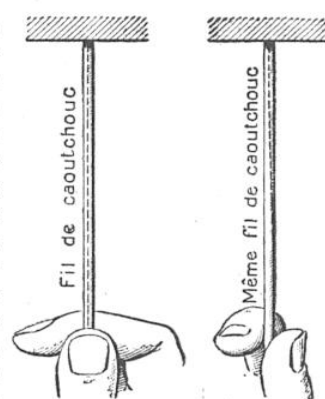


FIG. 4 ET 5. — EN QUOI CONSISTE LA TORSION
On saisit (fig. 4) entre le pouce et l'index le bout d'un fil de caoutchouc dont l'autre extrémité est fixée ; puis (fig. 5) on fait tourner la main de 90°.

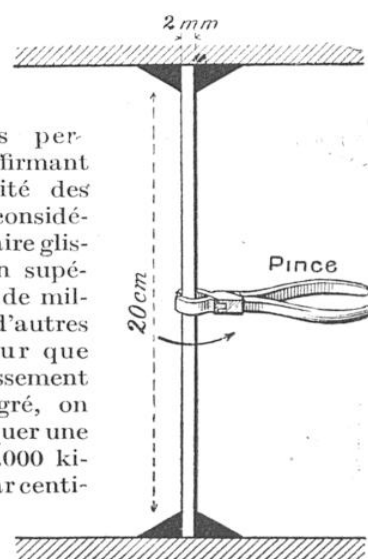
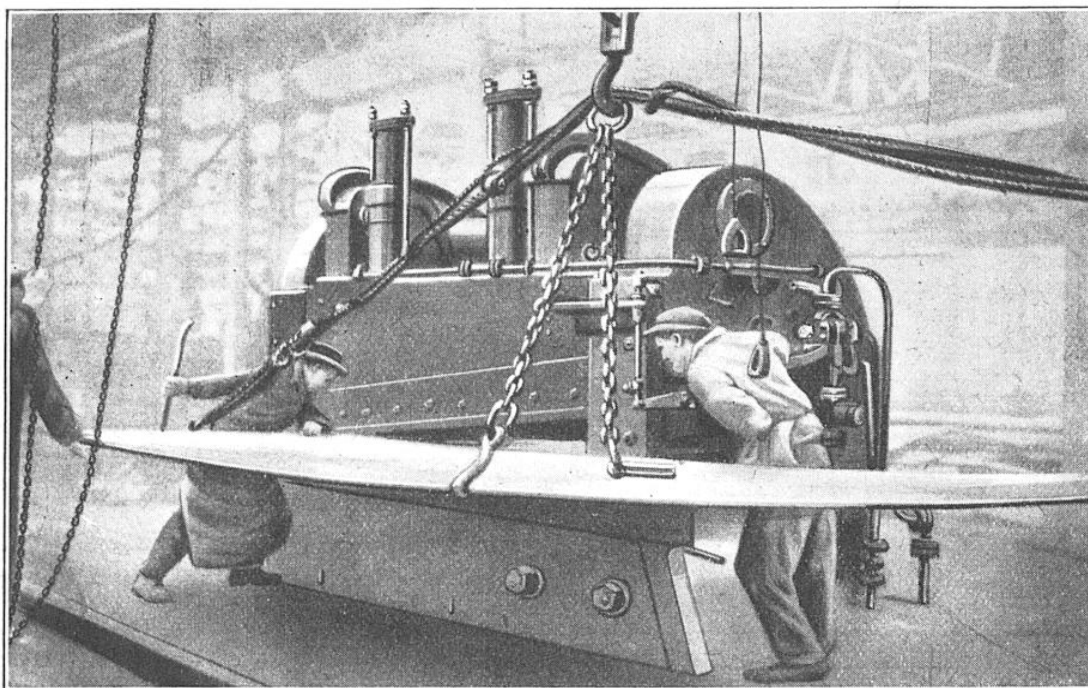


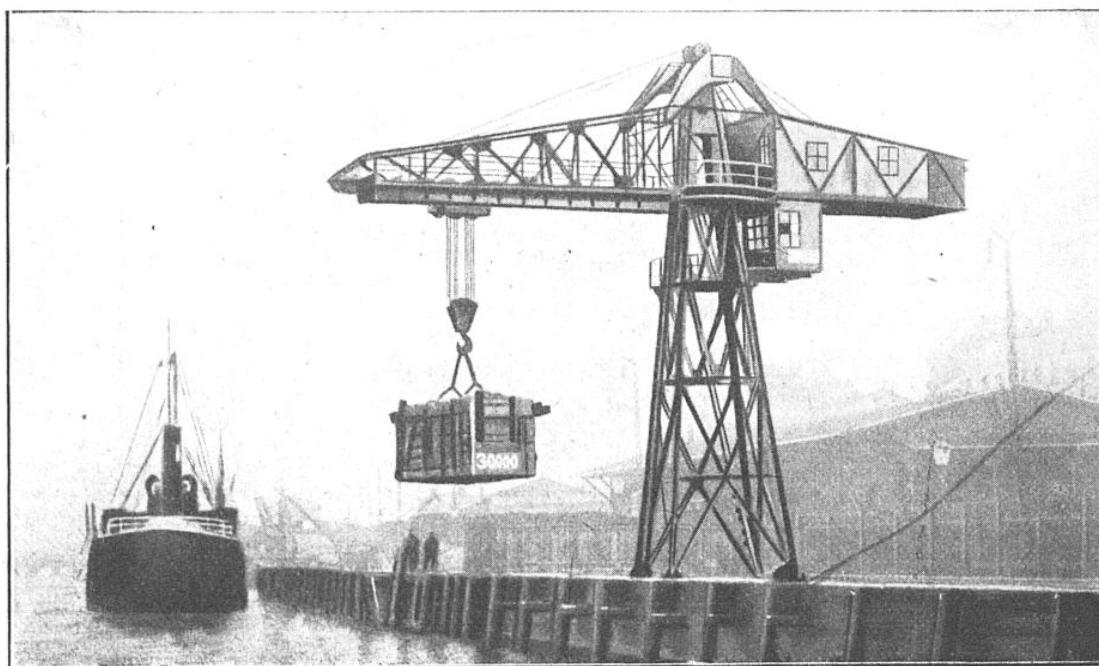
FIG. 6. — LA TORSION D'UNE TIGE D'ALUMINIUM

La tige est encastree à ses deux bouts ; on saisit son milieu avec une pince dans les conditions actuelles, il suffit de faire agir sur la pince une force de 5 hectos à 6 centimètres de l'axe de la tige.



LE CISAILLEMENT

La cisaillon représentée ci-dessus (qui fonctionne hydrauliquement) peut couper des tôles de 1 m 50 de largeur et de 25 millimètres d'épaisseur.



Cliché Demag.

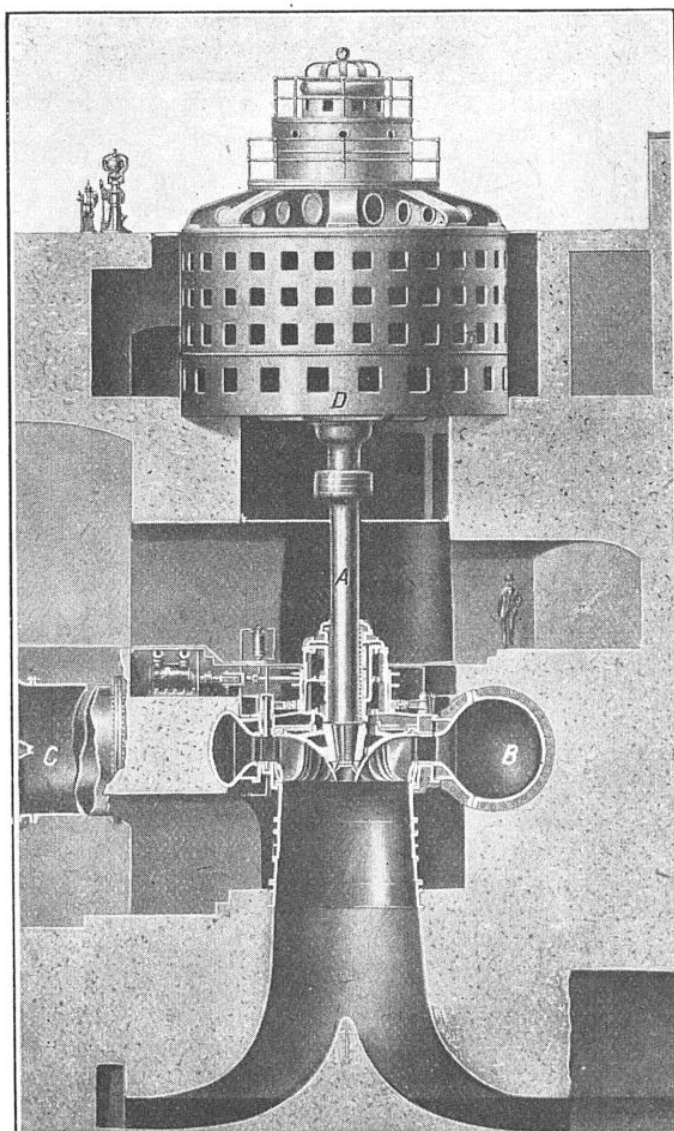
LA FLEXION

Dans cette grue pivotante (force de 30 tonnes), le bras en porte à faux travaille à la flexion.

moins rigide que l'aluminium, neuf fois moins rigide que le fer. Pour tout dire, la rigidité se définit le plus simplement comme étant la résistance au cisaillement ; et on vérifie que le cisaillement ne change pas le volume, tant qu'on se maintient dans le domaine des déformations temporaires (ou élastiques), tant que la pression appliquée n'est pas suffisante pour produire une déformation permanente (ou plastique).

Le cisaillement, aisé à définir, est d'une réalisation pénible ; mais la torsion se conçoit facilement comme une somme de cisaillements : lorsqu'on tord entre les doigts une corde de caoutchouc, dont l'autre bout est fixe (fig. 4), les doigts exercent précisément un effort tangentiel (1) ; notre figure représente le cas où l'angle de torsion est de 90° . L'extrémité inférieure a donc tourné de cet angle ; la section médiane tourne d'un angle deux fois moindre et, si nous avions tracé à l'encre une ligne droite le long du fil, cette ligne serait devenue une hélice. Le caoutchouc

(1) Un effort normal à la section serait une traction qui allongerait le fil.



LA TORSION

Cette figure représente une turbine hydraulique du type Francis (55.000 ch) ; l'eau arrive en C ; l'arbre A qui met en mouvement l'alternateur D, travaille à la torsion. (Le diamètre de cet arbre, qui est comparable à celui du corps humain, montre l'importance de l'effort demandé en régime normal.)

serait obtenue qu'avec un couple (1) 16 fois plus grand, soit 16 kilogrammes à 3 centimètres ou 8 kilogrammes à 6 centimètres.

Ne négligeons pas de faire remarquer que les deux déformations représentées par les figures 3 et 6 sont identiques de nature :

(1) On appelle « couple » l'effort qui produit une torsion : c'est le produit de la force par le bras de levier.

convient parfaitement pour illustrer la torsion, car il est extrêmement peu rigide ; mais ce que nous venons de dire s'appliquerait aussi bien aux métaux, à la condition, naturellement, de faire intervenir des efforts suffisants. En reprenant l'aluminium comme exemple (fig. 6), on peut chercher à tordre de 90° (au moyen d'une pince) le milieu d'une tige de 20 centimètres de long et de 2 millimètres de diamètre : si nous disposons d'une force d'un kilogramme, il faudra l'appliquer à 3 centimètres de l'axe de la tige (bras de levier de 3 centimètres) ; à 6 centimètres, il suffirait d'une force deux fois plus faible (1/2 kilogramme), et ainsi de suite. Ajoutons qu'en opérant sur une tige de 4 millimètres de diamètre, une torsion de 90° ne

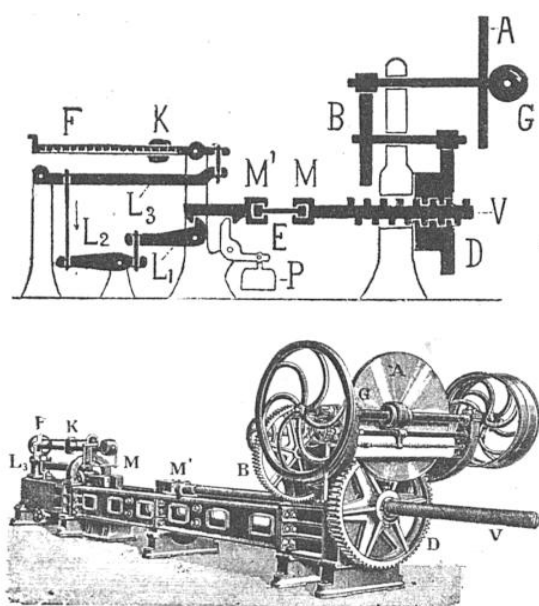


FIG. 7 ET 8. — MACHINE DE TRACTION
(FORCE : 100 TONNES)

L'éprouvette E est prise entre les deux mordaches M et M', dont la première est reliée à la vis de traction V, alors que l'autre transmet l'effort à la balance romaine, de fléau F et de curseur K (P représente un poids de contrôle). Le mouvement du moteur (transmis par une courroie à la poulie) produit la rotation du galet G qui frictionne sur le plateau A. La rotation de ce plateau, réduite par les engrenages B, se transmet finalement à une roue dentée D, clavetée sur un écrou. Cet écrou bute contre le bâti de la machine et fait reculer la vis V, d'où traction. Les leviers L_1 , L_2 et L_3 réduisent l'effort dans le rapport de 1.000 à 1 pour qu'on puisse le mesurer par la balance romaine.

sachant la pression qui cisaille le cube (fig. 3), on peut calculer le couple qui tord la tige (fig. 6). Et ceci, non seulement pour l'aluminium, mais pour les autres métaux (plomb, cuivre, fer,...).

La rigidité est donc la résistance à la torsion aussi bien qu'au cisaillement. Seuls les solides présentent de la rigidité ; au contraire, les liquides n'en ont pas, ce qui les empêche d'avoir une forme invariable (ou difficilement variable). Mais, comme liquides et solides possèdent une très faible compressibilité, ils ont, les uns et les autres, un volume pratiquement fixe dans les conditions habituelles, à l'inverse des gaz qui n'ont ni volume fixe ni forme fixe. On voit, du même coup, l'importance de ce que nous venons de dire sur la compressibilité et sur la rigidité, en ce qui concerne notre compréhension des états de la matière.

On peut, dans les essais de torsion, distinguer les déformations élastiques et les déformations plastiques ; mais nous allons trouver un exemple plus net et plus accessible dans le cas de la traction.

La traction et l'écrasement

La *traction* (ou étirage) consiste à allonger un cylindre — ou, comme on dit, une « éprouvette » — de métal en exerçant des forces sur ses deux bases terminales ; on réalise une traction en se reportant à la figure 4 et en déplaçant verticalement la main de haut en bas.

Bien que la traction soit l'essai de beaucoup le plus employé dans la pratique pour évaluer les propriétés mécaniques des alliages, c'est un phénomène fort complexe qui met en jeu à la fois la compressibilité et la rigidité : dépendant de la rigidité, la traction ne pourra être élastique que si les efforts exercés sont suffisamment minimes ; sinon, elle donnera lieu à des déformations plastiques (ou permanentes), en ce sens que le cylindre ne reprendra plus ses dimensions primitives, lorsqu'on l'aura replacé dans ses conditions initiales.

Nous avons reproduit (fig. 7 et 8) une « machine de traction » utilisée dans les essais industriels et nous emploierons, pour fixer les idées, une éprouvette d'aluminium de 10 centimètres de long et de 7 millimètres de rayon (donc de 154 millimètres carrés de section primitive) ; cette éprouvette est représentée en demi-grandeur par la figure 9, I. D'ailleurs, quelles que soient les dimensions et la nature du cylindre, on passe par les quatre stades suivants :

1^o *Stade de traction élastique*. Tant que la « tension » ne dépasse pas 4 kilogrammes

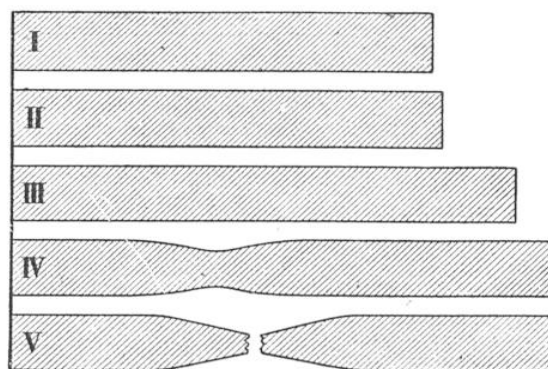


FIG. 9. — CE QUE DEVIENT UN CYLINDRE (I) REPRÉSENTÉ EN DEMI-GRANDEUR, LORSQU'ON LE SOUMET À DES EFFORTS DE TRACTION DE PLUS EN PLUS CONSIDÉRABLES

par millimètre carré, c'est-à-dire, pour les dimensions choisies, tant que la force n'atteint pas 616 kilogrammes, il y a proportionnalité entre les allongements produits et les tensions appliquées. Pour 4 kilogrammes par millimètre carré, l'allongement relatif est de 2 % ; la longueur est devenue 10 cm 2 (1) (fig. 9, II) ; ces deux nombres : 4 kilogrammes par millimètre carré (pour la tension) et 2 % pour l'allongement relatif définissent la *plasticité* de l'aluminium, c'est-à-dire la tension ou l'allongement relatif qu'il faut dépasser pour occasionner une déformation permanente. Ce premier stade

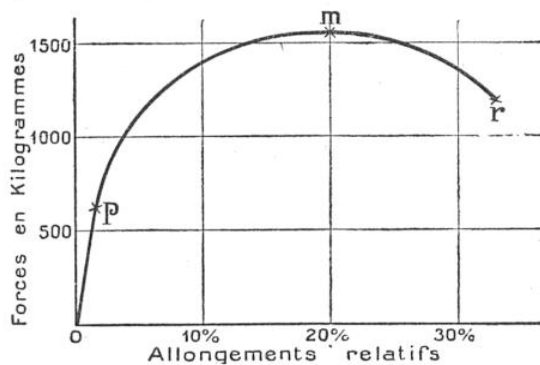


FIG. 10. — ESSAI DE TRACTION

Il s'agit du cylindre de la figure 9. Le graphique indique les allongements successifs lorsqu'on tire de plus en plus sur l'éprouvette.

de déformation est représenté par nos deux figures 10 et 11 : c'est la portion rectiligne Op de la figure 10, où on exprime les allongements relatifs en fonction de la force (en kilogrammes) appliquée à l'éprouvette ; c'est aussi la portion rectiligne OP de la figure 11, où les allongements relatifs sont rapportés à la tension (en kilogrammes par millimètre carré).

Remarquons que, tout le long de la déformation élastique, il y a proportionnalité entre les allongements relatifs, d'une part, et les forces ou tensions, d'autre part. Pour d'autres métaux, la plasticité se trouverait définie ainsi :

Fer	6 kg par mm ²	1 %
Cuivre	3 —	1 %
Plomb	1/2 —	10 % ;

On voit que le plomb est beaucoup plus plastique que l'aluminium ou le cuivre, et surtout que le fer, comme une expérience superficielle l'avait déjà enseigné à chacun de nous.

(1) Le rayon est devenu 6 mm 95.

2^o *Stade de traction plastique uniformément répartie.* Lorsqu'on dépasse les points p (fig. 10) ou P (fig. 11), c'est-à-dire lorsqu'on augmente encore la force de traction (ou la tension), les allongements relatifs croissent énormément — beaucoup plus que si on prolongeait les lignes droites Op ou OP —. On obtient alors l'apparence de la figure 9, III, ce qui, sur nos graphiques 10 et 11, correspond aux portions de courbe pm ou PM . Toute l'éprouvette s'amincit régulièrement ; mais elle reste partiellement allongée et amincie, quand on cesse l'effort appliqué : la déformation est plastique (ou permanente).

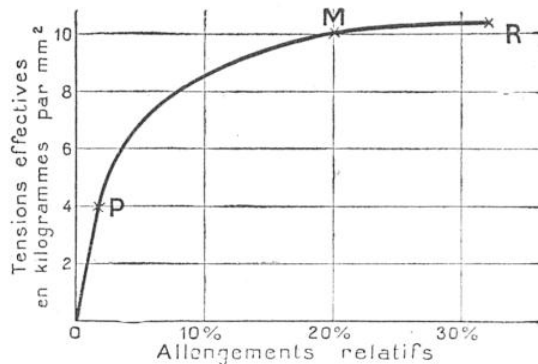


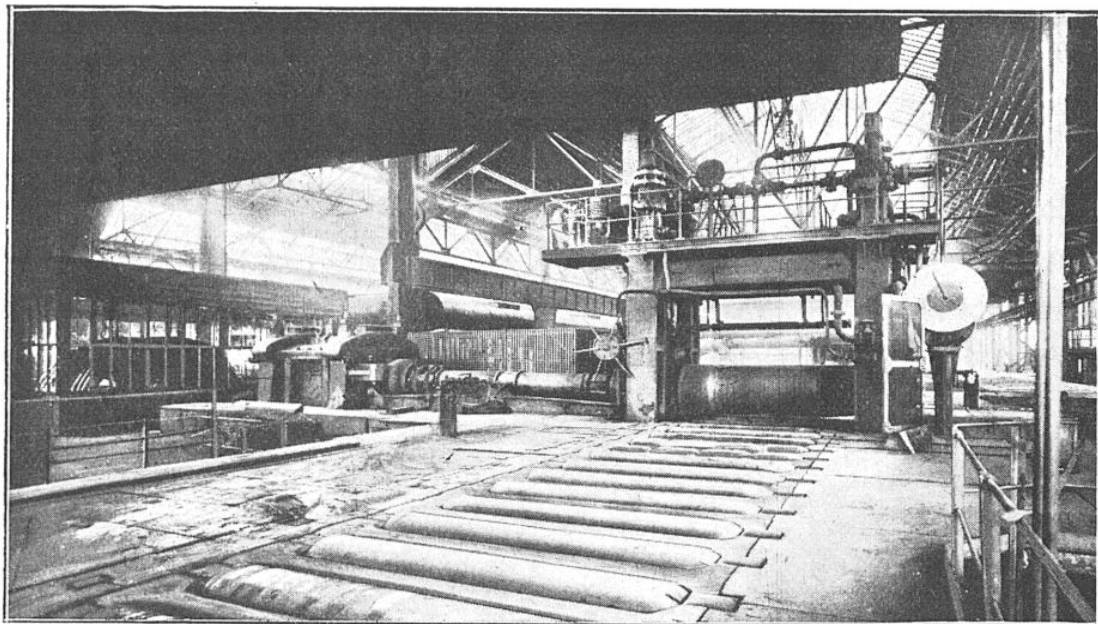
FIG. 11. — ESSAI DE TRACTION

Cette représentation est plus rationnelle que l'autre, car elle exprime les allongements en fonction de la tension effective que subit l'éprouvette.

3^o *Stade de striction.* Continuons à tirer toujours davantage, à partir des points m ou M . Il se produit un amincissement localisé, une « striction », comme le montre la figure 9, IV ; cette striction ne se produit pas nécessairement au milieu de la barre ; elle est due à un défaut d'homogénéité du métal, à l'existence d'une zone de moindre résistance mécanique (1). Nos deux graphiques 10 et 11 diffèrent alors notablement : dans les appareils industriels, on constate que la force appliquée (2) *diminue* (portion mr de la fig. 10) ; mais cette force se trouve répartie sur une section plus faible (la striction) et si, pour obtenir la tension effective, on divise la force (expérimentalement mesurée) par la section la plus faible, on trouve une tension qui reste sensiblement constante, comme le montre la portion MR de la figure 11.

(1) Des éprouvettes extrêmement homogènes se brisent simultanément en un grand nombre d'endroits différents.

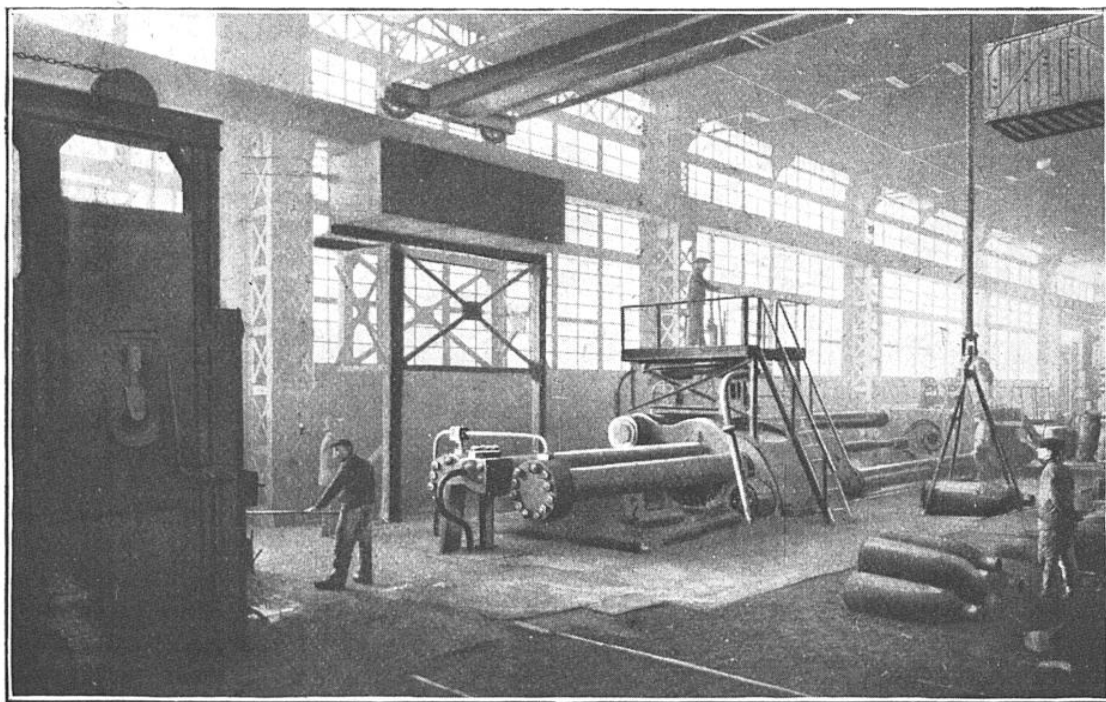
(2) Mesurée à la balance (fig. 7 et 8) ou au dynamomètre.



Cliche Delattre et Frouard.

LE LAMINAGE

Des tôles (1 m 10 × 3 m 40), roulant sur les galets du premier plan, passent entre les deux cylindres du laminoir, dont l'un est complètement visible, alors que l'autre ne présente, sur la photographie, que sa partie supérieure.



Cliché Schneider et Cie.

LE TRÉFILAGE

Cette presse à tréfiler (force 1.300 tonnes) est utilisée pour la fabrication des réservoirs de torpilles et des gros projectiles.

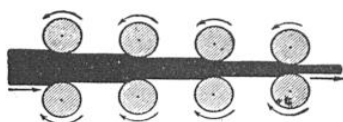


FIG. 12. — LA MALLÉABILITÉ
Un métal est malléable lorsqu'une lame se laisse amincir par des passages successifs entre les rouleaux (d'un laminoir) tournant en sens inverse.

4^e Stade de rupture. Et, finalement, le cylindre se brise, ainsi que l'indique la figure 9, V, à laquelle correspondent les points r et R de nos graphiques 10

et 11. Le point R , dont la signification est plus correcte, définit la *ténacité* de l'aluminium. La tension de rupture est 10 kilogrammes par millimètre carré et l'allongement relatif à la rupture, environ 30 %. Pour d'autres métaux, on aurait :

Fer	25 kg par mm ²	40 %
Cuivre	22 —	50 %
Plomb	2 —	500 %.

Il est à peine besoin de faire remarquer combien la notion de *tension de rupture* est importante au point de vue pratique : non seulement on ne s'approche pas de ces tensions exagérées, mais on adopte des coefficients de sécurité compris entre 5 et 10, c'est-à-dire qu'on n'applique jamais que des tensions égales au cinquième ou au dixième de celle qui produirait des catastrophes.

Un mot seulement pour définir l'*écrasement*, opération inverse de la traction : il suffit de remplacer allongement par raccourcissement, amincissement par épaissement, striction par renflement. La rupture se produit naturellement au point de plus forte section ; et la tension de rupture par écrasement est environ le double de la tension de rupture par traction, soit 20 kilogrammes par millimètre carré pour l'aluminium, 50 pour le fer, 40 pour le cuivre et 4 pour le plomb.

La flexion

D'un maniement mathématique délicat, la *flexion* ne fait intervenir aucune propriété nouvelle du métal ; elle est très voisine de la traction, puis-

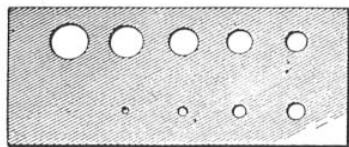


FIG. 13. — LA DUCTILITÉ
Un métal est ductile lorsqu'un cylindre se laisse tréfiler par des passages à travers les trous de plus en plus petits d'une filière.

qu'elle se rattache, de la même manière que cette dernière, à ces qualités fondamentales que sont la compressibilité et la rigidité.

La flexion la plus familière est celle des fils télégraphiques, qui, par suite de leur propre poids, ne conservent pas une forme rectiligne ; on retrouve la flexion non seulement dans les ponts (principalement dans les ponts suspendus), mais dans les planchers des édifices et, en général, dans l'équilibre des poutres, dans trois cas principaux : poutre encastree à une extrémité et libre à l'autre, poutre encastree à ses deux extrémités, poutre reposant tout simplement sur deux appuis à ses deux extrémités. Dans tous les cas, il se produit une « flèche » (c'est-à-dire un déplacement vertical maximum), qu'il est possible de calculer, lorsque le métal est connu, par un essai de traction.

Malléabilité et ductilité

A la plasticité et à la ténacité se rattachent d'autres qualités, qui offrent un intérêt pratique considérable dans le « travail » des métaux, c'est-à-dire dans la possibilité de leur donner une forme déterminée autrement que par la fusion : il

suffit de comparer le comportement d'un métal, sous l'action du marteau, avec celui du verre et du caoutchouc. Nous avons là le principe de toutes ces opérations fondamentales que sont le forgeage, le laminage, l'estampage, le dressage, l'emboutissage, le tréfilage,...

Un métal est malléable quand une lame peut s'amincir sans se déchirer sous l'influence du laminoir (fig. 12), de la presse ou, plus simplement, du marteau. La *malléabilité* est ainsi une combinaison entre une légère traction dans une certaine direction (horizontale) et un écrasement considérable dans une direction perpendiculaire (verticale). Comme traction et écrasement vont de pair, la malléabilité d'un métal dépendra principalement de sa ténacité.

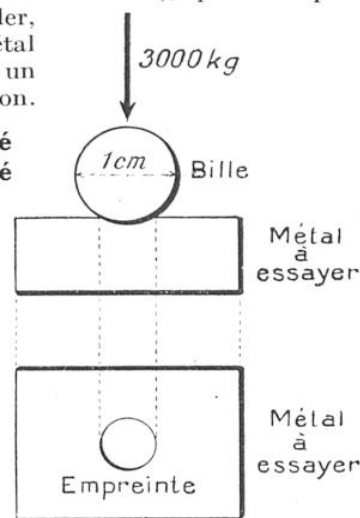


FIG. 14. — LA DURETÉ

On exerce une force de 3.000 kilogrammes (par exemple) par l'intermédiaire d'une bille sur le métal à essayer ; ce métal est d'autant plus dur qu'est plus petite l'empreinte laissée.

Un métal est ductile lorsqu'un cylindre se laisse « tréfiler » en fil fin par des passages successifs à travers les trous de plus en plus petits (fig. 13) d'une filière (plaque d'acier très dur). La *ductilité* est ainsi une combinaison entre une traction suivant l'axe d'un cylindre et un cisaillement appliqué à tout son pourtour, au moment de la traversée. On a une première idée de la ductilité d'un métal en connaissant son allongement relatif au moment de la rupture.

Malléabilité et ductilité sont des propriétés plus pratiques que théoriques : elles correspondent, l'une et l'autre, à la propriété que possède un métal de se déformer *sans se briser*, sous l'influence d'efforts dont la réalisation est particulièrement commode.

La dureté

La *dureté* est la résistance à la pénétration. Ce serait une erreur de croire qu'elle définit une seule propriété physique précise : un corps possède autant de duretés qu'il existe de manières de l'entamer. En fait, les divers corps se placent dans le même ordre pour les diverses duretés qu'on a pu définir et mesurer ; ces duretés interviennent principalement dans l'usure des pièces, dans le travail à la lime ou à la perceuse ; l'une d'entre elles sert de base à une méthode, très souvent employée à cause de sa grande simplicité et due au métallurgiste anglais Brinell.

Cette méthode consiste à appuyer fortement sur le métal à essayer une bille très dure (1) avec une force qu'on peut mesurer (fig. 14) et à déterminer ensuite la surface de l'empreinte ainsi produite. Un échantillon donné aura une dureté (superficielle) d'autant plus grande que la force exercée sera plus grande et que l'empreinte sera moins étendue : la dureté pourra donc s'exprimer en kilogrammes par millimètre carré.

Le « chiffre Brinell » correspond à la dureté d'un métal par rapport à une sorte particulière d'acier, ce qui présente un certain degré d'arbitraire ; cet arbitraire, on l'élimine en remplaçant la bille d'acier par une bille du même métal, et on obtient ainsi la dureté du métal par rapport à lui-même ou dureté absolue. Voici, pour les métaux qui nous ont servi d'exemples, les duretés absolues, mesu-

rées en kilogrammes par millimètre carré :

Aluminium.....	60
Fer	225
Cuivre	90
Plomb	10

On voit que les métaux se classent dans le même ordre pour la tension de rupture et pour la dureté ; cette dernière propriété offre l'avantage d'être mesurable beaucoup plus simplement.

La fragilité

Toutes les qualités qui précèdent : compressibilité et rigidité, plasticité et ténacité, dureté, sont relatives à des modifications extrêmement lentes, sans à-coup : elles sont des propriétés « statiques ». La propriété dynamique la plus importante est la résistance au choc (1) ou son inverse : la fragilité (ou non-résistance au choc). La considération de cette dernière permet de concevoir — ce qui,

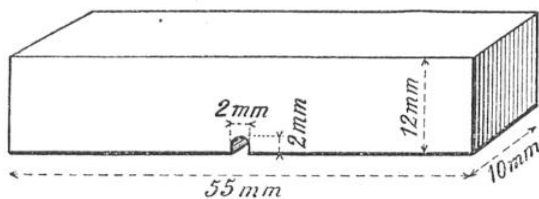


FIG. 15. — UN BARREAU ENTAILLÉ
L'entaille a pour but de créer une zone de fragilité. Ce barreau, dessiné en grandeur réelle, sert pour les essais de choc.

au premier abord, semble paradoxal — qu'une même matière (2) puisse être en même temps très tenace, très dure et très fragile, très résistante à la rupture par traction, très résistante à la pénétration et très peu résistante au choc. Le paradoxe s'explique par ce fait que, dans l'essai au choc, le corps n'a pas le temps de se modifier, tandis que les autres essais (traction et dureté) sont accompagnés d'une transformation profonde, que nous expliquerons, sous le nom d'écrouissage, au cours de notre second article.

Il existe un grand nombre de moyens de déterminer la fragilité ; nous n'en décrirons qu'un, celui dont le principe et la réalisation sont les plus simples. On emploie toujours, aujourd'hui, des barreaux entaillés, pour créer une zone de fragilité ; telle est l'éprouvette représentée, en grandeur réelle, par la figure 15, où la section à rompre est exactement un centimètre carré.

L'appareil se compose d'un mouton pesant par exemple 12 kilogrammes, terminé par une surface plane et prolongé par un long couteau (fig. 16). Ce poids tombe de 4 mètres et est guidé dans sa chute : il fournit ainsi une énergie de 48 kilogrammètres. En arrivant en bas, cette énergie commence par briser le barreau, et le surplus d'énergie

(1) En acier trempé, dont le diamètre est, par exemple, 1 centimètre.

(1) Appelée « résilience ».

(2) L'acier trempé et le verre, par exemple.

comprime, immédiatement après, les deux ressorts d'une quantité qu'on mesure ; on peut ainsi calculer le nombre de kilogrammètres employés à la rupture. Si, par exemple, ce nombre est 10, on dira que la fragilité est $\frac{1}{10}$ ou 0,1. C'est ainsi qu'on trouve les fragilités suivantes :

Aluminium	0,090
Fer.....	0,047
Cuivre.....	0,056 ;

l'aluminium est deux fois plus fragile que le fer ou le cuivre.

Quelques propriétés secondaires

Il existe quelques autres propriétés mécaniques, qui ont le grand intérêt de montrer que les solides ne diffèrent pas, par nature, des liquides ou même des gaz, mais que ces divers corps matériels sont séparés par des différences de degré :

1° La *réactivité*. Lorsqu'un métal a subi une déformation élastique (une torsion, par exemple), on constate que, pour revenir à son état primitif, il lui faut très longtemps ; mais il y revient, puisqu'on est resté dans le domaine des déformations temporaires. On dit alors que le métal présente de la réactivité : ce phénomène est très fâcheux dans les baromètres métalliques et dans les autres instruments de mesure ;

2° La *viscosité*. Tout le monde comprend ce que signifient ces phrases : « Le sirop est plus visqueux que l'eau ; l'éther est plus fluide que la glycérine ». Les liquides sont à peu près cent fois plus visqueux que les gaz ; mais les solides sont cent milliards de fois plus visqueux que les liquides. On comprend ainsi que, quand on pose deux surfaces métalliques l'une contre l'autre, chaque métal ne diffuse pas chez le voisin ; cependant cette diffusion se constate sous de fortes pressions et, même, lorsque les surfaces sont bien propres, elles se soudent facilement à froid : c'est le cas pour l'« or adhésif » dont se servent les dentistes.

Les forces de cohésion sont de nature électrique

Nous en avons fini avec les propriétés mécaniques des métaux et des alliages : tant que le corps ne se trouve pas modifié

de façon profonde, ces propriétés se rattachent toutes aux deux plus simples d'entre elles : la compressibilité et la rigidité, la résistance à la contraction et la résistance au cisaillement. Toutes ces résistances, que nous avons rencontrées chemin faisant, décèlent des forces — attractives ou répulsives — qui s'exercent entre les particules ultimes du métal et qu'on nomme (d'un nom général, mais vague), « forces de cohésion ».

Quelle est la nature de ces forces ?

La réponse nous est fournie par deux physiciens allemands contemporains, W. Kossel et M. Born (1) : ces forces sont de nature électrique.

Il est impossible de donner ici une idée nette de ces théories très mathématiques, qui sont développées dans l'ouvrage (en allemand) de Max Born sur « la dynamique des réseaux cristallins ». Rappelons toutefois :

1° Que deux électricités de noms contraires s'attirent et que deux électricités de même nom se repoussent ;

2° Que tous les corps matériels sont formés de particules électrisées, les unes positivement, les autres négativement.

Ceci posé, on conçoit que, pour un métal comme le cuivre, les forces répulsives et attractives se font équilibre ; si, maintenant, nous le plaçons dans un piézomètre (fig. 1), la répulsion entre particules va devenir prédominante, mais elle sera équilibrée par la force que nous exerçons de l'extérieur. C'est ainsi qu'on peut calculer la

compressibilité et, même, en déduire l'énergie mise en jeu dans le rapprochement de deux particules différentes, rapprochement qui n'est, en somme, qu'une réaction chimique : grâce à l'électricité, la chimie et la cohésion reçoivent une seule et même explication.

La cohésion présente donc un intérêt théorique. Étant bien pénétrés des notions que nous venons d'acquérir, nous sommes à même d'aborder la seconde partie de cette étude, c'est-à-dire de connaître la constitution des métaux et des alliages, puis de comprendre en quoi consistent l'écrouissage et la trempe.

MARCEL BOLL.

(1) Celui-ci est connu de nos lecteurs grâce à l'article de Max Born et Marcel Boll, « La physique allemande dans ces dix dernières années », *La Science et la Vie*, juin 1927.

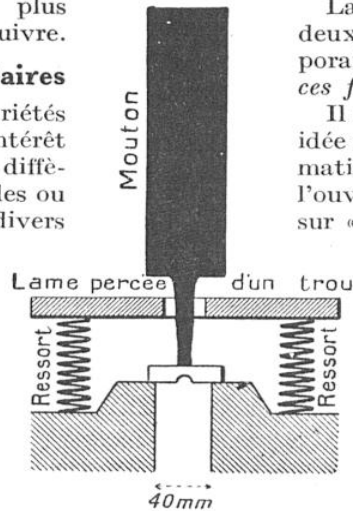


FIG. 16. — MESURE DE LA FRAGILITÉ

Le mouton, en tombant, commence par briser le barreau entaillé (fig. 15), puis comprime les ressorts ; l'énergie employée pour la rupture se calcule comme étant la différence entre l'énergie à l'arrivée et l'énergie communiquée aux ressorts.

LE PLUS GROS ÉLECTROAIMANT DU MONDE VIENT D'ÊTRE CONSTRUIT EN FRANCE

Il permettra aux savants d'effectuer d'intéressantes expériences sur les propriétés de la matière

Par Jean MARIVAL

NOTRE collaborateur le professeur Houlevigue a déjà entretenu nos lecteurs du projet de construction d'un électroaimant de puissance et de dimensions exceptionnelles, suivant le projet de M. Cotton, membre de l'Institut (1). Grâce aux fonds de la Journée Pasteur, M. Cotton a réussi à établir ce puissant appareil, qui vient d'être installé à l'Office National des Recherches et Inventions de Bellevue, près de Paris.

On sait à quoi peut servir la création de champs magnétiques intenses pour les physiciens, dont les recherches de laboratoire ont souvent des applications pratiques qui modifient les conditions mêmes de la vie moderne. Grâce à eux, l'étude de la matière en général, celle des propriétés magnétiques aux hautes et aux basses températures, les recherches sur la structure des cristaux, le développement des théories moléculaires et atomiques, l'étude de l'électricité, voire de la radioactivité seront grandement facilités.

Mais, pour cela, il s'agissait de créer un appareil susceptible de fournir des champs magnétiques intenses dans un espace suffisant pour y effectuer les expériences nécessaires. En effet, la question si souvent posée :

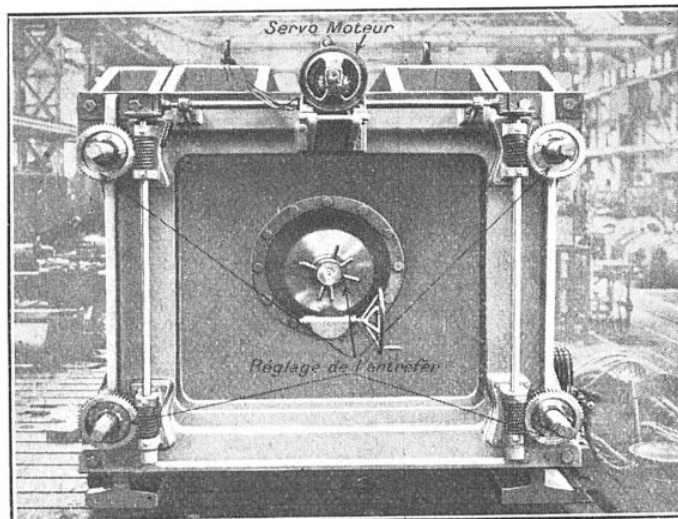
Quel champ donne votre électroaimant ? n'a aucun sens quand on ne précise pas les dimensions de l'entrefer (1). Un petit électroaimant muni de pièces polaires pointues terminées par des facettes microscopiques, donnerait des champs extrêmement élevés si on pouvait le construire avec une rigueur géométrique et réduire de plus en plus les dimensions de l'entrefer. Mais, pour travailler avec fruit, il faut des entrefers d'étendue suffisante. Il faut, par exemple, quand on étudie l'action du magnétisme sur les propriétés optiques des liquides, que les rayons lumineux traversent une épaisseur suffisante.

Avant d'entreprendre la construction de l'électro, un modèle réduit au quart fut établi afin de

permettre de procéder aux essais et d'étudier la meilleure forme à donner aux diverses parties de l'appareil.

Cette étude a apporté des renseignements intéressants, d'ordre général, sur la construction des électroaimants, petits ou grands, et sur la théorie elle-même de ces instruments. On a constaté, par exemple, que les noyaux cylindriques ou tronconiques donnaient, contrairement à ce qu'on avait pensé, des

(1) L'entrefer est la distance qui sépare les pièces polaires.



VUE DU GRAND ÉLECTROAIMANT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES, INSTALLÉ À L'OFFICE NATIONAL DES RECHERCHES ET INVENTIONS, A BELLEVUE

résultats très voisins, que la culasse n'a décidément pas pour la production du champ l'importance que certains lui attribuaient, et qu'elle ne sert souvent qu'à éviter les inconvénients d'un champ magnétique parasite au voisinage de l'instrument, etc... Du point de vue théorique, le résultat le plus important, c'est que la notion de circuit magnétique, si précieuse pour le calcul des transformateurs et des machines, est à peu près inutile quand il s'agit d'un tel électroaimant de laboratoire. Dans ce cas, c'est un autre calcul qui est alors indispensable : celui du *champ direct*, que produisent les bobines magnétisantes au centre de l'instrument.

Les photographies qui illustrent cet article montrent l'aspect général de l'électroaimant. Les bobines, parcourues par un courant électrique de 400 ampères sous 240 volts, sont enroulées autour de noyaux tronconiques en acier extra-doux forgé.

Ces noyaux sont traversés par trois tubes manœuvrés par un volant-manivelle (fig. page 282), qui sert à faire avancer ou reculer les pièces polaires que l'on voit au centre de l'électroaimant (fig. page 284), où elles se terminent par une partie tronconique en ferro-cobalt ayant pour diamètres maximum et minimum 25 et 6 centimètres.

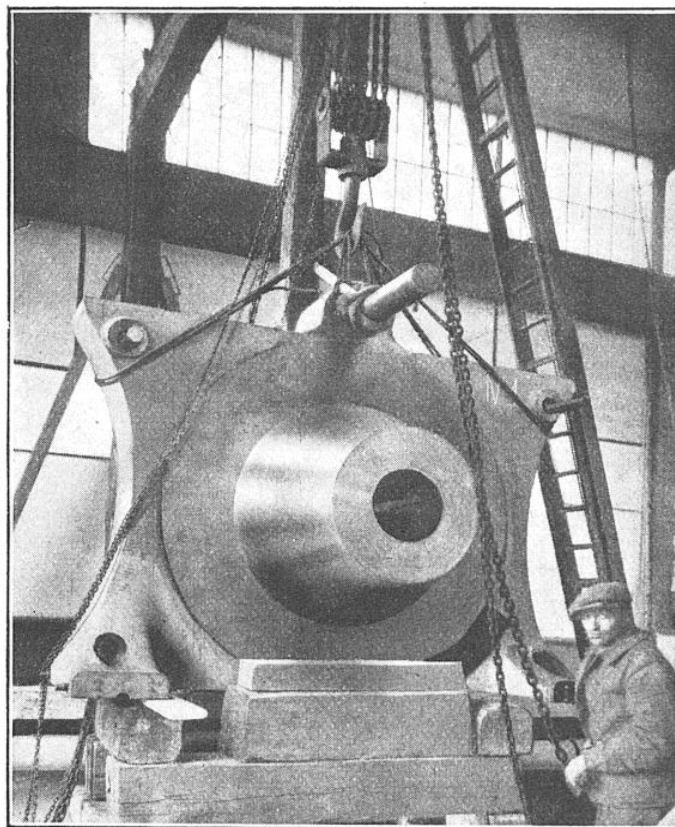
Les bobines, montées sur une carcasse de bronze, sont constituées par un enroulement formé par un tube de cuivre, où l'on fait circuler de l'eau pour éviter l'échauffement dû au passage du courant. Leur masse totale est de 8.500 kilogrammes.

Le poids total de l'instrument, est à peu

près de 115 tonnes ; la puissance électrique des deux groupes qui l'alimentent actuellement, à Bellevue, est de 110 kilowatts. Les mesures précises du champ n'ont pas encore été faites dans de petits entrefers. Celles qui ont été exécutées dans des entrefers étendus ont donné exactement le résultat qu'on attendait et qu'on déduisait de l'étude faite sur le modèle réduit. Indiquons, par exemple, qu'on obtient 46.400

gauss (1) dans un volume cylindrique ayant 4 centimètres de diamètre et 2 centimètres de hauteur. Des champs de cette intensité avaient été réalisés déjà, mais dans des intervalles bien trop petits pour qu'on pût les utiliser.

Aux champs ainsi réalisés dès à présent, il faut ajouter l'appoint très important que fourniront des bobines supplémentaires placées dans l'entrefer (2). Le choix de ces bobines (relativement peu coûteuses) dépend de la nature des expériences. Elles ne sont pas encore



UNE DES OPÉRATIONS DE MONTAGE DE L'ÉLECTROAIMANT

construites ; on a simplement fait les études préliminaires relatives à leur fonctionnement. Mais, dès à présent, M. J.-L. Breton a fait installer, dans la station de Recherches qui se trouve précisément non loin de l'électroaimant, sur les terrains de l'Office National des Recherches et Inventions, de puissants groupes de transformation ne donnant pas ensemble moins de 2.500 kilo-

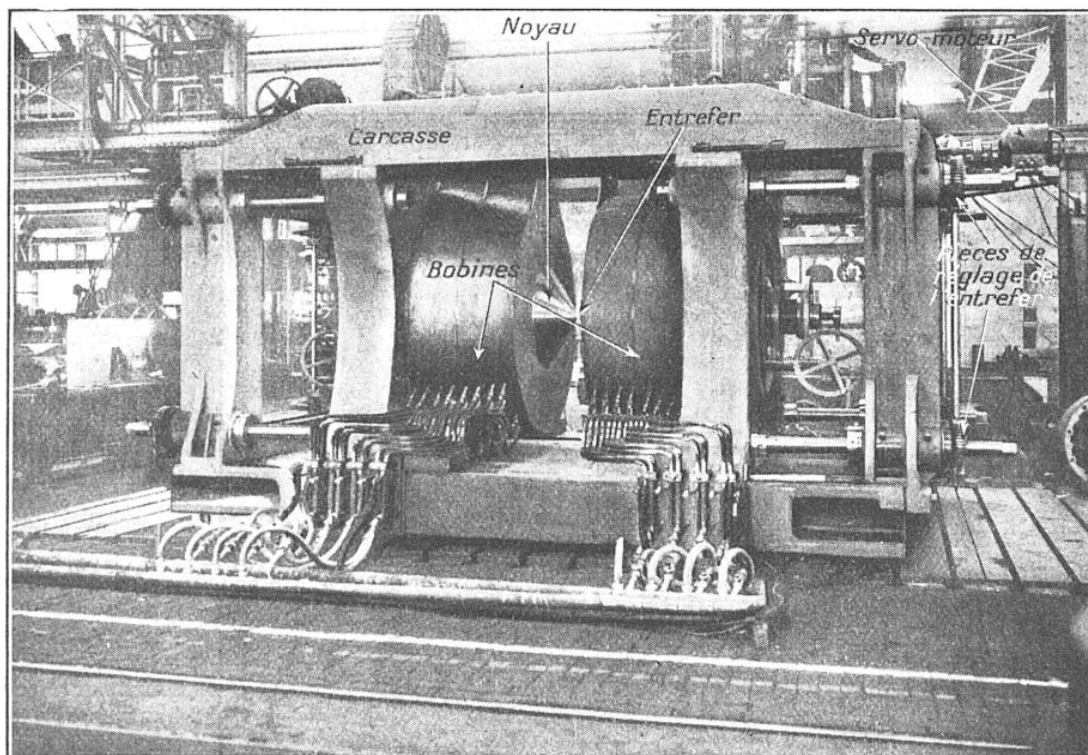
(1) Le gauss est l'unité de champ magnétique : le champ terrestre a une intensité voisine d'un demi-gauss.

(2) Voir l'article de L. Houlléviq dans *La Science et la Vie*, n° 115, p. 25.

watts, qui serviront à alimenter ces bobines supplémentaires.

Ajoutons que sur l'emplacement de l'électroaimant lui-même, entre les piliers qui servent à le supporter, se trouve, dans une chambre spéciale, une table qui portera la

principal, par la puissance qu'il mettra en jeu, par les diverses facilités qu'apporte le choix de son emplacement, dépasse largement ce dont on disposait jusqu'à présent. Les travailleurs qui pourront bientôt en profiter n'oublieront pas que, si cette réali-



LE GRAND ÉLECTROAIMANT DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES

Les diverses parties de l'instrument sont nettement visibles sur cette photographie.

fente et le châssis d'un grand spectrographe vertical. Pour installer ce spectrographe, on a construit un puits de 9 mètres de profondeur, soigneusement clos et bien étanche, dont la température constante permettra des recherches d'optique très délicates.

On voit que l'ensemble de cette installation, par les dimensions de l'instrument

sation a pu être faite, c'est grâce à la Journée Pasteur. Leur souvenir reconnaissant ira à tous ceux qui ont participé à l'organisation de cette journée en même temps qu'à ces milliers de donateurs qui ont fait, ce jour-là, pour nos laboratoires, en souvenir du grand savant, un geste généreux.

J. MARIVAL.



QUE SAVONS-NOUS DE LA FOUDRE ?

Comment on explique aujourd'hui les diverses formes de l'éclair (fulgurant, en boule, en chapelet).

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

La foudre est l'un des phénomènes atmosphériques les plus difficiles à expliquer. Chacun sait que l'éclair est dû à une décharge électrique et, avant que la photographie ne soit devenue un puissant moyen d'observation, l'éclair fulgurant était représenté à tort par un zigzag de feu. Mais, au fur et à mesure que la science approfondit les phénomènes naturels, les savants constatèrent que la décharge électrique affectait des aspects bien différents, tels que ceux des éclairs en boule, en chapelet, et qu'une persistance lumineuse de plusieurs secondes accompagnait ce phénomène. Ces observations donnèrent naissance à une nouvelle hypothèse, qui est celle de la « matière fulminante », dont nous ignorons, du reste, la composition. On admet, à l'heure actuelle, que cette matière fulminante se formerait aux hautes températures de l'éclair et qu'elle se décomposerait violemment dès que la température ambiante s'abaisserait au-dessous d'une certaine limite. C'est en se basant sur ces interprétations scientifiques relativement récentes que M. Houllévigüe nous expose ici cette hypothèse, qui a permis d'expliquer, d'une façon fort simple, les météores les plus divers. Le savant professeur nous laisse prévoir que les laboratoires à haute tension récemment créés, tels que celui d'Ampère, de 1 million de volts (1), et celui de notre éminent collaborateur, Jean Perrin, de 500.000 volts en courant continu (2), permettront de juger de la valeur de cette hypothèse, soit en la confirmant, soit en l'infirmant.

Un bref résumé de ce qu'on savait jusqu'ici

La foudre, dont l'éclair est l'aspect lumineux et le tonnerre la manifestation sonore, est le plus impressionnant des météores, à telles enseignes, que les Anciens en firent l'attribut du premier de leurs dieux. Sa nature n'a commencé à nous être révélée qu'aux environs de 1752, où Dalibar, Delor et surtout de Romas, presque en même temps que Franklin, établirent le caractère électrique des décharges atmosphériques. Des observations soigneusement effectuées en 1921 et 1922, à Upsal, par Norinder, ont établi que ces décharges, dont la durée moyenne est de quelques centièmes de seconde, ne sont généralement pas oscillantes. L'intensité du courant électrique qui circule dans le sillon lumineux de l'éclair peut atteindre 10.000 à 100.000 ampères, si on l'évalue

d'après les effets produits, comme la volatilisation des pointes de paratonnerre, la fusion des cloches (fig. 1) ou la production des fulgurites (1). Quant au voltage atteint par la décharge, on a donné, à son sujet, les indications les plus fantaisistes.



FIG. 1. — LA FUSION DE CETTE CLOCHE, FRAPPÉE PAR LA FOUDRE, EST UNE PREUVE DE LA GRANDE INTENSITÉ DE COURANT QUI CIRCULE DANS L'ÉCLAIR

Mais la forme si variée des éclairs nous montre aussi la complexité du phénomène; Arago, dans une notice célèbre, les avait déjà répartis en trois classes : la première comprend les *éclairs fulgurants* (fig. 2), qui sont, assurément, les plus fréquents; éclatant entre deux nuages ou entre un nuage et le sol, tantôt rectilignes comme un trait de feu, tantôt ramifiés comme des branches d'arbre, tantôt formés par des bandes de lueurs diffuses, ils s'orchestrent par un claquement brutal, ou par le roulement puissant et prolongé du tonnerre.

Mais il en existe aussi des formes qui, pour être plus

rare, ne sont pas moins curieuses : les (1) On donne le nom de fulgurites aux vitrifications produites par la foudre dans les sables siliceux.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 81, page 183.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 95, page 429.

éclairs en boules, qui apparaissent sous forme d'un globe de feu se déplaçant lentement avant de faire brusquement explosion, et les *éclairs en chapelet*, que les Allemands comparent à un collier de perles (*Pertlschnurblitz*). Pendant longtemps, on a révoqué en doute la réalité de ces apparitions, affirmées pourtant par de nombreux témoignages, mais l'appareil photographique, incapable d'auto-suggestion, nous a apporté sur ce point des preuves irréfutables, dont une est reproduite dans cet article (fig. 3). Il est donc certain que la décharge électrique est sus-

9 septembre 1877, l'occasion d'observer, près de Velletri, le phénomène suivant :

« ...Les éclairs, presque tous en zigzag, avaient une forte couleur pourpre, et je notai, avec étonnement, que le sillon lumineux, un peu affaibli, *restait visible en l'air pendant une couple de secondes*. Mais un de ces éclairs présenta une particularité encore plus difficile à expliquer et peut-être très rare, parce que je ne la vois indiquée par personne. C'était un éclair très légèrement ondulé et presque horizontal, également de couleur pourpre, *lequel resta dessiné pendant*

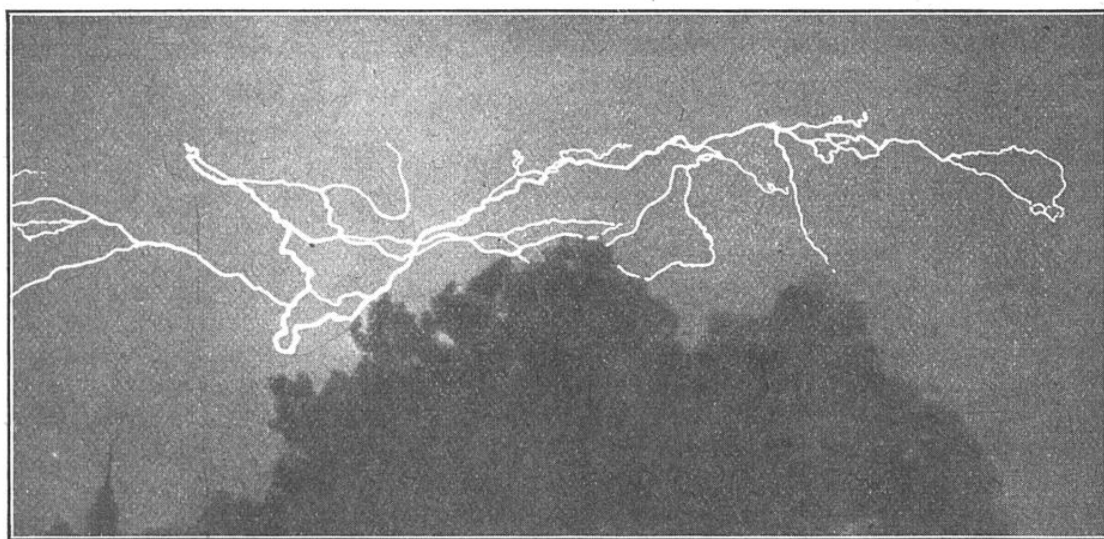


FIG. 2. — CETTE PHOTOGRAPHIE D'ÉCLAIR FULGURANT MONTRE LE CHEMIN CAPRICIEUX QUE SUIT DANS L'AIR LA DÉCHARGE ÉLECTRIQUE

ceptible de prendre des formes très différentes de celles auxquelles nous sommes accoutumés. Une explication de la foudre doit rendre compte aussi bien de ces formes exceptionnelles que de l'éclair fulgurant. Cette explication, tentée par W. Thornton, vient d'être développée par M. E. Mathias, l'éminent directeur de l'Observatoire du Puy-de-Dôme. Assurément, elle comporte encore une hypothèse, dont la justification ne pourra résulter que d'expériences directes faites au laboratoire ; mais elle constitue, dès à présent, un fil conducteur ; et comme elle est fille de l'observation, c'est en rapportant des faits soigneusement observés que nous allons l'exposer.

Un fait nouveau : l'éclair de Velletri

Le professeur italien Galli, qui s'est spécialisé dans l'étude de la foudre, eut, le

deux ou trois secondes. Ensuite, il s'abaissa tout ensemble d'environ cinq degrés, en se maintenant parallèle à sa position primitive et en conservant presque exactement les mêmes ondulations. Je fermai les yeux, craignant une illusion ; le ruban lumineux, moins vif que le premier, resta à sa nouvelle place et ensuite disparut instantanément. » La figure 4 est prise d'après l'esquisse que fit Galli, à peine l'orage passé.

Cette persistance du phénomène lumineux, ou, pour parler comme M. Mathias, ce *reste d'éclair*, a été maintes fois observée et décrite par de bons observateurs ; il semble qu'elle ne puisse s'expliquer que par la formation d'une substance plus lourde que l'air, puisqu'elle tombe peu à peu, substance lumineuse et instable qui se détruit rapidement. Mais quel est ce corps, fabriqué avec du courant électrique, avec l'oxygène et l'azote

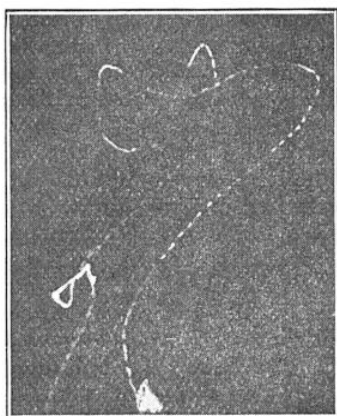


FIG. 3. — PHOTOGRAPHIE DIRECTE D'UN ÉCLAIR EN CHAPELET (PHILADELPHIE)

Enfin, nous soupçonnons l'existence de composés condensés, donc plus lourds que l'air, d'azote et d'oxygène, qui seraient instables à la température ordinaire. Sans savoir lequel de ces produits a pris naissance par le passage de l'éclair, donnons-lui le nom de *matière fulminante*, qui ne préjuge rien de sa composition chimique. La matière fulminante serait donc un gaz très lourd, produit de condensation des éléments de l'air, stable seulement à la température très élevée produite par la décharge électrique, et qui se décompose en se refroidissant, soit d'une façon progressive, soit brusquement, par une véritable explosion, et cette matière brillerait d'une phosphorescence variable, suivant les cas, du bleuâtre à l'orangé et au pourpre.

La matière fulminante explique toutes les formes de l'éclair

Ainsi, une seule observation, judicieusement choisie, nous a conduits à formuler une hypothèse, qui présente le grand intérêt d'expliquer, comme nous allons voir, les formes les plus dissemblables de la foudre.

Elle nous explique d'abord, et tout naturellement, la persistance lumineuse de l'éclair fulgurant ; on peut seulement s'étonner que cette persistance soit aussi exceptionnelle ; mais il faut remarquer que, lorsque le sillon

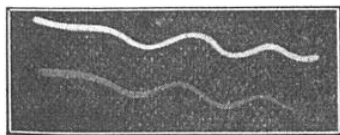


FIG. 4. — ESQUISSE FAITE PAR GALLI MONTRANT LA CHUTE DU SILLON LUMINEUX OBSERVÉE A VELLETRI

de l'air ? Nous connaissons déjà l'ozone, produit instable formé, sous l'action des décharges électriques, par condensation de l'oxygène ; on connaît également un *azote actif*, formé dans des conditions analogues et qui se décompose avec production de phosphorescence.

de l'éclair est grêle, le mince filet de matière fulminante formée sur son passage doit se refroidir et, par suite, se décomposer très rapidement, et que, d'autre part, il a les plus grandes chances d'être dispersé par le vent, si violent par temps d'orage ; il faut donc, pour qu'on puisse observer le reste d'éclair, et surtout le voir tomber, un calme atmosphérique très exceptionnel.

Du même coup, nous comprenons mieux l'origine du bruit produit par le tonnerre, au sujet duquel ont été proposées tant d'explications fantaisistes et contradictoires : le passage brusque de la décharge produit d'abord une contraction due à la naissance de la matière fulminante et, par suite, un vide que l'atmosphère ambiante vient combler aussitôt ; de là résulte, par appel d'air, une *onde centripète* dont le son brusque, pareil au « clac ! » d'un coup de fouet, annonce le début du phénomène. Mais, presque aussitôt, la matière fulminante se décompose et son explosion, accompagnée d'un accroissement de volume, repousse l'air environnant en produisant une *onde centrifuge* dont le caractère explosif se traduit à l'oreille par une sorte de « boum ! »

Mais il peut arriver aussi que le filet de matière fulminante, au lieu de rester continu, ait le temps de se condenser en une série de grains équidistants, par un mécanisme analogue à celui qui change en gouttes séparées le filet liquide échappé d'un robinet (fig. 5) : ainsi se produit l'éclair en chapelet, dont la photographie (fig. 3), reproduite ici, nous atteste la réalité. Gaston Planté, l'éminent inventeur des accumulateurs, fut le premier à attirer l'attention sur cette forme singulière de la foudre ; voici l'observation faite par lui, le 18 août 1876, et (fig. 6) le dessin où il avait reproduit les apparences observées : « ...L'orage se déclare, vers 6 heures du matin, aux environs de Paris. Une vaste nuée obscurcit le ciel et donne naissance à une série d'éclairs de grande longueur et



FIG. 5. — L'EAU QUI S'ÉCHAPPE D'UN ROBINET PEUT SE TRANSFORMER EN UN CHAPELET DE GOUTTES

De même, les éclairs en chapelet se forment par le fractionnement de la « matière fulminante ».

de formes très variées ; ces éclairs paraissent, en général, composés de *points brillants*, semblables aux sillons de feu produits sur une surface humide par un courant électrique de haute tension. Vers 7 heures du matin, au moment où l'orage commençait à s'étendre sur Paris, un éclair remarquable entre tous s'élança de la nuée vers le sol en décrivant une courbe semblable à un S allongé, et resta visible pendant un temps appréciable en formant un *chapelet de grains brillants* disséminés le long d'un filet lumineux très étroit. »

Ce type d'éclair forme l'intermédiaire naturel entre le trait de feu ordinaire et ce météore si déconcertant qu'est la foudre globulaire : supposons, en effet, qu'une décharge violente, donnant naissance à une grande quantité de matière fulminante, éclate entre un nuage bas et le sol ; sous l'influence de la tension superficielle, la matière fulminante se rétracte en tombant et finit par se ramasser sous forme sphérique. Présentant alors une surface très diminuée, elle se refroidit plus lentement, et c'est pour cela que la foudre globulaire peut être observée plusieurs secondes après la décharge qui lui a donné naissance ; légèrement plus lourde que l'air ambiant, elle est entraînée par le moindre courant d'air ; aussi la voit-on fréquemment entrer par une porte ou une fenêtre ouverte, et s'échapper par une cheminée ; la masse globulaire se déforme alors et s'allonge dans le sens de son déplacement ; d'autres fois, en air parfaitement calme, on l'a vue tomber lentement et même rebondir, comme un ballon élastique, sur le sol ; enfin, sa température élevée est attestée par la combustion ou l'aspect roussi des tentures frôlées ou traversées. Puis, lorsque cette température s'est abaissée suffisamment, la matière fulminante se décompose brusquement, par une explosion qui ne paraît mettre en jeu aucun phénomène électrique.

Ces apparences de la foudre globulaire, qui s'expliquent ainsi simplement, résultent

d'innombrables constatations ; je citerai seulement une des plus nettes, faite, le 21 mai 1924, par M. Jean Kœchlin : « Je me trouvais dans mon jardin, à Bitschwiller, vallée de la Thur, vers 18 heures. Le temps était chaud et lourd. J'ai vu un nuage se former dans le ciel bleu au-dessus du village ; il a fini par couvrir la huitième partie environ du ciel visible entre les montagnes. Ce nuage était donc relativement petit et semblait peu menaçant. Cependant, la pluie a commencé à tomber. Je suis alors rentré dans une maison et me suis mis à la fenêtre, fixant le nuage. Un éclair blanc l'a sillonné,

se dirigeant vers le sol. L'éclair s'est épaissi, en ralentissant sa descente, est devenu jaune, puis rouge feu. Il a fini par former une grosse boule de feu, laissant derrière elle une traînée d'étincelles rouges. La descente de la boule a continué très lente, et à 2 mètres environ du sol, à 50 mètres de ma fenêtre, la boule a éclaté subitement sans laisser de traces. »

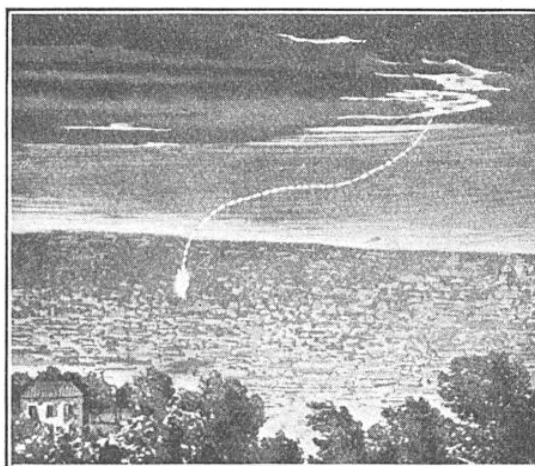


FIG. 6. — OBSERVATION D'UN ÉCLAIR EN CHAPELET FAITE PAR GASTON PLANTÉ, A PARIS, LE 18 AOÛT 1876

Après l'observation, l'expérience

Ainsi, on arrive à une explication vraisemblable. Mais l'homme est trop souvent décontenancé par l'attaque brusquée du météore, et la certitude ne sera atteinte que le jour où les divers aspects de la foudre pourront être reproduits à volonté et étudiés à loisir. Divers expérimentateurs, Gaston Planté, Piltchikoff, s'y sont appliqués. Mais les moyens dont ils disposaient étaient dérisoires par rapport aux puissances énormes de la nature ; la synthèse de la foudre globulaire et celle des éclairs en chapelet restent encore à effectuer. Sans doute a-t-on plus de chance d'y réussir aujourd'hui, grâce aux progrès de nos moyens techniques : en France, le laboratoire Ampère dispose d'un million de volts en courant alternatif et le professeur Perrin, à la Sorbonne, s'est outillé pour produire des décharges continues sous 500.000 volts. C'est de ces laboratoires, espérons-le, que sortira l'explication du phénomène le plus éblouissant et le plus déconcertant de la nature.

L. HOULLEVIGUE.

LE SORT DE LA FRANCE INDUSTRIELLE DÉPEND DE SON ÉLECTRIFICATION

Dans un demi-siècle, les mines de charbon seront épuisées, et, dans notre pays, près de 30.000 communes n'ont pas encore l'électricité.

Par Jean MARCHAND

INGÉNIEUR I. E. G.

On peut dire, à juste titre, que le développement industriel d'une grande nation est lié à la production de son énergie électrique. Celle-ci est engendrée, soit dans les centrales thermiques par combustion du charbon, soit dans les centrales hydrauliques, en captant la houille blanche. Ne perdons pas de vue que la France est relativement pauvre en combustible, puisqu'elle importe annuellement pour plus de cinq milliards de francs de houille noire, mais, par contre, elle est remarquablement riche en houille blanche. Les spécialistes ont évalué la puissance provenant de cette houille blanche à environ 10 millions de ch, dont un cinquième à peine est actuellement aménagé. On voit qu'en utilisant rationnellement ces magnifiques ressources d'énergie hydraulique, ces 10 millions de ch pourraient donner 24 milliards de kilowatts-heure (1), qui équivalent à 24 millions de tonnes de houille. Devant cet inventaire sommaire des ressources françaises, il y a donc lieu de dresser un plan d'utilisation d'ensemble, car la France doit avoir sa politique de l'énergie sous ses différentes formes, et en vue la création d'un réseau de distribution d'électricité « innervant » en quelque sorte tout le pays. Le sénateur Mollard ne nous a-t-il pas cruellement rappelé (2) que, dans notre pays, près de 30.000 communes n'ont pas encore l'électricité et que, dans soixante ans, les mines françaises de charbon seront épuisées !

AUGMENTER nos exportations, diminuer nos importations, tel est le but évident vers lequel doivent être tendues toutes les forces de notre pays. Ce programme ne peut être réalisé que si l'étranger trouve un intérêt à s'adresser à nous pour les marchandises dont il a besoin. Toute question de valeur de la monnaie à part, il est évident que seule une production intense et rationnelle, conditionnée par l'abondance d'une énergie bon marché, peut améliorer nos prix de revient.

Si nous examinons notre balance commerciale, nous constatons que, sur deux points principaux, nous sommes écrasés par les importations :

Céréales, bestiaux et succédanés : 8 milliards de déficit ; combustibles (houille, pétrole) : 5 milliards de déficit.

L'agriculture manque de bras, et la raison profonde de l'exode de la campagne vers

les villes est due à la volonté générale de ne plus se plier aux exigences de la terre. Facilitons le travail par l'extension de l'électro-culture et des applications électriques à la ferme ; augmentons son rendement par la production intensive d'engrais chimiques, et nous verrons les travailleurs rester aux champs. Pour cela, il nous faut de l'énergie électrique à profusion.

Quant à l'industrie, il est évident que son essor est intimement lié à l'électrification du pays.

Est-ce à dire que nous n'avons rien fait en France ? Certes non, et les lecteurs de *La Science et la Vie* savent que les initiatives privées ont fait merveille, mais ce qui manque, c'est la coordination de tous les efforts pour résoudre un problème essentiellement national.

L'exemple des pays étrangers : La Suisse

Dès 1900, la Suisse s'est préoccupée de l'aménagement de ses chutes. C'est elle qui a installé les deux premiers transports de puissance réellement industriels. La rareté de ses combustibles minéraux, l'abondance

(1) Le kilowatt vaut 1,359 ch ; le nombre de kilowatts-heure est égal au nombre de kilowatts fournis multiplié par le nombre d'heures pendant lesquelles on les utilise. Dans le calcul ci-dessus, nous avons évalué à 3.250 heures l'utilisation annuelle de l'énergie.

(2) *L'Électrification de la France*, par Maurice Mollard, sénateur de la Savoie. Dunod édit., Paris.

de ses chutes d'eau, leur dissémination sur tout son territoire restreint l'ont incitée à réaliser un effort qui, toutes proportions gardées, n'a été dépassé nulle part ailleurs.

Tout d'abord, des initiatives privées ont agi. Bientôt, les communes ont participé aux entreprises, et les cantons se sont intéressés à l'électrification. Mais l'on s'est vite aperçu que ce problème était National ou plutôt Fédéral ; les antagonismes ont dû fléchir ; les barrières régionales furent abaissées et les grands centres de production ont été méthodiquement reliés entre eux. Aujourd'hui, il n'est plus permis de construire, en Suisse, une seule usine hydraulique sans un examen préalable de son adaptation rationnelle au régime hydraulique du cours d'eau et de son utilité, non seulement pour atteindre le but particulier de son exploitation, mais encore pour servir à l'approvisionnement général du pays en force motrice.

La Belgique

Pays très riche en combustibles, pauvre en chutes d'eau, la Belgique pouvait sembler n'avoir qu'un intérêt relatif à intensifier son électrification. Ici, le problème prend un autre aspect. Il ne peut être question pour elle d'énergie hydroélectrique, mais le pays a compris que le transport du charbon par voie ferrée était beaucoup plus onéreux que le transport d'énergie électrique. Installer de puissantes centrales thermiques à haut rendement à proximité immédiate des mines, organiser ensuite le transport d'énergie par réseau aérien, tel est le but qui se poursuit actuellement.

L'Italie

Voici, au contraire, un pays pauvre en combustibles, mais riche en houille blanche. L'Italie a commencé, dès 1900, l'aménagement de ses chutes. Aujourd'hui, elle produit 7 milliards 600 millions de kilowatts-heure. Ses usines thermiques ne donnent que 300 millions de kilowatts-heure, soit 4 % environ de l'énergie totale.

Un réseau à haute tension sillonne toute l'Italie du Nord et l'Italie centrale ; on envisage même son extension jusqu'en Sicile. Le réseau existant, qui comporte 4.500 kilomètres de lignes à haute tension, jusqu'à 100.000 volts, équilibre, à la manière des vases communicants, les régimes si différents des réservoirs naturels et des chutes d'eau. La consommation d'énergie est passée en trois ans de 2 milliards 400 millions de kilowatts-heure à 7 milliards 600 millions. Le développement industriel s'en est vivement

ressenti (1) et l'augmentation de consommation est surtout d'ordre industriel, l'éclairage n'absorbant que 8,5 % de cette énergie.

C'est grâce à la conjugaison de toutes les chutes (très faibles pendant les mois d'été) des réservoirs naturels et des usines thermiques (réduites au minimum) que ce développement a pu être réalisé. Quinze ans sont encore nécessaires pour terminer l'œuvre grandiose actuellement en plein essor.

L'Allemagne

La politique de l'Allemagne, au point de vue de ses ressources en énergie, peut se résumer de la façon suivante : consommer les combustibles pauvres ; tirer parti, coûte que coûte, des chutes d'eau ; conserver la houille, dont elle a des réserves pour cinq ou six siècles, en vue de son exportation et surtout pour en extraire les sous-produits de valeur si recherchés aujourd'hui et susceptibles, eux-mêmes, d'être exportés.

En Allemagne, c'est l'intérêt général qui prévaut, et le développement des distributions d'énergie électrique a été intensifié à ce point de vue ; c'est ainsi que la consommation est passée de 2 milliards 200 millions de kilowatts-heure en 1913 à 7 milliards 200 millions en 1922 ! Cependant, la puissance installée (2) dans les usines n'est passée que de 1.400.000 kilowatts en 1913 à 2.900.000 kilowatts en 1922. Donc, ces installations ont simplement doublé, tandis que la production a triplé. Ce résultat numérique avantageux, dû à un meilleur rendement, provient, en majeure partie, de la disparition de petites usines thermiques et de l'aménagement d'immenses centrales hydroélectriques, comme celle de Goldemberg, par exemple, (291.000 kilowatts). Il en résulte ainsi une économie de 15 à 20 % sur le charbon, de 30 % sur le personnel et de 30 % sur les dépenses de construction et d'entretien.

L'Allemagne utilise non seulement toutes ses chutes, mais encore aménage ses lacs pour combiner tous les réservoirs d'énergie susceptibles d'être utilisés.

Un réseau très étendu, à 100.000 volts (prévu pour 220.000 volts), relie entre eux les centres de production et de consommation. Ce réseau se divise en trois : le réseau rhénan-ouestphalien alimenté par des usines consommant notamment les lignites ; le réseau de

(1) Voir l'article sur « La renaissance de l'Italie industrielle », dans le n° 111, septembre 1926.

(2) Le nombre de kilowatts-heure de la consommation s'obtient en multipliant la puissance en kilowatts par le nombre d'heures d'utilisation.

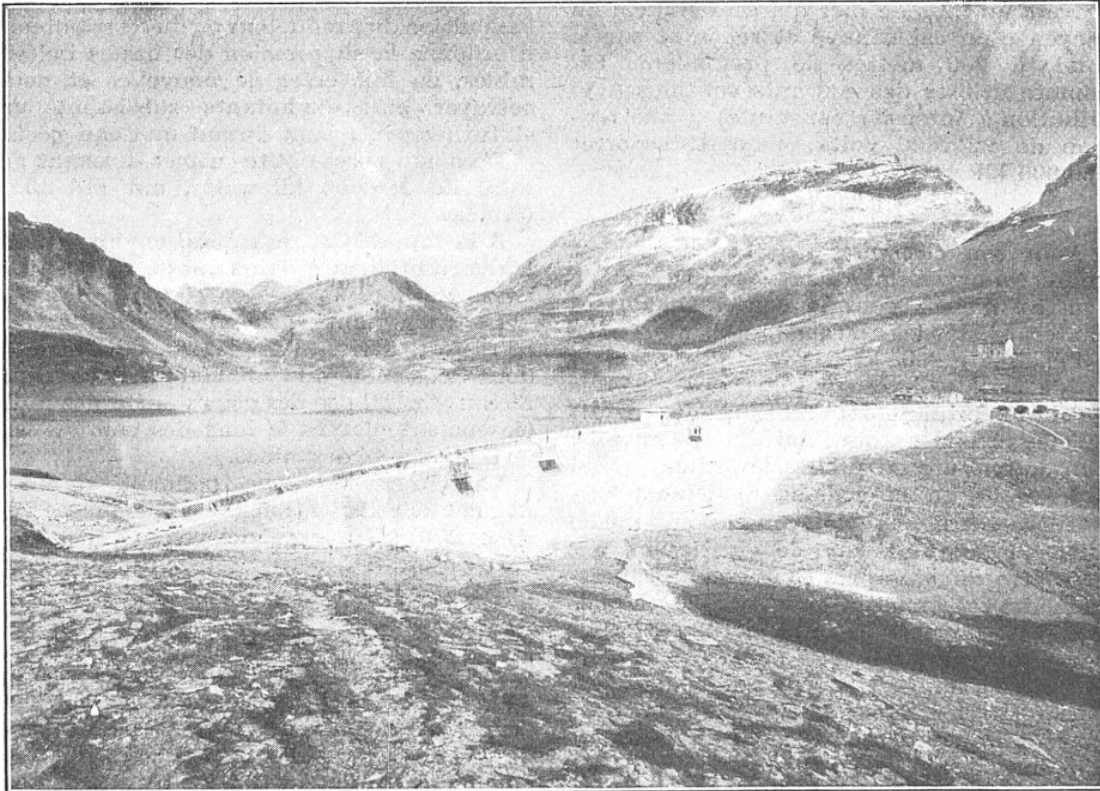
l'Allemagne Centrale (usine également à lignites) ; le réseau de l'Allemagne du Sud utilisant les forces hydrauliques des Alpes. Grâce à cet ensemble, l'Allemagne va se libérer du transport onéreux des lignites en lui substituant celui de l'énergie électrique.

Il convient de mentionner spécialement

d'aujourd'hui, 4.000 d'entre elles ont disparu et sont remplacées *par une seule*, celle de Walchenseewerk.

En 1927, les aménagements en cours porteront la puissance totale installée à près de 3 millions de ch !

Si l'on songe que ce projet ne fut lancé qu'en 1918, en pleine révolution, on imagine



CETTE PHOTOGRAPHIE REPRÉSENTE UN DES BEAUX ET NOMBREUX BARRAGES ÉTABLIS EN ITALIE POUR L'AMÉNAGEMENT DES FORCES HYDRAULIQUES, ABONDANTES DANS CE PAYS. CELUI-CI EST SITUÉ SUR LE LAC BUSIN, QUI ALIMENTE LA « CENTRALE DI VALDO », DANS L'ITALIE DU NORD (HAUTE VALLÉE D'OSSOLA)

La centrale du Valdo utilise les eaux du torrent Vannino, affluent de la Toce, qui alimente le lac Busin, situé à 2.042 mètres d'altitude. Ce barrage fait partie d'un plan d'ensemble de l'aménagement hydro-électrique de toute cette région italienne, qui produit 1.400.000 kilowatts-heure par jour.

l'effort réalisé par la Bavière. C'est à von Oskar Miller que ce pays dut son électrification, qui vient d'être achevée. En août 1923, les 3.800 pylônes du « Ring », circuit haute tension à 110.000 volts, étaient en place, supportant un réseau de 890 kilomètres de long et répartissant, à l'aide de onze stations hydroélectriques, le courant sur toute la Bavière.

Avant cette électrification, il existait 8.000 usines produisant 221.000 ch. Aujourd'hui,

aisément les moyens mis en œuvre pour atteindre si rapidement un tel résultat.

La Norvège

La Norvège s'est préoccupée de bonne heure de tirer le meilleur parti de ses richesses en houille blanche. Sur 170 entreprises, 134 ont été réalisées par les communes. Plus de 10 % de la fortune financière nationale sont consacrés aux installations hydro-électriques.

C'est le pays, par excellence, de l'utilisation domestique de l'électricité. Chaque maison possède tous les appareils de cuisine, de chauffage, de nettoyage, etc. alimentés par l'électricité.

La puissance totale des chutes dépassant même les besoins envisagés, on a songé à exporter l'énergie au Danemark. La distance est de 565 kilomètres dont 130 à travers un bras de mer qui sera franchi au moyen d'un câble noyé et reposant sur le fond, à 600 mètres de profondeur. On compte utiliser des courants continus (distribution à intensité constante) à une tension de 224.000 volts, pour transporter 109.000 kilowatts.

La Suède

Pour son électrification, la Suède s'est donné un organisme dictatorial : la cour de « justice d'eau » pour la concession de ses chutes. L'État les aménage lui-même. Grâce à l'énergie qu'elle en retire à profusion, la Suède peut utiliser sur place des minerais qu'elle exportait jadis et fabriquer des engrais qu'elle répand aujourd'hui dans le monde. Son agriculture en profite largement, aussi obtient-elle un merveilleux rendement.

Toute demande de concession, même faite par l'État à la cour de « justice d'eau », peut être refusée après examen. Le concessionnaire est soumis à un cahier des charges qui peut imposer certains concours régionaux pour subventionner l'entreprise ; c'est une sorte d'impôt. Cet organisme peut révoquer ou reviser toute concession après quarante ou soixante ans. Si une concession est d'intérêt public, elle peut englober des concessions privées existantes par voie d'expropriation.

L'État a aménagé les fameuses chutes d'eau de Trollhåten, sur la Gota, près du lac de Verner (165.000 kilowatts) ; de Motala (30.000 kilowatts) ; de Salla Edet (30.000 kilowatts) ; de Alvkärleby (75.000 kilowatts). Ces trois usines sont complétées par une usine thermique de 48.000 kilowatts, à Västerås (1).

La Suède a réalisé un réseau de transport d'énergie nationale de 25.000 kilomètres, (notamment la ligne Trollhåten-Västerås, 332 kilomètres à 132.000 volts, que l'on porte à 220.000 volts).

Pour le construire, on a utilisé le crédit des caisses d'épargne garanti par les groupements ou des communes qui assurent l'électrification.

1) Voir *La Science et la Vie*, n° 113, novembre 1926.

La Grande-Bretagne

C'est le pays riche par excellence en charbon, exportateur d'énormes quantités de ce combustible. Cependant, c'est la nation qui a le plus légiféré pour l'économiser. La dernière loi (mars 1926) est très sévère à cet égard et dépasse même le rigorisme de la conception suédoise. L'« Electricity commission » a le droit de faire exécuter l'expulsion du producteur ou du distributeur ; il ordonne la suppression des usines indésirables, en fait créer de nouvelles et peut octroyer aux exploitants subsistants un statut les protégeant durant un demi-siècle.

De nombreuses petites usines, formant un total de 180.000 kilowatts, ont été ainsi fermées.

A la fin de 1923, le capital envisagé pour la distribution autorisée était de 161.750.000 livres sterling.

Le programme général d'électrification consiste à diviser l'Angleterre en districts, dont l'ensemble sera alimenté à l'aide d'un réseau général par des usines modernes judicieusement placées le long des cours d'eau ou à proximité des mines.

La Grande-Bretagne poursuit simultanément l'électrification de ses chemins de fer. Aux 220 kilomètres de voies déjà électrifiées du Southern Railway, elle va en ajouter 107.000.

Les États-Unis

En 1925, les États-Unis ont produit 62.116.000 tonnes d'anthracite, 522.967.000 tonnes de bitumineux et lignites. En outre, ce pays est, comme l'on sait, très riche en combustibles liquides. Cependant, ils ont fait un gros effort pour l'électrification. Si la France a été le berceau de la houille blanche, les États-Unis ont été les premiers à en assurer le développement.

Dès 1898, ils employèrent des tensions de 60.000 volts. Aujourd'hui, le réseau de Los Angeles, d'une longueur de 390 kilomètres, fonctionne sous 220.000 volts.

Certaines statistiques autorisées attribuent aux États-Unis un ensemble de chutes aménageables de 54 millions de ch. Il y a cinq ans, un de leurs ingénieurs, M. Murray, démontrait déjà l'économie de main-d'œuvre, de matières premières et d'argent qui pouvait résulter de l'organisation d'un système de super-réseaux (réseaux à haute tension) desservant les chemins de fer et les industries d'une zone étendue.

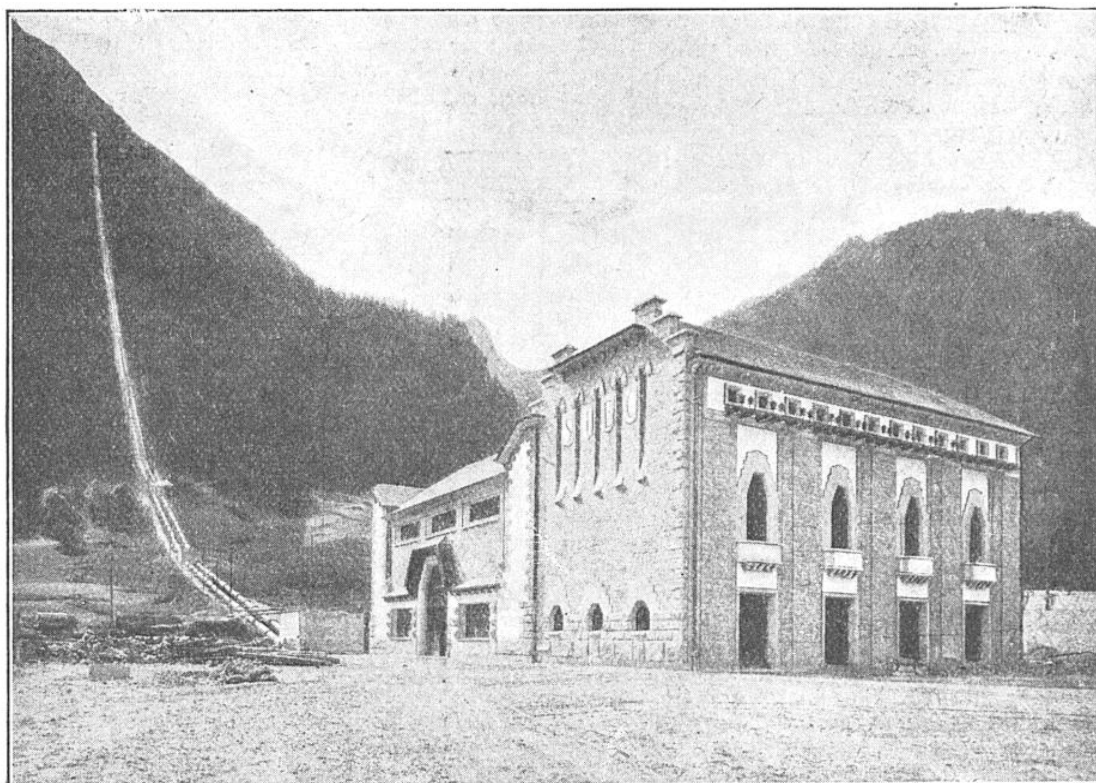
Il existe, aujourd'hui, aux États-Unis, 558 usines thermiques distributrices d'énergie,

d'une puissance moyenne de 7.900 kilowatts.

Mais comme les grosses centrales thermiques sont seules économiques, le programme comporte la réduction de ce nombre (558) à 218 seulement, auquel on ajouterait 55 nouvelles puissantes centrales de 200.000 à 300.000 kilowatts. Ces 55 nouvelles

Où en sommes-nous en France ?

Plus que tous les pays, la France, éprouvée par la guerre, doit tirer parti de toutes ses ressources. Elle ne peut se permettre, désormais, aucune erreur, aucun gaspillage. Il semble, malheureusement, que notre incomparable domaine hydraulique ne soit pas



CENTRALE HYDROÉLECTRIQUE DU VALDO, DANS LA HAUTE VALLÉE D'OSSOLA (ITALIE DU NORD)
D'une puissance de 23.000 kilowatts et capable de fournir annuellement 40 millions de kilowatts-heure, cette usine est combinée avec d'autres centrales utilisant les eaux de la Toce et dont l'ensemble produit 1.400.000 kilowatts-heure par jour.

centrales fourniraient près de 70 % de l'énergie totale du pays.

Plusieurs projets sont actuellement à l'étude. Celui de Frank Baum ne comporte pas moins de 5 milliards de dollars de dépenses et prévoit une économie de 200 millions de tonnes de combustible et de 500.000 hommes de main-d'œuvre.

Grâce à l'établissement d'un vaste réseau à haute tension et à l'interconnexion des diverses sources d'énergie (thermique et hydraulique), l'électricité sera produite aux Etats-Unis en plus grande quantité et à un prix de revient inférieur aux prix actuellement obtenus.

exploité d'une façon rationnelle et que l'industriel, comme le crédit, s'en désintéresse.

Les besoins d'énergie se font cependant impérieusement sentir, et nous voyons chez nous s'ériger de nombreuses usines thermiques dont la consommation fait grossir chaque jour nos importations en houille. Or, nos réserves de charbon seront épuisées dans cinquante ans, d'après les techniciens officiels.

De 1922 à 1924, les importations en houille sont passées de 30.566.000 tonnes à 33.212.000 tonnes, soit un accroissement annuel de 1.323.000 tonnes. En 1926, nous avons acheté 36.000.000 de tonnes de char-

bon, qui, à 150 francs seulement, représentent 5 milliards et demi ! D'autre part, les carburants nous coûtent 2 milliards par an ! Or, les centrales thermiques absorbent, à elles seules, 75.000.000 de tonnes de houille. Il y avait, en 1923, 94.300 chaudières actionnant 67.200 machines d'une puissance totale de 4.314.000 kilowatts. Il faut ajouter à cela 23.000 locomotives. Les statistiques font ressortir que la puissance moyenne de chaque usine ne dépasse pas 77 kilowatts. C'est donc une « poussière » d'usines que nous possédons. Seule la grosse machine est économique.

Les débuts de l'utilisation de notre domaine hydraulique

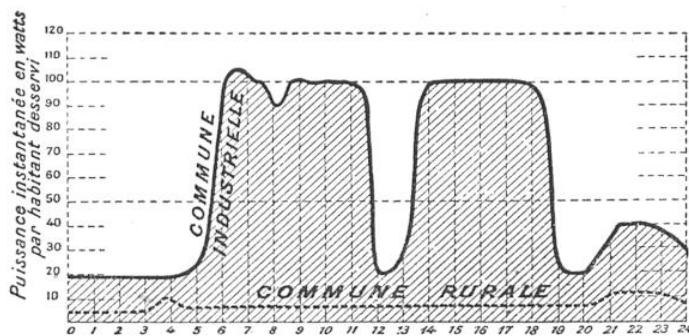
Découvrir une chute, l'étudier, acquérir les droits d'exploitation, se procurer des capitaux, toujours timorés vis-à-vis d'une industrie nouvelle, aménager la chute, construire l'usine, (prise d'eau, grille, canal, chambre de charge, conduite forcée, turbine, machine électrique, transformateur), telle fut l'œuvre méritoire dont l'honneur revient aux Français Bergès, Matussière, Frédet, etc., etc. L'Administration se bornait alors à intervenir pour le « règlement d'eau » : elle devait veiller à ce que les travaux entrepris ne puissent gêner en rien les riverains.

Vers 1903, trente-cinq ans après l'aménagement de la première chute (Bergès, à Lancey), l'administration s'est avisée qu'il serait peut-être utile de reconnaître les cours d'eau du pays et elle institua un service de « jaugeage ». Elle eut la bonne fortune de confier l'organisation de ce service à MM. Tavernier et de la Brosse, qui partagèrent l'enthousiasme des pionniers de la houille blanche et les aidèrent de toutes leurs forces.

Mais la guerre ralentit cet effort, et, actuellement, on ne possède de renseignements complets que sur quatre bassins : l'Isère, l'Arc, la Romanche et la Durance.

Les entreprises particulières, livrées à

elles-mêmes, ne furent guidées que par leur intérêt particulier. De grandes sociétés se constituèrent et se firent concurrence, au lieu de travailler de concert dans l'intérêt national. Or, un aménagement mal compris au point de vue général, peut compromettre l'aménagement futur soit d'une rivière soit surtout d'un bassin. Il est donc indispensable qu'il y ait une direction pour fixer le plan d'ensemble, tant pour les chutes que pour le réseau aérien, direction qui sera chargée de guider l'industriel aussi bien dans ses études que dans la réalisation.



GRAPHIQUES INDICANT LA CONSOMMATION D'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE PAR HABITANT, DANS UNE COMMUNE RURALE ET DANS UNE COMMUNE INDUSTRIELLE

Tandis que, dans la commune rurale, la dépense d'énergie est presque constante, elle varie beaucoup dans la commune industrielle et suit fidèlement les heures d'ouverture et de fermeture des ateliers.

tes les usines, même celles qui sont inférieures à 200 ch. Celles-ci forment, d'ailleurs, un total assez sérieux dépassant 500.000 kilowatts.

Notre production actuelle est, pour la production des centrales thermiques : 3.200.000 kilowatts, soit 4.084 millions de kilowatts-heure par an ; pour la production des usines hydrauliques : 1.290.000 kilowatts, soit : 3.405 millions de kilowatts-heure, soit, au total, 7.489 millions de kilowatts-heure par an. Chaque kilowatt hydraulique a produit par an 2.639 kilowatts-heure ; chaque kilowatt thermique a produit par an 1.265 kilowatts-heure.

On voit ainsi la supériorité de l'énergie hydraulique, car cela revient à dire que le kilowatt hydraulique a pu être utilisé pendant 2.639 heures, tandis que le kilowatt thermique n'a été employé que pendant 1.265 heures dans une année.

	ÉTATS	INSTALLÉS
États-Unis	54.000.000 ch	10.500.000 kw
Canada	30.000.000 —	3.570.000 —
Norvège	12.000.000 —	1.820.000 —
France	10.000.000 —	1.800.000 —
Italie	8.000.000 —	2.500.000 —

Examinons, maintenant, l'état actuel des aménagements hydro-électriques en France

En 1900, nous n'avions que 365.000 kilowatts hydro-électriques installés ; ce chiffre est passé à 1.800.000 en 1924. Ces puissances représentent l'ensemble de toutes

ÉTATS		INSTALLÉS
Allemagne	7.000.000 ch	2.100.000 kw
Suède	7.000.000 —	1.400.000 —
Suisse	4.000.000 —	1.980.000 —
Espagne	3.500.000 —	900.000 —
Grande-Bretagne	375.000 —	

plus que l'Allemagne, l'Italie et l'Angleterre. Dans la seule année 1927, près de 200.000 kilomètres ont été aménagés et 3.000 communes ont reçu l'électricité.

Nous manquons d'énergie électrique

Aux 7.489 millions de kilowatts-heure que nous produisons, il faut ajouter 248 millions de kilowatts-heure importés sous forme de combustible, soit un total de 7.737 millions de kilowatts-heure. Où va cette énergie ?

Aux entreprises de distribution d'électricité : 3.224 millions de kilowatts-heure ; à l'électrochimie et à l'électrometallurgie : 1.200 millions de kilowatts-heure. Total : 4.424 millions de kilowatts-heure.

Le reste, soit 3.313 millions de kilowatts-heure, représenterait les diverses pertes. Le rendement est, en réalité, de 57 %.

D'autre part, la consommation par habitant fait ressortir notre infériorité relative pour un pays de houille blanche.

Près de trente mille communes françaises n'ont pas encore l'électricité !

En outre, le programme d'électrification des chemins de fer qui prévoit l'équipement de 8.269 kilomètres, est loin d'être achevé.

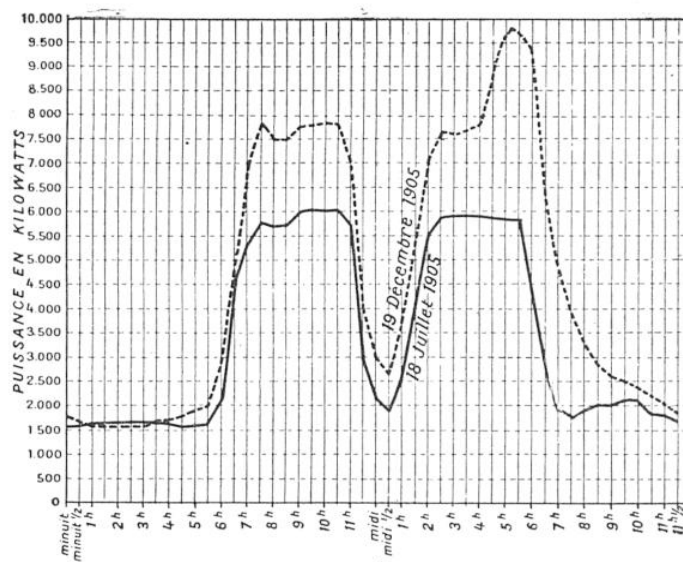
M. Tardieu, ministre de l'« Énergie Électrique », comme il s'est qualifié lui-même, a montré, dans un discours récent, l'effort que la France a accompli, depuis cinq ans à peine, dans la voie de l'électrification et qui permet aujourd'hui à notre pays de produire 12 milliards 300 millions de kilowatts-heure par an, soit 300 par habitant. Nous sommes encore loin d'égaliser la Norvège, le Canada, la Suisse, les États-Unis, mais c'est déjà

De quelle énergie pouvons-nous disposer ?

Le total de chutes aménageables en France représente 10 millions de ch. L'œuvre à parfaire est donc considérable.

Il faut, d'ailleurs, ajouter à cela nos réservoirs d'énergie, prévus sur nos cours d'eau, dont la réserve totale atteint 3.840 milliards de mètres cubes répartis en cent quarante réservoirs. Vingt sont déjà aménagés, onze sont en construction.

Aujourd'hui, nous savons aménager complètement notre domaine hydraulique, utiliser nos réservoirs, consommer des combustibles pauvres, enfin, établir sur tout le pays un réseau à haute tension diffusant l'énergie électrique dans



UN EXEMPLE TYPIQUE MONTRANT LES HEURES DE « POINTE » ET LES HEURES « CREUSES » POUR UNE CENTRALE ÉLECTRIQUE ALIMENTANT UNE RÉGION INDUSTRIELLE DANS LA HAUTE VALLÉE DU RHÔNE

Les courbes ci-dessus représentent l'énergie demandée à l'usine de Jonage (Isère), suivant les différentes heures de la journée. En hiver, la consommation pour l'éclairage s'ajoute à celle des moteurs industriels alimentés par l'usine.

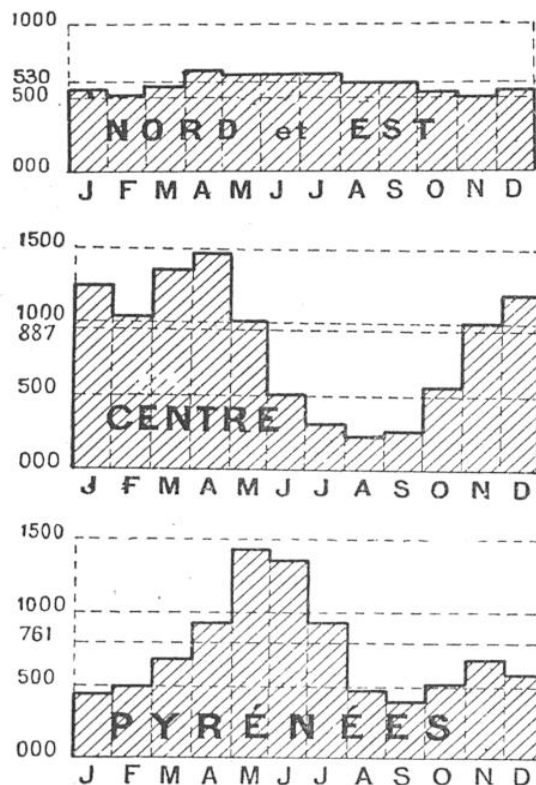
les campagnes les plus reculées.

Notre puissance disponible est actuellement, tant en chutes aménagées qu'en construction ou en projet, de 5.077.370 kilowatts. En comptant qu'un kilowatt peut fournir environ 4.742 kilowatts-heure par an, nous avons donc 24 milliards de kilowatts-heure environ disponibles.

Ce calcul, établi par le sénateur Mollard, est basé sur les résultats donnés par chaque usine travaillant avec tous ses inconvénients. Usines de montagnes alimentées surtout en été par la fusion des glaciers, usines recevant, surtout en hiver, les eaux de pluie (Massif Central, cours d'eau). La technique moderne et un aménagement rationnel veulent tout autre chose. Les usines travaillant à plein er

été doivent aider celles qui, à cette époque, manquent d'eau et inversement. Ainsi la production d'énergie devient beaucoup plus régulière et le rendement meilleur. Pour cela, il faut réaliser l'*inter-connexion* des sources d'énergie.

En ajoutant l'énergie de nos réservoirs de cours d'eau, on arrive à un total de 33 mil-



GRAPHIQUES INDIQUANT LES PUISSANCES POUVANT ÊTRE FOURNIES PAR LES QUATRE GRANDS BASSINS HYDROÉLECTRIQUES FRANÇAIS (NORD ET EST, CENTRE, PYRÉNÉES ET ALPES). LES PUISSANCES SONT PORTÉES EN ORDONNÉES ET EXPRIMÉES EN MILLIERS DE KILOWATTS

Ces graphiques, où les mois de l'année sont portés en abscisses (axes horizontaux), font ressortir la différence de régime des régions des chutes montagneuses (Pyrénées et Alpes) et de celles utilisant les cours d'eau (Nord et Est) ou les bassins-réservoirs créés par barrage des vallées (Centre, Massif Central, etc.).

liards de kilowatts-heure, ce qui dépasse nos besoins envisagés.

La consommation n'est pas constante

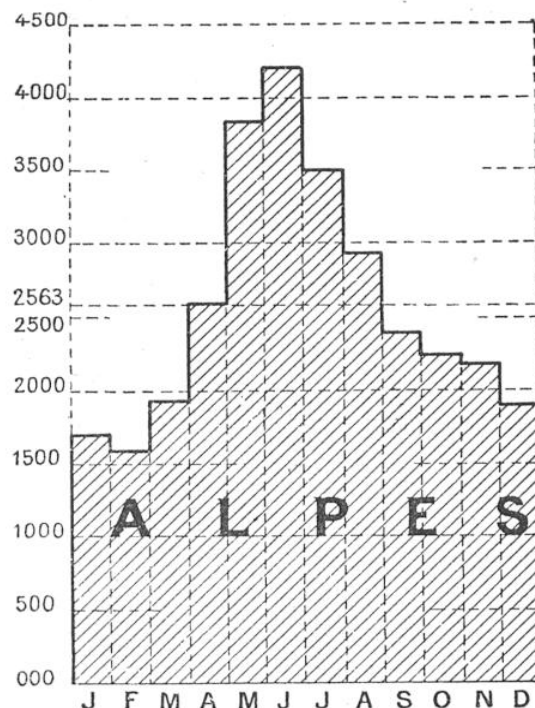
Chacun a entendu parler des « pointes » de consommation d'énergie. Cette consommation est, en effet, très variable, au cours d'une journée et pendant toute une année. Or, un point faible des réseaux de distribution alimentés par les chutes d'eau est, précisément, le manque de souplesse, alors que les usines thermiques peuvent, au contraire, faire varier rapidement leur pro-

duction électrique. Une solution s'impose : réaliser l'*inter-connexion* des usines hydrauliques à régimes différents avec les grosses centrales thermiques susceptibles de fournir l'appoint nécessaire au « passage des pointes ».

Le réseau de distribution

Nous avons vu que les Américains avaient été les premiers à utiliser les réseaux à haute tension.

Aujourd'hui, on sait coupler ensemble des



usines travaillant à des centaines de kilomètres les unes des autres, et, en France, nous en avons un exemple frappant : l'énergie transportée de la Centrale d'Eguzon (Creuse) est conjuguée avec celle de la Centrale thermique de Gennevilliers, près Paris. Nous avons des lignes à 160.000 et même 200.000 volts. Récemment, on entrevoyait des lignes à 400.000 et 600.000 volts !

L'avantage des *hautes tensions* est considérable, car leur emploi diminue fortement le prix du transport de l'énergie (1).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 115, janvier 1927.

Notre réseau national sera donc à haute tension.

Pour son tracé, on doit s'inspirer de l'importance des centres de production d'énergie, d'une part, et de la consommation des différentes régions, d'autre part. Si on divise la France en deux parties par une ligne droite en diagonale, de Rennes à Marseille, on trouve, à gauche, Sud-Ouest et Midi, soit quarante-neuf départements qui consomment 720 millions de kilowatts-heure ; à droite, Nord et Sud-Est, soit quarante départements qui consomment 3 milliards de kilowatts-heure. Coïncidence heureuse : les grands consommateurs sont aussi les grands producteurs.

La carte, page 298, montre comment se répartissent à la fois la production d'énergie et les importations en charbon par les différents ports. Il faut donc diriger la « vague » d'énergie vers la zone périphérique de la France Est-Nord-Est-Nord.

Le tracé du réseau

En reliant ensemble électriquement : les Pyrénées au Massif Central ; le Massif Central aux Alpes de Savoie ; les Alpes de Savoie aux Alpes du Rhône ; les Alpes du Rhône aux Pyrénées, on constitue ainsi un réseau dit « bouclé » par opposition aux réseaux « radiaires » qui sont constitués par des lignes issues d'un même point. Le réseau bouclé présente l'avantage de nécessiter moins d'installation de lignes, il est donc plus éco-

nomique, et il assure une plus grande sécurité de fonctionnement car les diverses lignes susceptibles de s'entraider, traversant des

régions différentes, sont alimentées par des usines dont les régimes s'équilibrent, en été comme en hiver.

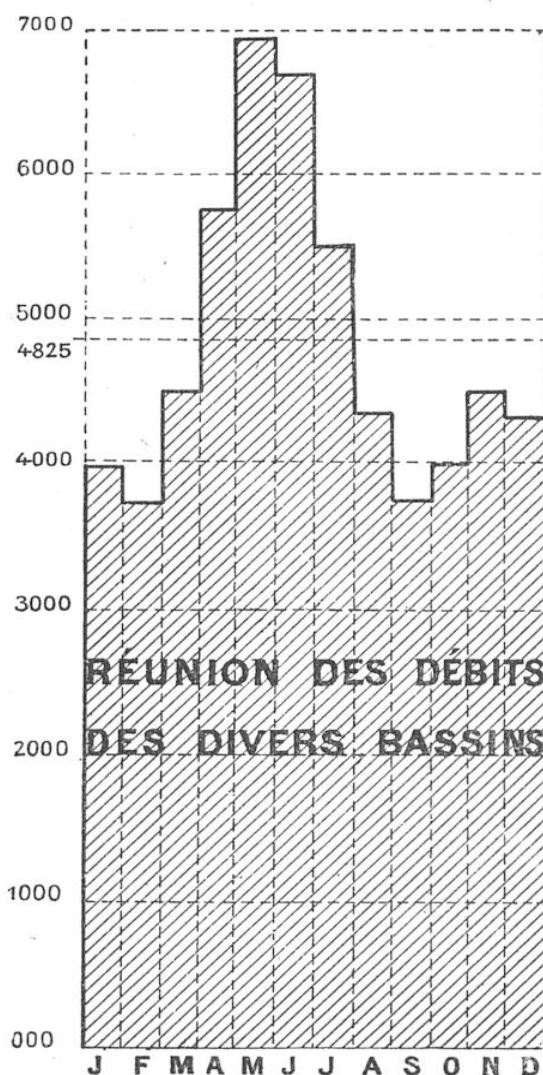
On peut envisager, en outre, comme lignes directes : les Alpes de Savoie au Rhin (Colmar) ; Massif Central à Paris ; Alpes de Savoie à Paris, Colmar-Rhin à Lille et Paris ; une transversale Plateau Central à Metz ; une ligne Pyrénées, Bordeaux, Nantes, Rouen, Paris.

Cet ensemble atteint, par les voies les plus courtes, tous les centres importants de consommation et on peut remarquer sur la carte qu'il forme, en dehors du grand réseau bouclé primaire, une série d'autres réseaux bouclés secondaires.

Que coûtera l'exécution de ce projet ?

Il faut, matériellement, dix ans pour exécuter ce programme. Mais, pour donner aux 32.000 communes l'électricité qui leur manque, pour supprimer les 35 millions de tonnes de charbon que nous importons, pour fabriquer des nitrates pour l'agriculture, il faut commencer tout de suite.

Le sénateur Mollard estime la dépense totale à effectuer à 13 milliards de francs. Comment payer cette note ? Il est évident que l'on ne peut demander à l'Etat ce qu'il ne peut donner. C'est un problème national à résoudre : c'est donc la nation qui doit en donner la solution.



GRAPHIQUE MONTRANT LES PUISSANCES TOTALES RÉSULTANT DE LA RÉUNION DES DIVERS BASSINS FRANÇAIS

Les puissances sont indiquées en milliers de kilowatts (axe vertical). Bien que l'allure du graphique reste analogue à celle du bassin des Alpes, on remarque que les écarts des puissances disponibles au cours d'une année sont plus faibles. C'est là une résultante de la jonction des différents bassins entre eux.

LA MÉTÉOROLOGIE AU SERVICE DE L'AVIATION

Par Maurice JOUVEN

Le développement de l'aviation commerciale, tant au point de vue de la sécurité que de la régularité, est liée à la connaissance exacte des conditions atmosphériques. Aussi, la météorologie, cette science des phénomènes de l'atmosphère, a dû perfectionner ses méthodes pour renseigner, avec autant de précision et de rapidité que possible, les navigateurs de l'air. Grâce à l'établissement des grands réseaux téléphoniques (1), aux progrès de la T. S. F., et à une organisation parfaitement au point, l'Office National Météorologique de Paris peut centraliser les observations des postes spéciaux répartis en France et à l'étranger, et établir, à un moment donné, l'état de l'atmosphère au-dessus des territoires à parcourir. Des cartes sont ainsi dressées, donnant les caractéristiques à transmettre aux aviateurs avant leur départ. Il ne faut pas, en effet, confondre la connaissance du temps présent à un instant précis, sur un territoire donné, avec les prévisions relatives au temps qu'il fera dans un avenir plus ou moins éloigné. Notre collaborateur, spécialiste des services de la météorologie, expose ici le fonctionnement du réseau météorologique français en 1928.

Le réseau météorologique français

LES stations météorologiques, dont l'ensemble constitue le réseau météorologique français, sont disséminées sur tout le territoire, les unes en bordure des côtes (postes de la Marine), les autres à l'intérieur des terres (postes de l'Office National Météorologique et postes militaires). Leur rôle est d'effectuer, à heures fixes, des observations qu'elles doivent transmettre aussitôt à l'Office National Météorologique à Paris qui les condense sous forme de cartes.

En quoi consiste une observation? On a l'habitude de désigner sous ce terme, l'ensemble des lectures faites aux appareils de

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 126, page 519.

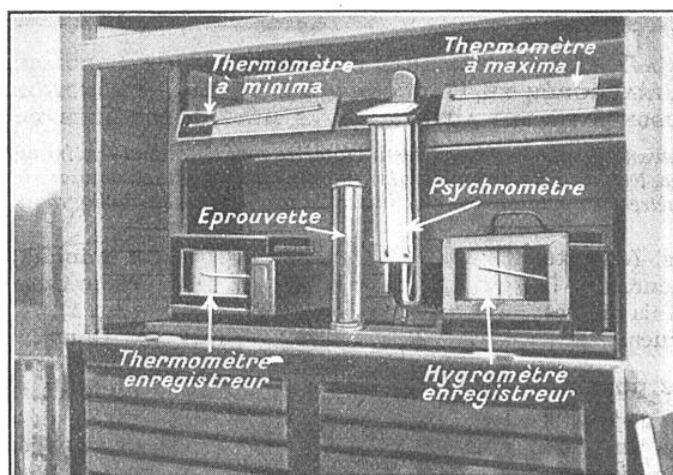


FIG. 1. — VUE DE L'INTÉRIEUR D'UN « ABRI ANGLAIS », CONTENANT LES APPAREILS DE MESURE

En bas, de gauche à droite, le thermomètre et l'hygromètre enregistreurs. En haut, les thermomètres à minima et à maxima. Au centre, le psychromètre, appareil à deux thermomètres, dont le réservoir de l'un est entouré de coton maintenu humide avec l'eau de l'éprouvette. Le thermomètre humide donne une indication plus ou moins basse selon l'état d'humidité de l'air, puisque l'évaporation, cause de froid, est fonction de cette humidité.

mesure des conditions atmosphériques à une certaine heure. C'est ainsi que l'« observation » de 7 heures comprend la notation de la température, de la pression, de l'humidité, du vent, de la pluie, des nuages, etc., à 7 heures du matin. C'est une auscultation méthodique de l'atmosphère.

Les heures d'observation

Tous les pays concourent à ce service qui s'est internationalisé. Une convention internationale a, en effet, déterminé d'une façon précise, les heures auxquelles devraient être effectuées les observations : 1 heure, 7 heures, 13 heures et 18 heures. Mais comme l'intervalle de temps séparant ces heures a paru trop grand, les postes météorologiques français se livrent à des observations supplémen-

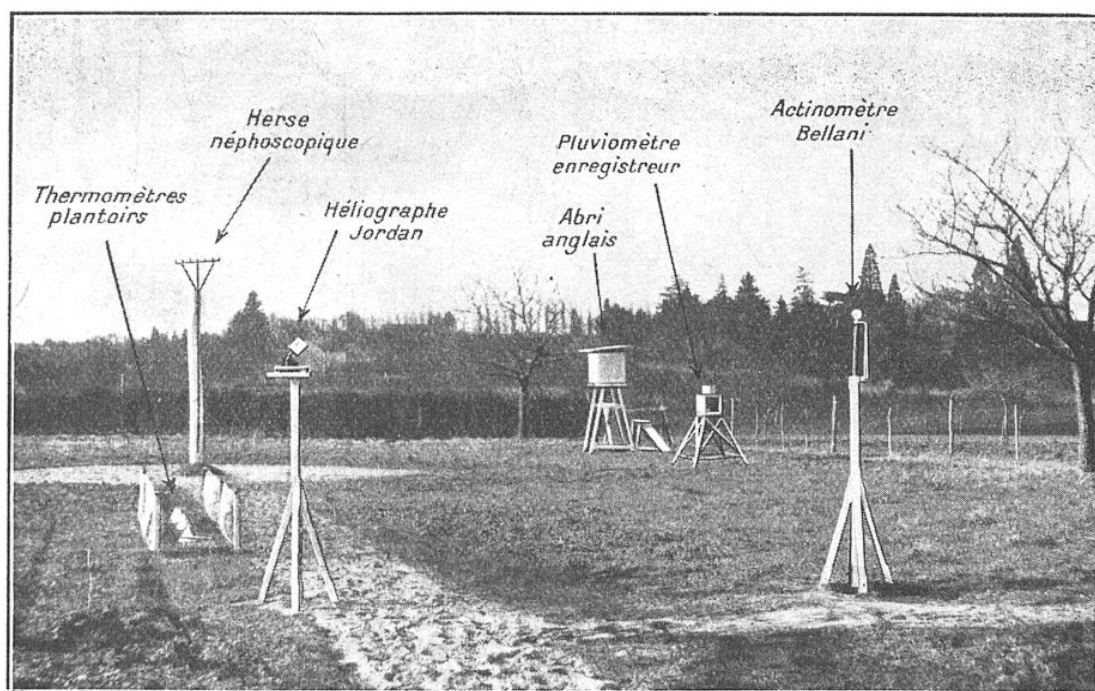


FIG. 2. — VUE DES APPAREILS EXTÉRIEURS DE LA STATION MÉTÉOROLOGIQUE « MAURICE DE TASTES » A TOURS, INAUGURÉE LE 17 DÉCEMBRE 1927 ET QUI FONCTIONNE ACTUELLEMENT EN LIAISON AVEC LES AUTRES POSTES MÉTÉOROLOGIQUES FRANÇAIS

A droite, d'arrière en avant, l'« abri anglais », le pluviomètre enregistreur et l'actinomètre Bellani. A gauche, la herse néphoscopique, les thermomètres plantoirs entourés d'un grillage donnant la température du sol à 30 centimètres, 60 centimètres et 1 mètre de profondeur et l'héliographe Jordan.

taires à 5 heures (en été seulement), à 10 heures et à 15 heures et parfois à des sondages aérologiques.

Le matériel des postes

Les principaux appareils sont contenus dans un petit coffre situé en plein air dans le voisinage du poste, et qui porte le nom d'*abri anglais*. Ses parois sont à claire-voie, afin de permettre à l'air de circuler librement à son intérieur. L'abri reçoit un thermomètre enregistreur à dilatation métallique, un hygromètre à cheveux, également enregistreur, un thermomètre



FIG. 3. — L'HÉLIOGRAPHE JORDAN

Cet instrument mesure l'intensité solaire, grâce à une bande de papier sensible exposée à la lumière du jour par un petit orifice : la longueur plus ou moins grande de papier impressionné est proportionnelle à l'intensité lumineuse.

à minima, un psychromètre et un thermomètre à maxima (fig. 1).

Dans le voisinage, un pluviomètre recueille l'eau de pluie et une *herse néphoscopique* détermine la vitesse des nuages.

Les mesures de l'intensité du vent et de sa direction sont assurées, suivant l'importance du poste, tantôt par un *anémocinémographe*, tantôt par un simple *anémomètre* à main et une girouette ordinaire.

Dans chaque poste, un baromètre Tonnelet ou Fortin, muni d'un thermomètre, permet de faire, aux lectures de

pressions atmosphériques, les corrections habituelles.

Les postes importants et les stations régionales (fig. 2) possèdent, en outre, des appareils de mesure de l'intensité solaire (*actinomètre* Bellani et *héliographe* Jordan) (fig. 3), ainsi que des instruments permettant de renseigner les agriculteurs de la région sur certains agents physiques : tels sont les *thermomètres plantoirs* pour l'évaluation de la température du sol à diverses profondeurs et les *évaporomètres* pour mesurer les quantités d'eau susceptibles d'être évaporées par les végétaux.

Le matériel de sondage

Les observations à la surface du sol sont complétées par d'autres puisées au sein même de l'atmosphère, grâce aux sondages aérologiques qui fournissent des renseignements sur la direction du vent et sur sa vitesse aux différentes altitudes. Ce sont là des connaissances précieuses pour un aviateur, car la direction du vent varie fréquemment avec l'altitude.

Voici comment on procède pour faire un sondage. Un ballon gonflé d'hydrogène, qui possède une force ascensionnelle de 18, 150 ou 500 grammes suivant le type employé, s'élève avec une vitesse en principe constante : 100, 200 ou 300 mètres par minute. Dès qu'il est abandonné à lui-même (fig. 4), un observateur le garde dans le champ d'un théodolite au croisement des fils du réticule,

et repère sa position à chaque minute écoulée. Il déduit ensuite, par le calcul et graphiquement, la vitesse horizontale du vent qui est la même que celle du ballon.

Le défaut de cette méthode apparaît immédiatement par le fait que l'ascension du ballon n'est pas un mouvement uniforme ; elle varie continuellement suivant les cou-

rants ascendants ou descendants qui peuvent exister. Cependant, dans la plupart des cas, les indications obtenues sont suffisantes. Pour obtenir une précision plus grande, on utilise deux théodolites qui permettent, par triangulation trigonométrique, de connaître à chaque minute la hauteur exacte du ballon (1).

La transmission des résultats d'un sondage se fait comme celle d'une observation : ils sont codifiés sous forme d'un message chiffré précédé du mot « Pilot », et comportent des

(1) L'importance de ces sondages aérologiques ne se

fait pas sentir que pour l'aviation : depuis longtemps déjà, on a compris tout l'intérêt qu'ils présentent dans la balistique militaire. C'est particulièrement dans les tirs à longue portée que les déviations causées aux projectiles par le vent, sont les plus sensibles. Grâce aux sondages, on parvient à calculer un vent fictif appelé « vent balistique », dont la force et la direction resteraient constantes pendant toute la durée de la trajectoire, et occasionneraient à l'obus la même déviation que l'ensemble des vents réels de forces et de directions différentes qui règnent aux différentes altitudes. Les régiments d'artillerie possèdent, à l'heure actuelle, des météorologistes spécialistes dont le rôle consiste uniquement à effectuer des sondages.



FIG. 4. — EXÉCUTION D'UN SONDAGE, AU BOURGET

Un des météorologistes s'apprête à lâcher le ballon et dispose devant lui le carnet sur lequel il notera le résultat de ses lectures au théodolite, d'où est déduite la vitesse horizontale du vent. L'autre opérateur vérifie le bon fonctionnement de l'appareil.



FIG. 5. — LE RÉSEAU MÉTÉOROLOGIQUE FRANÇAIS EN 1928

En outre des stations de l'Office National Météorologique, ce réseau comprend des postes auxiliaires tels que : sémaphores de la marine et brigades locales de gendarmerie. Sur cette carte sont figurées également les trente régions françaises pour chacune desquelles est rédigé un message d'avertissement pour l'aéronautique.

groupes de chiffres en nombre variable suivant la hauteur jusqu'à laquelle on a pu suivre le ballon.

Sondages par avions et par cerfs-volants

Ces sondages sont un peu différents des précédents. Ils ont pour but l'exploration de la haute atmosphère pour en connaître la température, la pression et le degré d'humidité de l'air. L'avion emporte trois appareils

enregistreurs contenus dans une boîte exposée au déplacement d'air résultant de sa vitesse.

Les trois styles de ces instruments se déplacent sur un même papier enduit de noir de fumée. L'avion s'élève le plus régulièrement possible jusqu'à une hauteur comprise entre 6.000 et 6.500 mètres et redescend de même. Le graphique obtenu est dépouillé après l'atterrissage. Cette mé-

thode est pratiquée fréquemment. Les sondages par cerfs-volants sont basés sur le même principe ; ils ont été assez peu utilisés jusqu'ici.

Le travail journalier des postes météorologiques

En dehors des observations régulières, chaque station doit également signaler immédiatement à l'Office National Météorologique les grains et phénomènes dangereux observés, soit directement, soit par l'intermédiaire du poste de concentration le plus voisin. La transmission de ces messages a une grande importance pour l'aviation ; elle bénéficie de la priorité sur les autres télégrammes et communications.

L'Office National Météorologique demande également à certains postes un service supplémentaire pour assurer la protection météorologique d'un voyage. Nous en reparlerons plus loin.

L'O. N. M., cerveau de l'organisme météorologique

Ancien Bureau Central

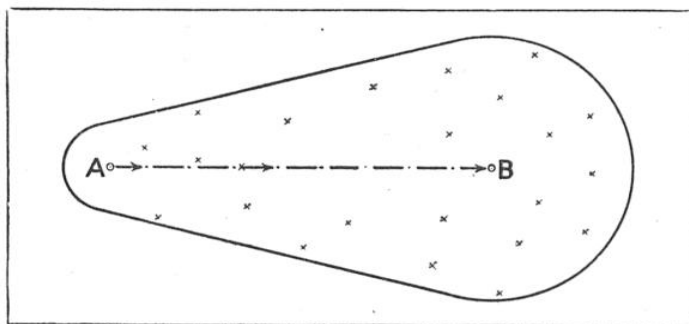


FIG. 6. — DÉFINITION DE LA « RÉGION AVOISINANTE »

Les stations marquées par une croix, alertées par l'O. N. M. à l'occasion d'un voyage de l'aérodrome A vers celui de B, se trouvent dans une région circonscrite par une ligne fermée analogue à celle qui est représentée sur la figure. On voit que les observations doivent être plus nombreuses sur la portion de parcours la plus éloignée de l'aérodrome de départ : mettant plus de temps à parvenir à A, les renseignements des postes voisins de B auraient moins de valeur s'ils n'étaient en plus grand nombre.

pressions, de températures, de nébulosité, etc., établies d'après les renseignements parvenus des observatoires ; rédaction d'avertissements qui renseignent à heures fixes les pilotes sur le temps qu'il fait dans les

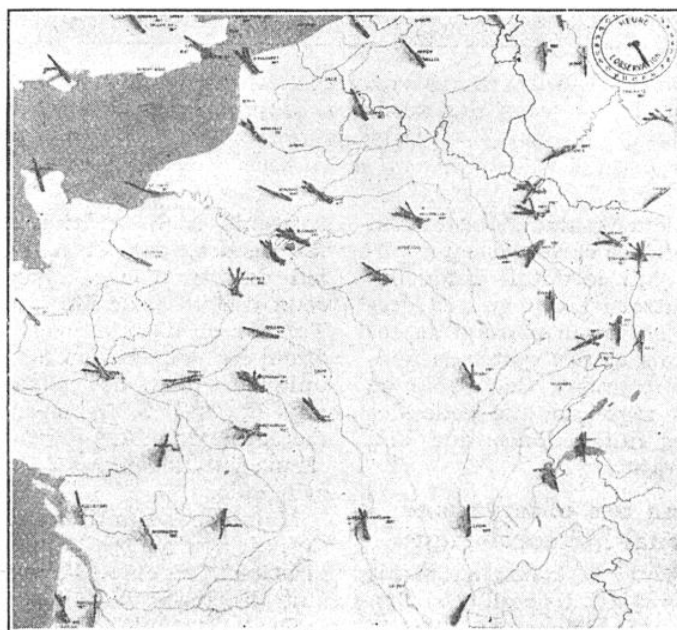


FIG. 7. — VUE D'UNE PARTIE DE LA CARTE D'AFFICHAGE DES SONDAGES AÉROLOGIQUES DU BOURGET

On remarque, en haut et à droite, le cadran qui indique l'heure à laquelle les sondages ont été effectués. Au-dessus de la carte se trouve une rampe lumineuse servant à l'éclairage. On trouvera à la page suivante une vue de détail des flèches traduisant les résultats des sondages.

Météorologique jusqu'en 1921, l'Office National Météorologique, situé rue de l'Université à Paris, représente le cerveau de ce gigantesque organisme. Il comprend trois sections qui se partagent le travail : réception des observations effectuées dans toute la France ; prévision du temps à l'aide des cartes de pressions, de températures, de nébulosité, etc., établies d'après les renseignements parvenus des observatoires ; rédaction d'avertissements qui renseignent à heures fixes les pilotes sur le temps qu'il fait dans les différentes régions de la France. Nous dirons plus loin comment les pilotes prennent connaissance de ces avertissements.

Comme nous l'avons dit plus haut, les renseignements parvenus à l'Office National Météorologique sont immédiatement condensés sous forme de cartes schématiques : 1° celles des pressions ou cartes d'isobares (fig. 1), sur lesquelles apparaissent les dépressions (zones de basses pressions) et les anticyclones (zones de hau-

tes pressions); 2° celles des variations de pressions, appelées *cartes de tendance* ou *cartes d'isallobares*, qui mettent en évidence des *noyaux de hausse* et des *noyaux de baisse*; 3° celles de *nébulosité*, grâce auxquelles on voit les « systèmes nuageux » se déplacer en des groupes parfaitement organisés, comprenant une avant-garde (front), le gros de la troupe (corps) et une arrière-garde (traîne), avec des flancs-gardes sur les côtés (marges) (1).

Or les noyaux de baisse coïncident avec l'arrivée du front et du corps, c'est-à-dire du mauvais temps prochain (pluies continues), tandis que ceux de hausse accompagnent la traîne avec une amélioration momentanée (succession d'averses ou de grains et de belles éclaircies). Quant au beau temps, il n'existe que dans les zones à l'abri des noyaux de variations. C'est ce qui explique pour quoi il est beaucoup plus utile de suivre les variations du baromètre que de s'attacher à la valeur absolue de la pression.

C'est au moyen de ces cartes et en appliquant des règles, dans le détail desquelles nous ne pouvons entrer ici, que les météorologistes arrivent à suivre la marche de ces noyaux de variations et des systèmes nuageux qui les accompagnent. Cette marche est beaucoup plus régulière que celle des dépressions ou des anticyclones que l'on envisageait auparavant.

La transmission des observations à l'Office National Météorologique

Il est nécessaire que la transmission ait lieu dans le plus bref délai possible si l'on veut conserver aux renseignements toute leur valeur. Dès que le personnel de la station météorologique a terminé son observation, il la résume en un message chiffré comportant cinq ou six groupes de cinq chiffres, puis le transmet aussitôt par téléphone ou par télégraphe (en utilisant les lignes des

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 87, page 233.

P. T. T.) à une *station centralisatrice*. Celle-ci retransmet le télégramme à une *station de concentration* pourvue d'un appareil émetteur de T. S. F. Le message est transmis par cette dernière, en même temps que ceux émanant des autres stations situées dans la région, à un *poste régional*, chargé d'une centralisation plus importante (fig. 5).

Il existe, en France, huit postes régionaux : Strasbourg, Cherbourg, Brest, Tours, Dijon, Toulouse, Marignane et Cuers. Ce dernier reçoit les radiogrammes émis par Ajaccio, qui recueille les observations de la Corse. Chacun de ces huit postes régionaux retransmet ensuite, par T. S. F., la totalité des messages qui

lui parviennent. Ceux-ci sont enfin reçus dans une des trois stations d'écoute du Bourget, de Saint-Cyr ou du mont Valérien, d'où ils sont téléphonés à la section des transmissions de l'Office National Météorologique.

Ainsi, un message météorologique de Thionville est

transmis à la station de Metz, qui le retransmet, par T. S. F., au poste régional de Strasbourg, chargé de centraliser ceux d'Épinal, de Mayence, de Landau, de Trèves, de Bonn, de Nancy et de Metz. Groupées sous la forme d'un radiogramme unique, toutes ces observations sont envoyées, par T. S. F., au centre d'écoute radio-météorologique de Saint-Cyr, qui les téléphone sans retard à l'Office National Météorologique.

Malgré ces multiples relais, la transmission est assurée très rapidement. Cette organisation a, en outre, l'avantage de permettre aux différents postes secondaires de contrôler le texte de leurs propres messages, en assurant l'écoute sur les postes émetteurs de concentration ou les stations régionales grâce à l'appareil récepteur dont ils sont pourvus. Cet appareil leur donne également la possibilité de renseigner, avant le départ, les pilotes qui leur demandent des renseignements sur telle ou telle région : il leur suffit

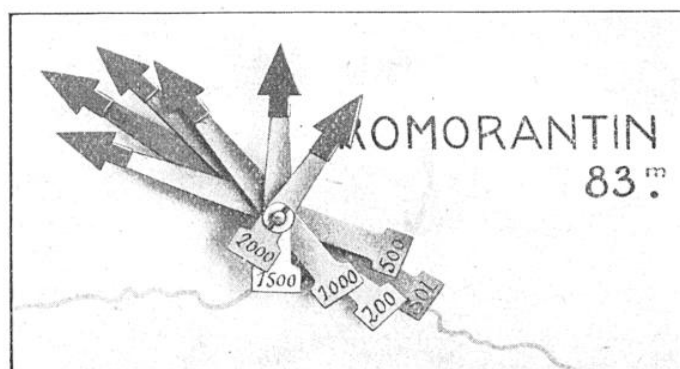


FIG. 8. — DÉTAIL DES FLÈCHES TRADUISANT LES RÉSULTATS DES SONDAGES JOURNALIERS

Les pointes sont amovibles et de différentes couleurs, suivant la vitesse du vent à l'altitude considérée.

d'assurer, à une certaine heure, l'écoute du poste régional correspondant.

On pourrait croire que ces retransmissions introduisent dans les messages chiffrés un pourcentage d'erreurs assez élevé, il n'en est rien, et la proportion ne dépasse pas 2 à 3 %. Elle provient beaucoup moins de l'utilisation de la télégraphie sans fil que du

nal Météorologique et émis par T. S. F. à des heures correspondant à l'horaire des lignes. Les aérodromes intéressés en assurent la réception et les traduisent aux pilotes. C'est de cette manière que sont protégés d'une façon constante et efficace les avions reliant quotidiennement la France à la Belgique, à la Hollande et à la Grande-Bretagne.

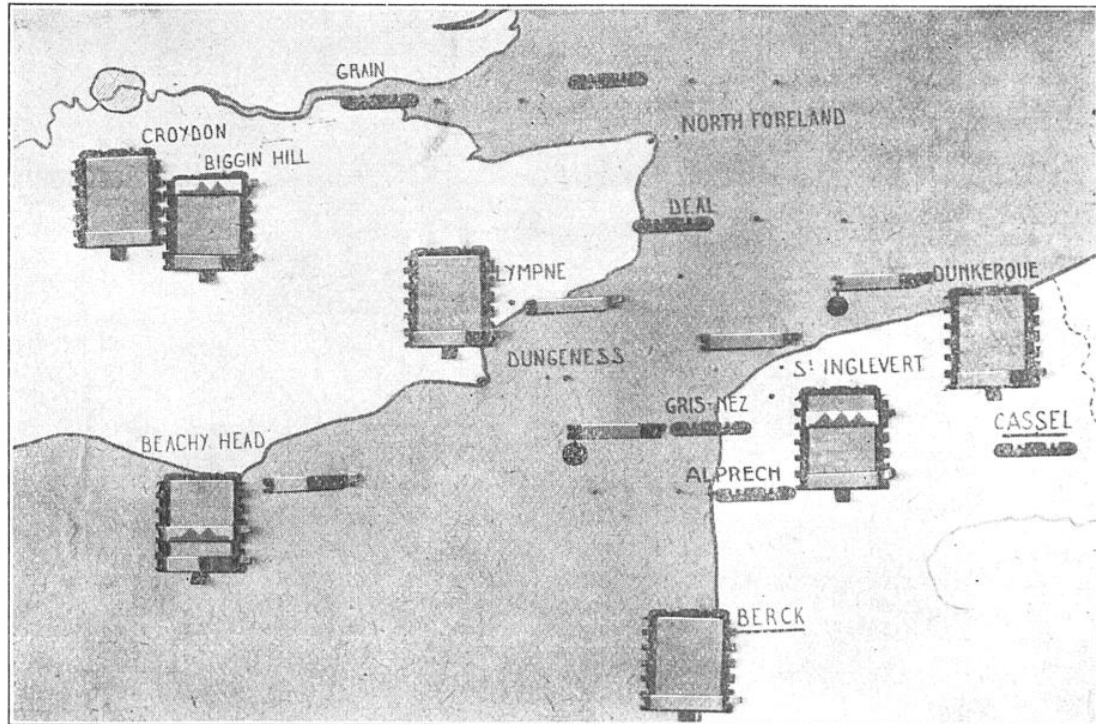


FIG. 9. — COMMENT SE FAIT L'AFFICHAGE DES OBSERVATIONS (LIGNE PARIS-LONDRES)

Portion de la carte murale du poste météorologique du Bourget où se trouvent représentés les « caractères » du temps de la région survolée par les avions de la ligne Paris-Londres. On remarque les barrettes situées au milieu de la Manche, donnant la visibilité en mer. Les cercles noirs que l'on voit à côté sont, en réalité, des disques rouges qui indiquent que la mer est démontée.

téléphone, où des mots à consonances voisines occasionnent des confusions.

Comment l'Office National Météorologique renseigne les pilotes des lignes aériennes

Le trafic étant journalier et les départs s'effectuant à des heures rigoureusement déterminées, la protection météorologique est organisée de telle façon que le service de renseignements puisse fonctionner chaque jour avant que les avions prennent leur vol. Des messages d'avertissements spéciaux, contenant des observations effectuées par les postes de la région traversée par chaque avion postal, sont rédigés par l'Office Natio-

La protection des raids

Dès qu'un pilote civil ou militaire a l'intention d'entreprendre un voyage, il en avertit l'Office Météorologique, soit directement, soit par l'intermédiaire du poste météorologique le plus voisin de sa formation. Dans ce dernier cas, le poste de envoi sans retard, à Paris, un message téléphoné ou télégraphié qui donne les renseignements indispensables pour assurer la protection, savoir : 1° Quelle formation ou quel pilote doit prendre le départ (éventuellement nombre d'avions) ? 2° Quel est le jour, ou quels sont les jours où le départ est prévu ? 3° Quelle est la première heure où le départ est possible ? 4° Quelle est

la dernière heure? 5° Quel est l'aérodrome de départ? 6° Quel est celui d'arrivée? 7° Quels sont les terrains d'escales prévus? 8° Quel est l'itinéraire prévu?

Muni de ces indications, l'Office National Météorologique prend immédiatement des mesures pour que les renseignements utiles soient transmis en temps voulu au poste météorologique chargé de renseigner le pilote.

Ces renseignements sont de plusieurs sortes : les *avertissements* ou avis à courte échéance, les *probabilités* et les dernières *observations et sondages* des postes météorologiques situés sur le parcours et dans toute la région avoisinante (fig. 6).

Les avertissements sont des messages élaborés par l'Office National Météorologique, grâce aux renseignements qui lui parviennent des postes. Comme leur nom l'indique, ils avertissent le pilote du temps qu'il fait dans la région intéressée et à une heure voisine de celle du départ pour le raid.

La France est subdivisée en trente régions, possédant chacune un indicatif numérique (de 41 pour la région Nord à 71 pour la Provence) (fig. 5). Chaque région donne lieu à un message. Un avertissement se compose donc de trente messages, comprenant chacun cinq ou six groupes de cinq chiffres. Les avertissements sont, d'ailleurs, émis par T. S. F. trois fois par jour par les soins de la Tour Eiffel et du poste radiotélégraphique du Bourget, aux heures suivantes : 6 h. 50 (avis pour la matinée) ; 11 h. 50 (avis pour l'après-midi) ; 16 h. 50 (avis pour la nuit). Ils sont destinés, en principe, aux voyages dont les départs sont voisins de ces heures, mais ils peuvent accessoirement servir aux lignes aériennes qui remplissent la même condition. Si le départ pour un voyage exceptionnel s'effectue à d'autres heures, un service de renseignements spécial est organisé (voir

plus loin l'*ordre spécial*) et permet à l'Office National Météorologique de donner au pilote, au dernier moment, un avertissement supplémentaire qui le concerne personnellement.

De même, les avertissements spéciaux aux lignes aériennes sont susceptibles d'être utilisés par un pilote effectuant un raid quelconque, s'il emprunte pendant un certain temps l'itinéraire des avions commerciaux et si l'heure d'émission de l'avis est voisine de celle de son départ. Diffusés successivement à 7 h. 50, 10 h. 50, 12 h. 50, 14 h. 50 et 15 h. 50 par Le Bourget, ces avertissements sont

d'une forme analogue aux autres, avec la seule différence que les indicatifs des régions de France sont compris entre 01 et 40.

Quant aux prévisions météorologiques, nous savons par quels mécanismes elles sont conçues.

Elles sont valables pour toute la France et sont émises par la Tour Eiffel, respectivement à 6 h. 40,

11 h. 15, 19 heures et 22 h. 10. Accessoirement, des stations importantes comme Toulouse et Marignane rédigent des prévisions spéciales pour leurs régions.

Les renseignements fournis au pilote

L'Office National Météorologique communique les renseignements au pilote la veille du départ, ainsi que le jour même.

La veille du départ, une probabilité générale pour la journée du lendemain lui est fournie : elle est relative à la région à parcourir. Cette probabilité figure dans le radiogramme du Bourget émis, chaque jour, à 17 h. 50. En raison de sa quotidienneté, les postes météorologiques peuvent en assurer l'écoute chaque fois que des pilotes leur demandent des renseignements et qu'ils n'ont pas le temps de prévenir l'Office National Météorologique de leurs voyages.

Lorsqu'il s'agit de la préparation d'un

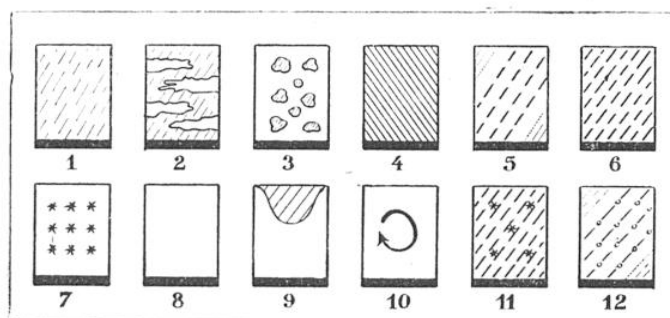


FIG. 10. -- PLAQUES REPRÉSENTATIVES ET CONVENTIONNELLES DES « CARACTÈRES » DU TEMPS

Ces accessoires se placent sur la carte murale en regard de chaque poste météorologique. 1, ciel pur (bleu) ; 2, quelques nuages (blanc sur fond bleu) ; 3, couvert avec trou (bleu sur fond gris) ; 4, ciel entièrement couvert (gris) ; 5, averses (gris et coins bleus) ; 6, pluie (fond gris) ; 7, neige (fond gris) ; 8, brouillard (jaune) ; 9, brouillard avec ciel clair au zénith (tache bleue, fond jaune) ; 10, grain ; 11, pluie et neige ; 12, averse de grêle (coins bleus).

très grand raid et que le départ a lieu dans un aéroport de la région parisienne (Le Bourget ou Villacoublay), le pilote vient, la veille, à l'Office National Météorologique, où la probabilité lui est donnée de vive voix ainsi que tous renseignements complémentaires. Parfois même, des indications intéressantes lui sont communiquées ultérieurement, dans le cours de la soirée, à son domicile, par téléphone ou par message.

Le jour du départ, l'Office National Météorologique donne un avertissement valable pour les six heures suivantes et relatif à la région parcourue. Il est renouvelé si le départ est retardé. Comme nous l'avons dit, ces avertissements figurent dans les radiogrammes du Bourget de 6 h. 50 (voyages dans la matinée), de 11 h. 50 (voyages dans l'après-midi) et de 16 h. 50 (voyages de nuit). Lorsque le départ de l'avion est trop éloigné d'une de ces heures, un avertissement spécial lui est communiqué par téléphone. Le pilote reçoit également les résultats des derniers sondages et des dernières observations des postes météorologiques situés sur le parcours et dans toute la région avoisinante.

Tous ces renseignements, qu'ils soient transmis par T. S. F. ou par téléphone, sont traduits en clair par le personnel du poste météorologique de l'aéroport où l'aviateur doit prendre le départ.

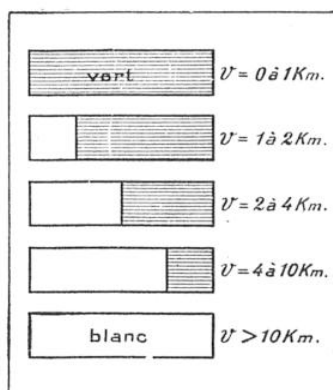


FIG. 11. — BARRETTES DE VISIBILITÉ

(Voir note 2 page 308)

La barrette correspondante à la visibilité observée dans une station se place au crochet inférieur de la plaque représentant les caractères du temps à cette station. Ces barrettes sont au nombre de cinq. De haut en bas : visibilité de 0 à 1 kilomètre, couleur verte; de 2 à 4 kilomètres : demi-blanc, demi-vert; de 4 à 10 kilomètres : trois quarts blanc, un quart vert; au delà de 10 kilomètres, entièrement blanc.

Service supplémentaire des postes : ordre spécial

Nous avons vu précédemment en quoi consistait le service normal des postes du réseau : transmission à des heures bien déterminées d'observations ou de sondages effectués à des

instants également fixés. Ces renseignements ne valent véritablement que s'ils sont utilisés dans un délai assez court ; si un avion prend le départ deux heures après l'arrivée du télégramme, par exemple, la situation météorologique aura souvent complètement changé. Il est donc nécessaire, lorsque l'heure du départ est trop éloignée de la réception de ces renseignements, de faire assurer un service spécial

aux postes météorologiques du parcours, afin de fournir au pilote les dernières nouvelles (c'est-à-dire les plus valables) concernant le trajet, et ceci, quelques minutes à peine avant de monter dans sa carlingue.

Ce service supplémentaire est résumé sous forme d'instructions, que l'O. M. N. envoie aux postes intéressés, et porte le nom d'ordre spécial.

Comment les intéressés prennent connaissance des renseignements

Il ne peut être question, pour le poste météorologique de l'aéroport de départ, de fournir les renseignements aux pilotes tels qu'il les reçoit : communiqués sans méthode, les résultats des observations des nombreux postes de parcours constitueraient un tel fatras qu'ils seraient totalement inutilisables. On a donc adopté la représentation schématique, qui condense explicitement toutes les données.

Le tableau des vents

Sur une grande carte murale (fig. 7) où figurent tous les postes météorologiques du réseau, on dispose à côté de chacun d'eux un ensemble de petites flèches superposées pouvant tourner autour d'un axe commun.

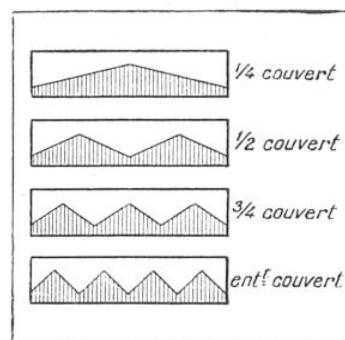


FIG. 12. — BARRETTES DE NÉBULOSITÉ PARTIELLE

(Voir note 1, page 308)

Ces accessoires, au nombre de quatre, correspondent à la nébulosité des nuages bas, depuis « un quart couvert » (en haut) jusqu'à « entièrement couvert » (en bas). La barrette qui convient à l'observation d'un poste se fixe à un des cinq crochets supérieurs de la plaque représentative des caractères du temps, selon la hauteur des nuages bas. Ces crochets correspondent à des altitudes de 0, 200, 300, 600, 1.000 et 1.500 mètres.

Chacune indique la direction du vent depuis la surface du sol (flèche inférieure) jusqu'à celle de 3.000 mètres (flèche supérieure). Pour représenter la vitesse du vent, on utilise des pointes amovibles de différentes couleurs conventionnelles, que l'on fixe à l'extrémité de chaque flèche (fig. 8). Le bleu correspond à une vitesse de 0 à 25 kilomètres; le violet, de 25 à 50 kilomètres; le vert, de 50 à 75 kilomètres; le jaune, de 75 à 100 kilomètres; le rouge, à 100 kilomètres et au delà.

Les flèches sont orientées dans la direction où va le vent. Si, pour une raison ou pour une autre, le sondage a dû être interrompu avant 3.000 mètres, on convient de donner aux flèches correspondantes aux altitudes non sondées, la direction de la dernière flèche que l'on a pu déterminer.

Affichage des observations

Deux autres cartes murales, analogues à la précédente, reçoivent, en outre : l'une, les renseignements au fur et à mesure de leur arrivée; l'autre, ceux qui résultent de l'observation précédente. Il existe, d'ailleurs, sur chacune, un cadran dont l'aiguille indique l'heure des observations.

Les renseignements affichés donnent le caractère du temps (météore présent et nébulosité totale), l'état du ciel (nébulosité (1) des nuages bas et hauteur de leur base) et la visibilité (2).

Pour la représentation du caractère du temps, on utilise la langue internationale

(1) La nébulosité est le rapport de la partie nuageuse à l'ensemble du ciel.

(2) La visibilité est la distance maximum à laquelle l'œil peut percevoir un objet.

du dessin pour renseigner les pilotes étrangers qui fréquentent nos divers aérodromes. Cette méthode a, d'ailleurs, été adoptée par la plupart des États : Allemagne, Grande-Bretagne, Belgique, Hollande, Italie.

Le système est très simple : à chaque poste d'observation mentionné sur la carte murale

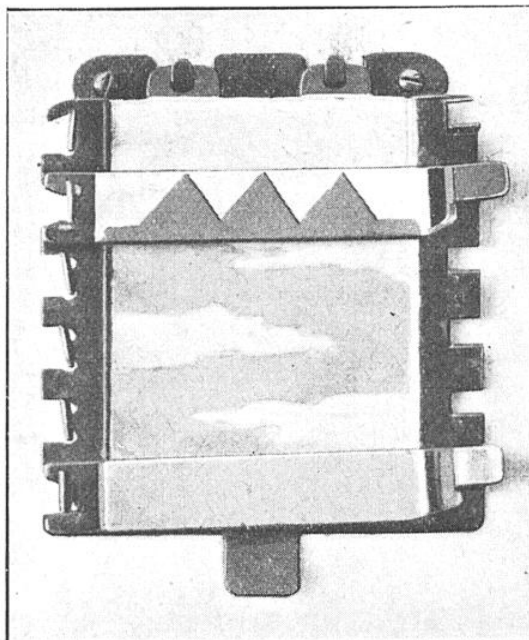


FIG. 13. — DÉTAIL D'UNE PLAQUE REPRÉSENTATIVE DES « CARACTÈRES » DU TEMPS
Le fond de la plaque indique un ciel bleu avec quelques nuages. La barrette inférieure correspond à une visibilité supérieure à 10 kilomètres. La barrette fixée au cinquième crochet, montre que la nébulosité des nuages bas est « trois quarts couvert » et leur altitude de 1.000 mètres. Si donc les nuages bas sont à une altitude de 600 mètres, la lamelle figurant leur nébulosité sera fixée au troisième crochet (600). Le crochet qui se trouve immédiatement au-dessus du crochet servant à fixer la lamelle de visibilité, correspond à 200 mètres, les suivants respectivement à 300, 600, 1.000 et 1.500 mètres.

correspond une petite plaque métallique émaillée, qui porte tous les renseignements fournis par ce poste (fig. 9); le fond de cette plaque représente un des douze modèles indiqués sur la figure 10 et correspondant, pour les quatre premières, à la nébulosité totale; pour les autres, au météore actuel observé.

Chacune de ces plaques porte six crochets, placés les uns au-dessus des autres.

Grâce à un jeu de lamelles, dont la teinte va du vert au blanc, il est possible de représenter des visibilité variant de 1 à 10 kilomètres et davantage (fig. 11).

La nébulosité partielle des nuages bas (fig. 12) est représentée par une collection de lamelles différentes correspondantes à un ciel $1/4$, $1/2$, $3/4$ ou entièrement couvert. On choisit la lamelle qui convient à la nébulosité observée et on la fixe à l'un des cinq crochets

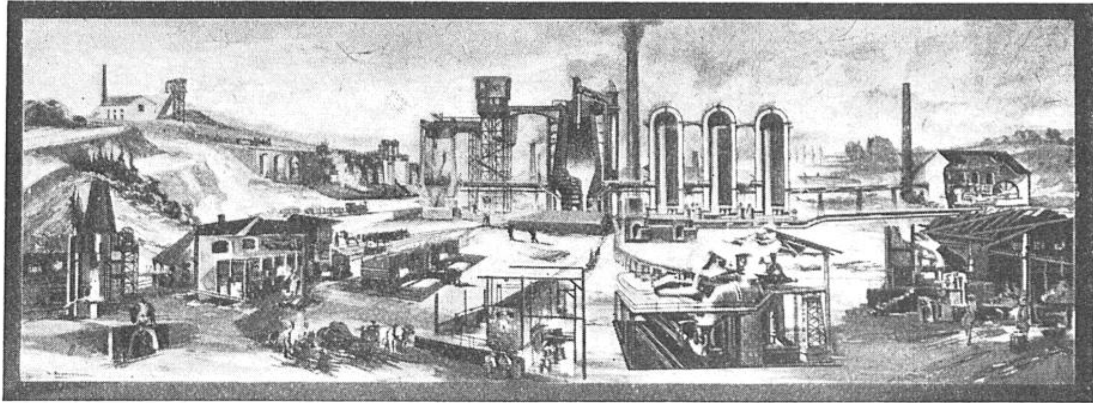
supérieurs (fig. 13). Chacun d'eux représente, en effet, une altitude bien déterminée, celle de la base des nuages bas.

L'état de la mer, transmis par les postes de la Marine, est représenté sur les côtes de la carte murale par des disques de différentes couleurs.

Le pilote peut juger des modifications survenues, pendant les dernières heures, aux systèmes nuageux et en profiter pour modifier sa route s'il y a lieu.

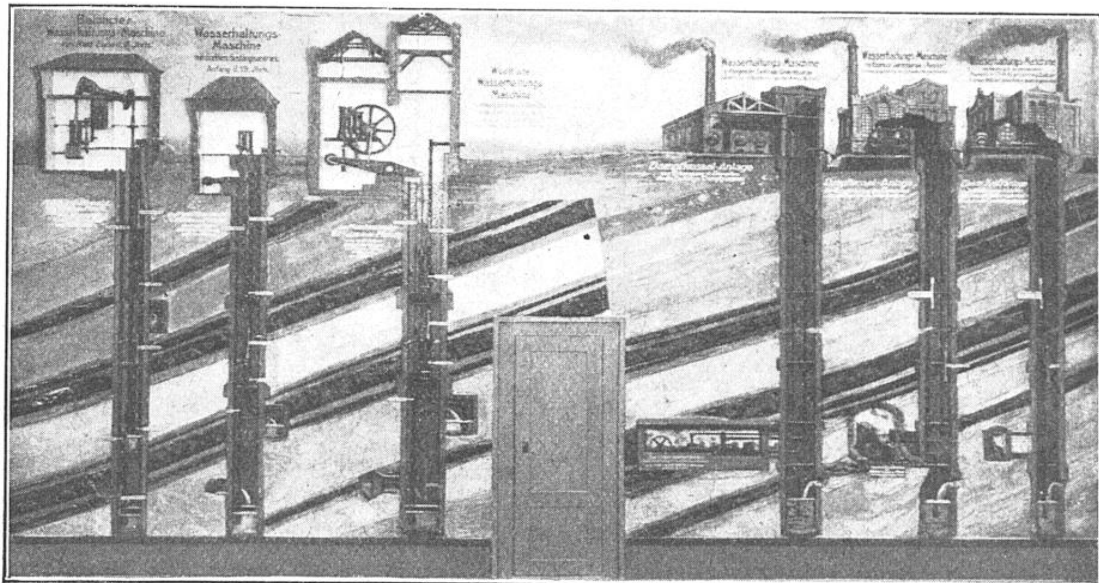
MAURICE JOUVEN.

LE MUSÉE TECHNOLOGIQUE DE MÜNICH VULGARISE L'ÉVOLUTION DE L'INDUSTRIE MODERNE



COMMENT EST REPRÉSENTÉE, AU MUSÉE DE MÜNICH, UNE INSTALLATION MÉTALLURGIQUE COMPLÈTE ET DES PLUS MODERNES

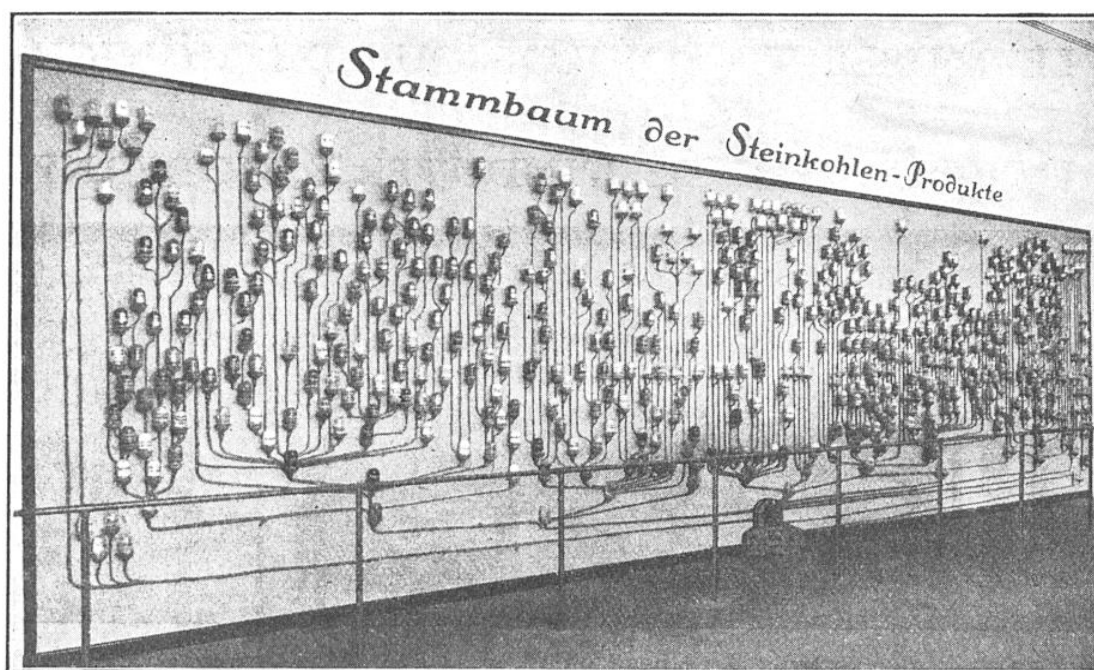
Depuis la mine d'où est extrait le minerai, visible en haut et à gauche, jusqu'à l'aciérie, toutes les manutentions sont figurées. Sur cette maquette en relief, on remarque, notamment, le haut fourneau, à la droite duquel sont les appareils Coxper (1) et, plus à droite, les « soufflantes ». Au premier plan, à droite, l'aciérie Bessemer, puis les usines métallurgiques, la cokerie.



VUE EN COUPE D'UNE HOUILLÈRE MODERNE

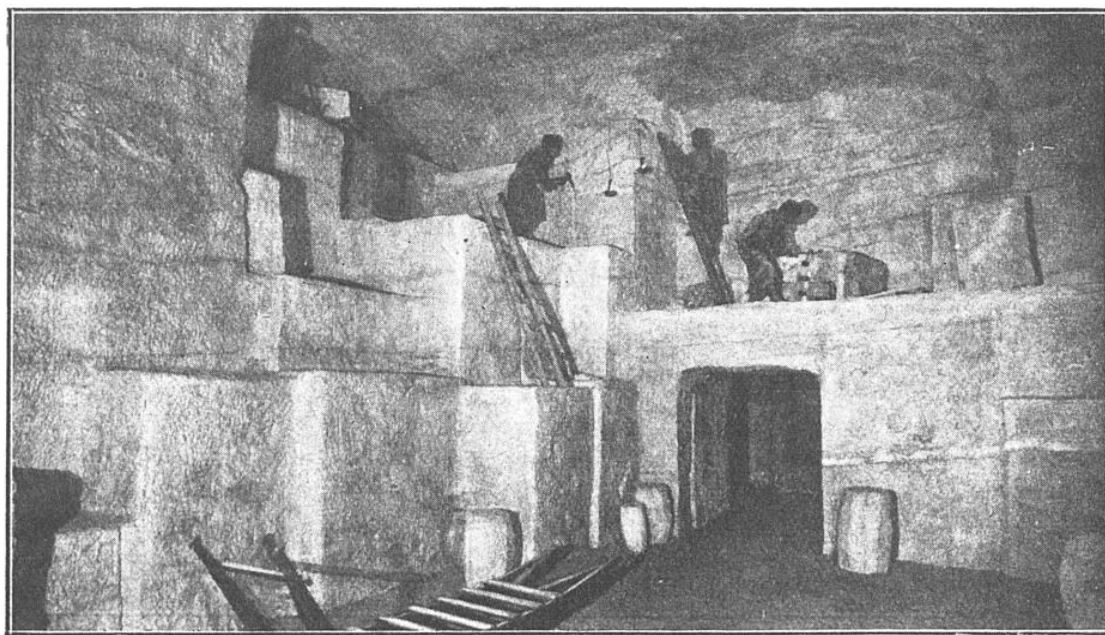
Depuis la superstructure (bâtiments des machines d'extraction et de pompage) jusqu'aux galeries les plus profondes, cette maquette montre comment se fait aujourd'hui l'extraction du charbon. Les machines du fond servant à la ventilation sont représentées à l'échelle et la porte d'environ deux mètres située au milieu de la photographie permet de se rendre compte des dimensions relatives de l'ensemble.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 124, page 265



LA CHIMIE DU CHARBON (1)

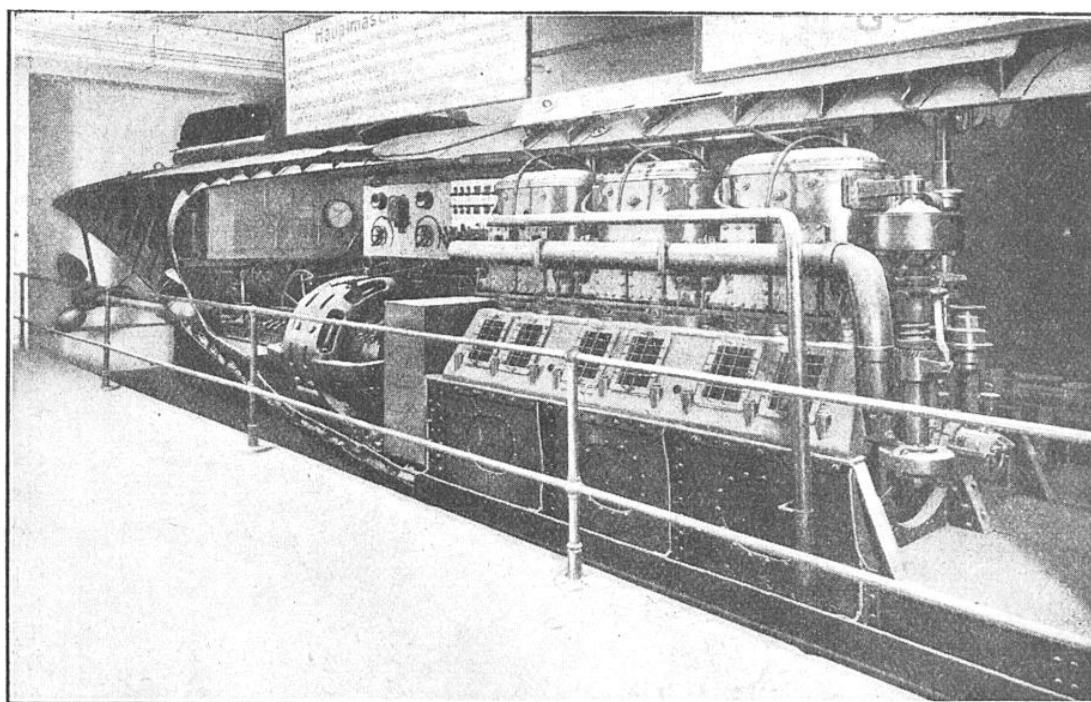
Ce véritable arbre généalogique expose aux visiteurs, mieux qu'une fastidieuse énumération, les innombrables produits dérivés du bloc de houille figuré à la base de la photographie.



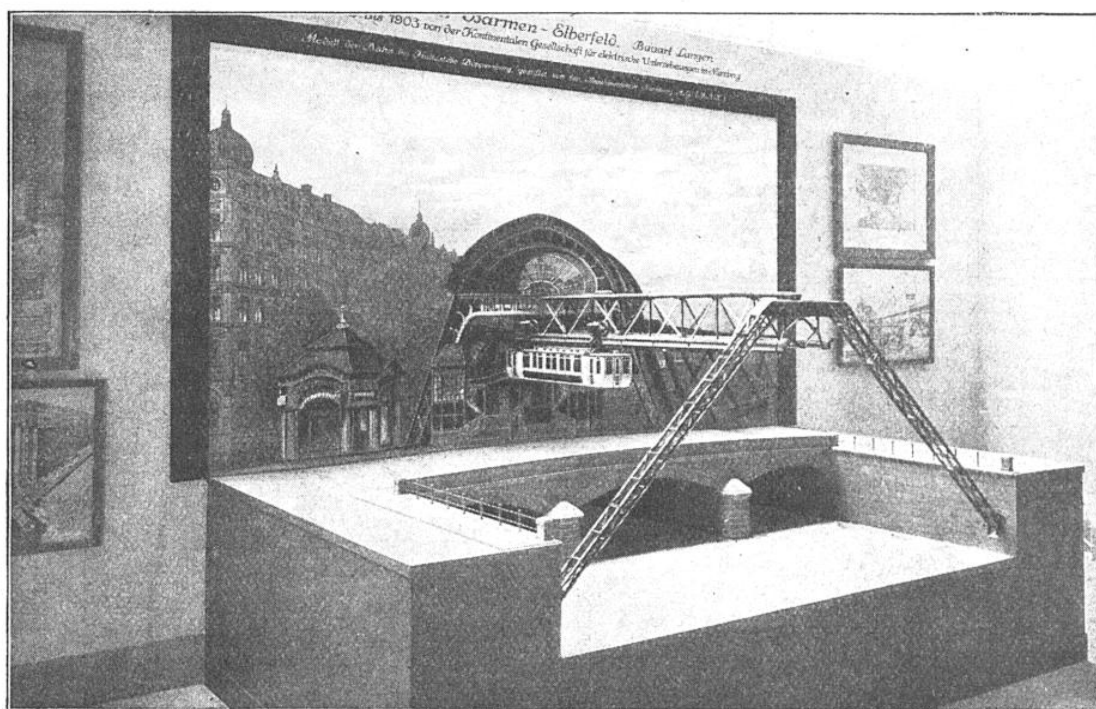
MAQUETTE D'UNE MINE DE SEL DU MUSÉE DE MUNICH

Le visiteur se rend exactement compte, sur cette maquette en vraie grandeur, des conditions d'exploitation d'une mine de sel par les procédés modernes. C'est ainsi que les mannequins qui figurent les ouvriers sont également reproduits en grandeur réelle,

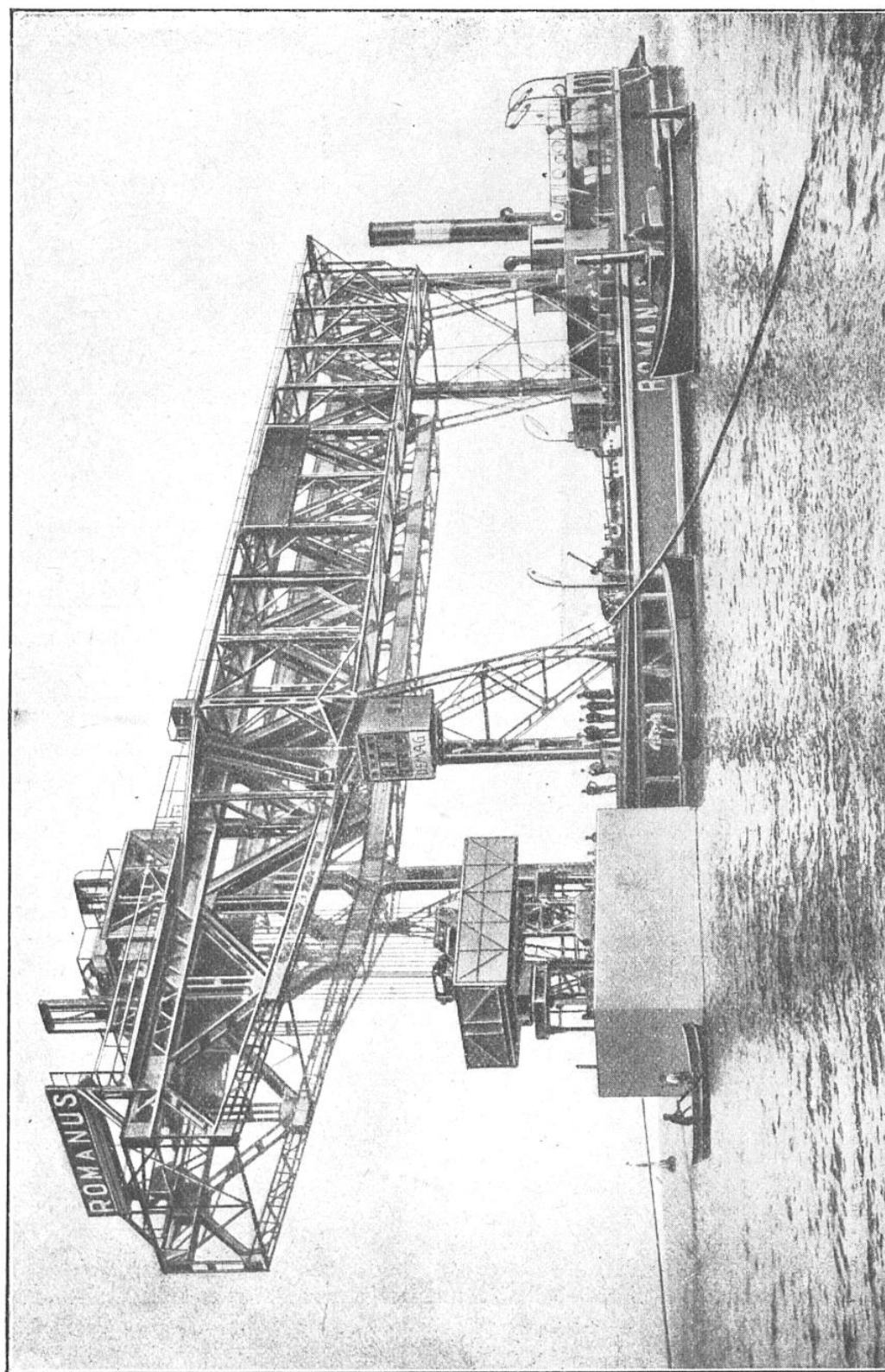
(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 127, page 17, et 133, page 21.



LA MACHINERIE D'UN SOUS-MARIN EST REPRÉSENTÉE AU MUSÉE DE MÜNICH IDENTIQUE A CELLE DU BATIMENT LUI-MÊME



UNE MAQUETTE DU CHEMIN DE FER AÉRIEN DE BERLIN QUI PERMET DE SE RENDRE COMPTE DE LA CONSTRUCTION DE LA LIGNE AÉRIENNE



GRUE FLOTTANTE DE 400 TONNES DES ÉTABLISSEMENTS DEMAG EMPLOYÉE DANS LE PORT DE BARI (ITALIE) POUR IMMERGER DES BLOCS DE BÉTON. C'EST, ACTUELLEMENT, LA GRUE LA PLUS PUISSANTE DU MONDE

LA GRUE LA PLUS PUISSANTE DU MONDE

Par Jacques MAUREL

PARMI les travaux dont l'exécution nécessite l'emploi de puissants moyens de transport et de levage, il faut citer notamment ceux qui sont effectués pour l'aménagement des ports. Les quantités de matériaux nécessaires pour l'établissement de brise-lames, de môles et de quais sont, en effet, si considérables que leur transport en masse doit être organisé d'une façon toute spéciale, par l'emploi de puissants moyens mécaniques.

C'est précisément pour résoudre ce problème que les établissements « Demag » ont établi une grue capable de soulever une charge de 400 tonnes (ce qui représente environ dix voitures-lits de chemin de fer). Elle est actuellement la plus puissante du monde.

Pour la construction des môles, deux types de grues peuvent être envisagés : la grue tournante à portique et la grue flottante. La grue représentée par nos photographies est du deuxième type. Elle a été établie pour le port de Bari (Italie).

La lenteur du déplacement d'un tel engin pour le transport des blocs de béton à leur lieu d'utilisation a donné au constructeur

l'idée d'augmenter la portée du pont de la grue afin de pouvoir transporter plusieurs blocs à la fois. Trois blocs de 12 mètres de longueur chacun peuvent être acheminés par la grue du port de Bari. On remarquera la

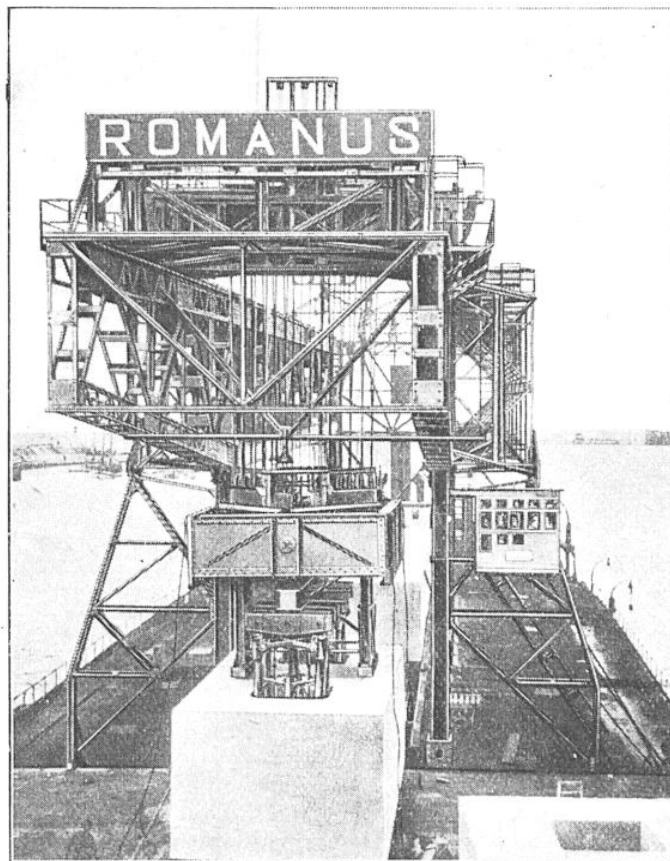
légèreté des piliers par rapport à la lourde construction métallique du pont. Le porte à faux a été réduit au minimum et ne dépasse pas 7 m 70. Un chariot se déplace sur la charpente métallique. Il est porté par seize roues montées par paires sur un balancier d'équilibrage afin d'égaliser la répartition des pressions.

Quelques caractéristiques de la grue flottante de 400 tonnes

Le ponton a 60 mètres de long, 30 mètres de large, 4 m 40 de haut et, à pleine charge, un tirant d'eau de 2 m 80. Pour maintenir la position d'équilibre horizontal,

il a été prévu, outre un lest fixe de 260 tonnes, un ballast d'eau de 440 tonnes, qui peut être déplacé ou expulsé par une pompe débitant 150 tonnes à l'heure. Une machine à vapeur de 180 ch peut imprimer au ponton une vitesse de 4 nœuds.

Les treuils de levage et de déplacement



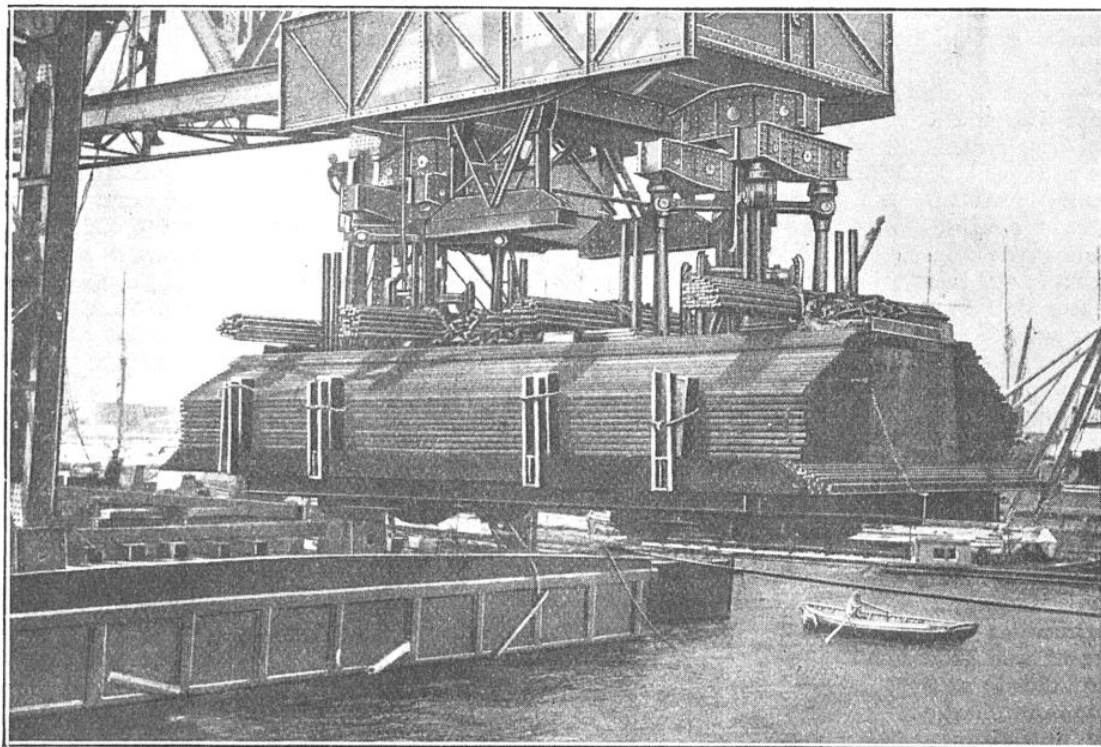
VUE DE FACE DE LA GRUE FLOTTANTE DE 400 TONNES, MONTRANT COMMENT SONT FIXÉS LES BLOCS DE BÉTON AU MOYEN DE GRAPPINS QUI TRAVERSENT LE BLOC POUR LE SAISIR PAR-DESSOUS

du chariot sont commandés par une machine à vapeur commune de 105 ch. Pendant l'immersion ou la descente de la charge, la machine à vapeur n'est pas débrayée, mais elle est entraînée par le poids. Elle agit alors comme compresseur et freine le mouvement.

La charge est suspendue à vingt-quatre brins de câble ayant une résistance moyenne à la rupture de 150 tonnes. Ce câble, d'une

fondeur. A travers chaque trou est descendu un grappin, dont les quatre griffes saisissent le bloc par en dessous. Dans ce but, les griffes de chaque grappin sont écartées de l'axe par un système de petits leviers actionnés par un câble.

La commande s'effectue d'une plateforme située sur le chariot, soit à la main, soit au moyen d'un moteur électrique. Des dispositifs de compensation assurent la



LA MÊME GRUE FLOTTANTE DE 400 TONNES EST ESSAYÉE ICI AVEC UN CHARGEMENT DE RAILS PESANT 452 TONNES

longueur totale de 300 mètres, est enroulé sur des tambours doubles. La vitesse de levage, qui est de 0 m 40 par minute, peut être quadruplée pendant la descente des blocs de béton. La vitesse de translation du chariot est de 4 m 80 par minute.

Comment on agriffe les blocs de béton

Le dispositif d'agrippage des blocs mérite de retenir l'attention. Le béton non protégé étant, en effet, peu résistant aux efforts de flexion et de traction, on pratique, dans chaque bloc deux trous sur toute sa pro-

répartition égale du poids sur les huit griffes du grappin.

Ajoutons enfin que la précision de la manœuvre de cette grue est très grande. En effet, la commande de tout le mécanisme est contrôlée par un conducteur placé dans une cabine située au pilier avant de sorte qu'il peut surveiller de très près les opérations de levage et de descente des blocs de béton. Des câbles assurent la transmission des commandes de la cabine du conducteur à la chambre des treuils.

JACQUES MAUREL.

LE VOL SANS MOTEUR ET LES CONCOURS DE LA RHOEN ET DE VAUVILLE

Par René DONCIÈRES

Les raids aériens sensationnels dont s'enorgueillissent à juste titre les diverses aéronautiques du monde ont fait perdre de vue les essais tentés dans le domaine du vol sans moteur. C'est surtout en Allemagne que de nombreuses tentatives et recherches ont été poursuivies dans ce sens, et, depuis la guerre, la jeunesse allemande s'est passionnée pour le vol plané. Jadis, les Lilienthal, les frères Wright, les Pilcher, les Chanute, les Ferber (1), ont attaché leur nom au vol plané. Les pilotes de la génération actuelle d'outre-Rhin considèrent, non pas seulement ce genre de vol comme un sport, mais encore comme une évolution de la technique aéronautique, pour étudier les lois qui régissent les courants atmosphériques ascendants et descendants, et déterminer, par suite, les données dont dépend la construction des appareils volants. Au récent concours de Vauville, organisé par l'Association Française aérienne, du 12 au 26 juillet, deux appareils français étaient présents, alors que les Allemands avaient engagé cinq appareils admirablement conçus et qui ont, d'ailleurs, remporté tous les prix et exécuté des performances remarquables. En France, cette question n'a pas eu le don de retenir, jusqu'ici, l'attention des techniciens.

AUSSITOT après la guerre, un groupe d'étudiants de l'Ecole polytechnique de Darmstadt, ayant pris l'initiative de s'entraîner avec méthode au vol sans moteur, organisa, à partir de 1920, des concours réguliers au sommet de la Wasserkuppe, dans les montagnes de la Rhœn. La jeunesse allemande s'enthousiasma rapidement et les étudiants des différentes écoles polytechniques se réunirent en clubs sportifs, pour construire, sans aide professionnelle, chacun son type d'avion glisseur. Le premier vol plané (de vingt-cinq minutes) fut accompli dès 1921. En 1922, le premier avion sans moteur de conception définitive, le « Vampyre », construit par les étudiants de l'Ecole polytechnique de Hanovre, effectuait un vol de trois heures. Puis

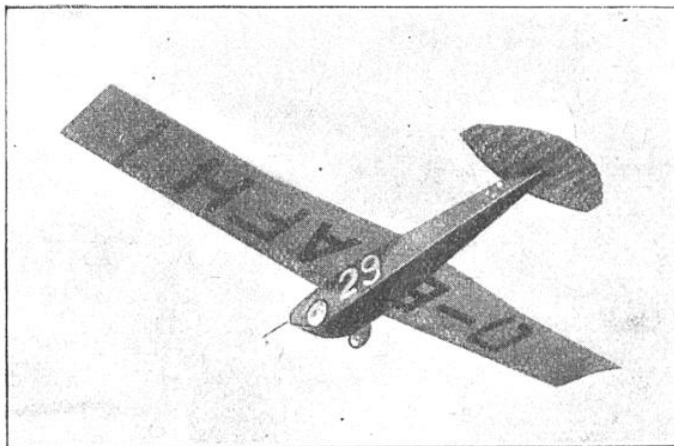
(1) Les expériences d'Ader, qui fut un précurseur de l'aviation, furent uniquement faites avec un avion à moteur.

un jeune aviateur réussit à tenir les airs pendant douze heures consécutives. Un autre pionnier, lors d'un vol prolongé contre son gré par l'intervention d'un orage, partant du sommet de la Wasserkuppe, atteignit la petite ville de Hildburghausen. Enfin, en

1927, à Rossitten, près de la côte de la mer Baltique, l'un d'eux établit un record de durée de quatorze heures, en parcourant une distance de plus de 60 kilomètres.

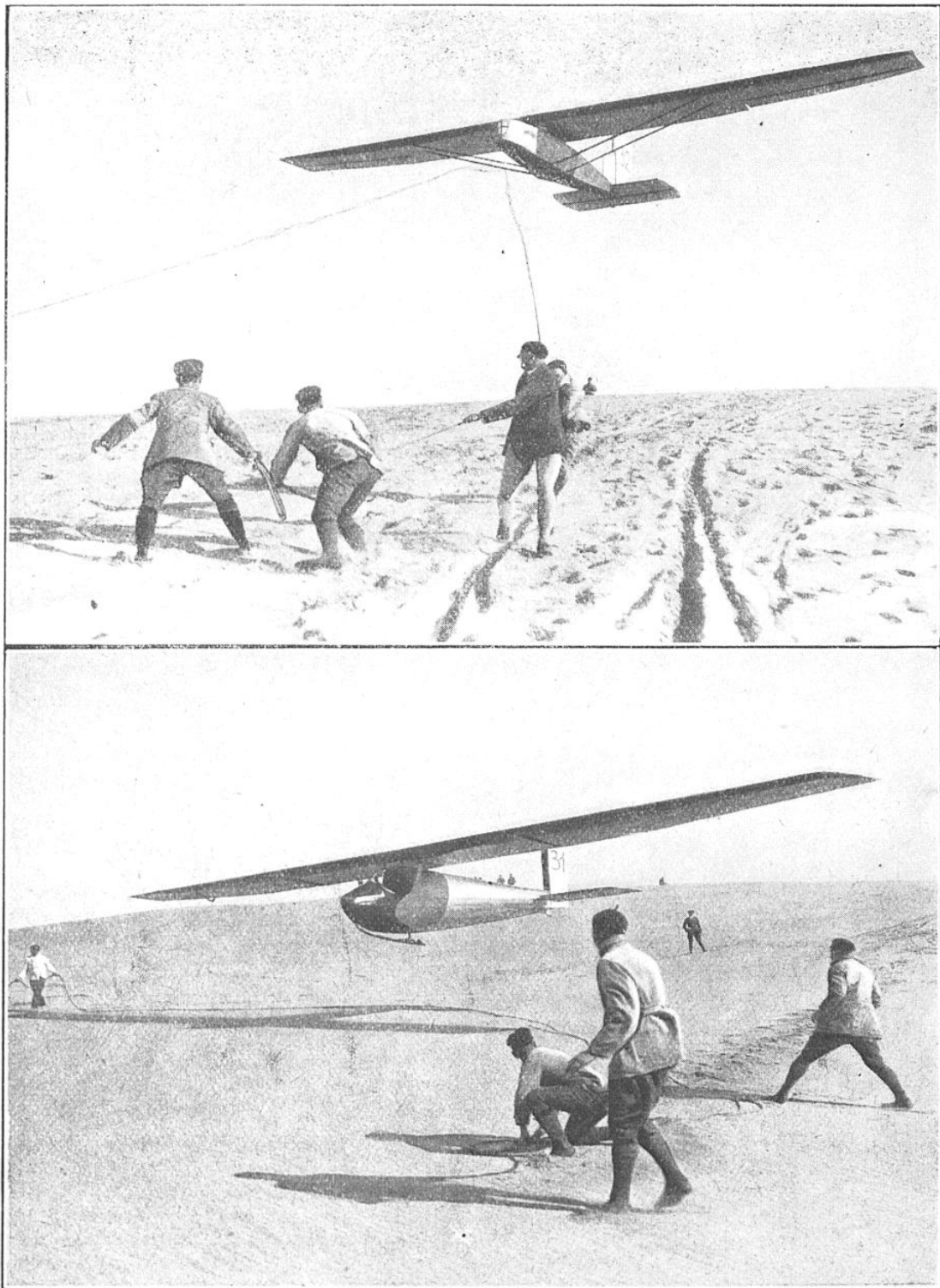
Les types allemands d'avions sans moteur

Les différents types d'avions sans moteur



LE PLANEUR PONCELET (BELGE) A VAUVILLE (MANCHE)

imaginés pendant ces dernières années peuvent se classer en trois catégories. Les premiers furent des machines légères, construites avec des matériaux de fortune par des jeunes gens qui avaient encore tout à apprendre d'une technique qu'ils étaient en train de créer. Un constructeur de Nuremberg ne fabriqua pas moins de trente-sept



EXERCICES DE L'ÉCOLE ALLEMANDE DE VOL A VOILE SUR LES BORDS DE LA BALTIQUE
En haut, lancement de l'avion Hochmeister ; en bas, le monoplane Kranich.

machines du genre, « glisseurs suspendus » dont le choc, en atterrissant, devait être amorti par le pilote, en avançant les jambes. Vint ensuite une classe moyenne de machines plus robustes et qui, en dehors des glissades, pouvaient accomplir de véritables vols planés. Enfin, grâce à l'intervention de la technique moderne, on en vint à construire des machines très étudiées, aux contours élégants et dont la résistance à l'air, conformément aux principes aérodynamiques, se trouvait réduite au minimum.

La connaissance de l'air ne pouvait manquer d'ajouter à l'habileté des aviateurs, pilotant une machine à moteur. Aussi ces pionniers, qui, grâce à la pratique du vol plané, se trouvaient parfaitement « chez eux » dans un élément peu connu de l'homme, étaient-ils suffisamment entraînés pour passer de l'avion sans moteur à un avion équipé avec un moteur de très faible puissance. L'aviateur allemand M. Kegel était le premier à munir sa machine d'un moteur auxiliaire de 14 ch. C'est ainsi qu'il put, à 4.000 mètres d'altitude, faire le tour du pic de la Zugspitze (Alpes bavaroises) et, avec une consommation minime d'essence (environ 25 francs — 5 francs-or), parcourir la distance entre Darmstadt et Berlin. Le premier qui atteignit un point déterminé à l'avance fut M. Nehring, qui, parti de la Wasserkuppe, arrivait à Milsebourg et, de là, retournait à son point de départ. C'est

encore lui qui réussit la démonstration d'un vol plané par un vent à peine sensible, grâce aux courants d'air ascendants.

Les deux modes de vol sans moteur

Il y a deux modes de vol sans moteur : le vol « statique », dans lequel l'appareil profite des courants d'air ascendants, ou plutôt des courants à composante ascendante, et le vol « dynamique », qui utilise toute variation dans la vitesse ou dans la direction du vent.

La façon dont se comportent les oiseaux planeurs, sans constituer le prototype du vol humain, doit, nécessairement, fournir une abondance de données utiles. L'étude du vol des oiseaux a montré que, contrairement à l'opinion générale, ceux-ci n'empruntent point à leur force musculaire une partie appréciable de l'énergie consommée pendant le vol; on sait aussi que toutes les espèces parcourant de grandes distances et at-



UN AVIATEUR ALLEMAND EN VOL PLANÉ

On remarque la situation peu confortable de l'aviateur et la simplicité des commandes.

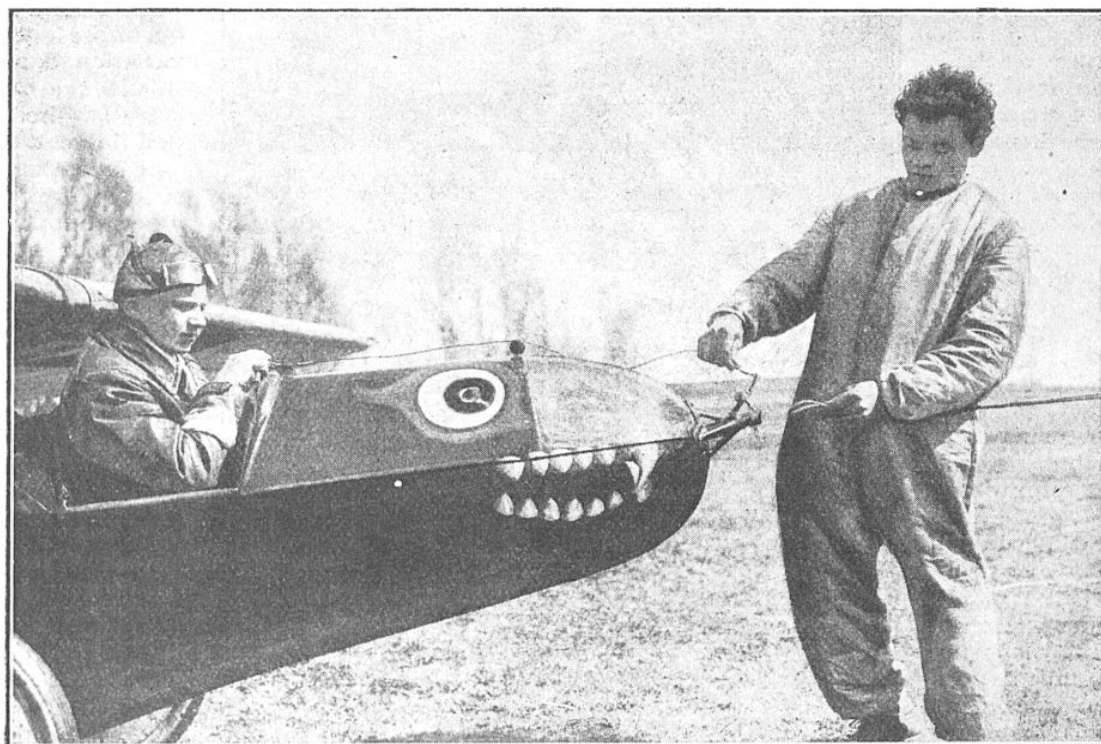
teignant des hauteurs considérables utilisent au maximum les conditions atmosphériques. Mais les moyens employés par l'oiseau et le mécanisme intime mis en œuvre sont loin d'être connus. On n'a pas encore réussi à établir les phénomènes naturels qui interviennent dans le vol des oiseaux. Les films à grande vitesse, tournés ces temps derniers, rendront certainement de grands services pour éclairer le mécanisme du vol et faciliteront l'étude du vol sans moteur.

Les vols « statiques », jusqu'ici presque

exclusivement pratiqués, sont essentiellement basés sur l'existence de courants d'air ascendants. Ces courants se rencontrent, d'ailleurs, bien plus fréquemment et plus abondamment qu'on est enclin à le penser. Ils sont produits, en effet, par trois causes différentes : les dénivellations du sol, les accidents variables du sol et les différences de hauteur dans l'atmosphère. Or, en dehors des montagnes et des collines, les agglomé-

montant, déplace les masses d'air froides, qui, à d'autres endroits, descendront vers le sol. A proximité du sol, les déplacements d'air sont lents et irréguliers, mais ils deviennent de plus en plus continus, au fur et à mesure qu'on s'élève. A un moment donné, l'intensité suffit à compenser la vitesse de chute d'une machine volante.

Les avions glisseurs, destinés à atteindre ces hauteurs, peuvent être lancés soit à partir



CONCOURS DE VOL SANS MOTEUR A ROSSITTEN (ALLEMAGNE) EN 1927

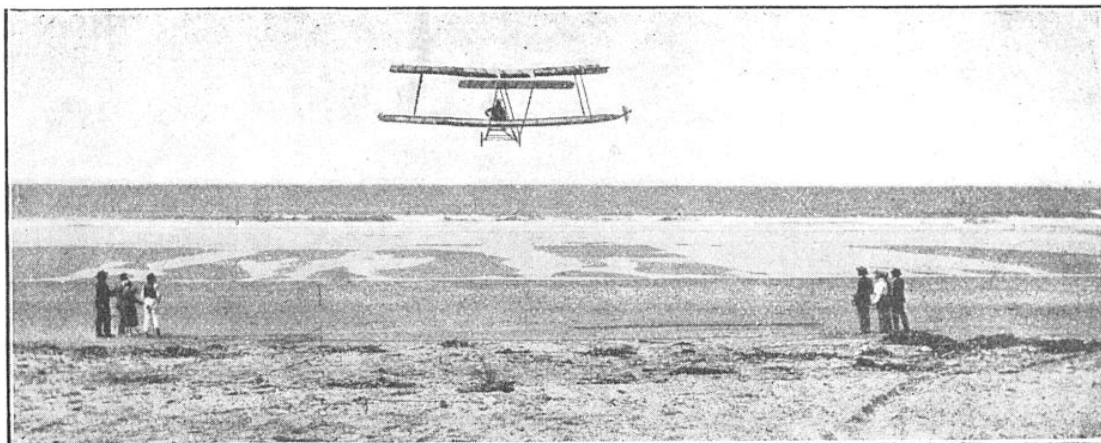
Un avion sans moteur est accroché, pour son lancement, à un avion avec moteur.

rations, même les maisons isolées, constituent des obstacles susceptibles de fournir des courants d'air ascendants, permettant aux aviateurs de monter en spirales et, en vertu de la hauteur ainsi gagnée, de traverser des distances considérables avant de rencontrer la possibilité d'une glissade. Les courants d'air presque verticaux se rencontrent également lors du passage du vent d'une surface lisse à une surface accidentée, par exemple, de la mer à la côte ou d'un champ de blé à une forêt. Les vents ascendants dus aux différences de température sont encore plus fréquents. La couche d'air venant immédiatement au-dessus du sol s'échauffe très fortement par un jour ensoleillé et, en

d'un sol accidenté, soit au moyen d'un avion à moteur, ou même pourvus d'un moteur auxiliaire ; on peut, toutefois, également leur appliquer le principe des cerfs-volants.

Suivant l'avis du professeur Georgii, spécialiste bien connu dans le domaine du vol sans moteur (1), tous les oiseaux voleraient en vertu de ces courants d'air statiques ; on a toutefois raison de croire que le vol plané des oiseaux de proie, aux hauteurs considérables, est dû à des agents « dynamiques », c'est-à-dire à des variations de vitesse et de direction du vent. Il faut espérer que l'in-

(1) La démonstration en a été donnée par Mouillard-Pénard, vers 1870. Voir aussi Idrac, C. R. Académie des Sciences, 2 février 1920. (N. D. L. R.)



LE PLANEUR FRANÇAIS « NESSLER » A VAUVILLE

vention de dispositifs automatiques permettra, un jour, d'utiliser à volonté toute variation des courants d'air existants. L'aviateur allemand, M. Espenlaub, l'un des pionniers du vol sans moteur, connu depuis quelque temps pour ses tentatives de lancer des avions à partir d'un avion à moteur, vient de battre ses records antérieurs, en enlevant une remorque sans moteur au moyen d'un avion muni seulement d'un moteur de 25 chevaux.

Tandis que les premières années du vol sans moteur étaient marquées par un progrès rapide, l'ère des perfectionnements lents, mais continus, vient de commencer. On connaît, désormais, tous les principes fondamentaux de l'art et les nou-

veaux venus dans ce domaine bénéficient de l'expérience acquise. Les écoles de vol sans moteur sont parfaitement organisées, avec, à leur disposition, des ingénieurs spécialisés dans la construction de ce genre d'avion.

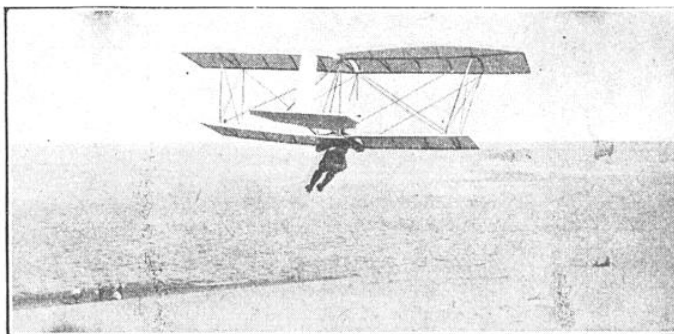
Lancer un avion sans moteur n'est pas chose facile ; lorsqu'on ne dispose pas d'avion à moteur, on procède comme suit : un câble élastique, attaché à la machine, est saisi par une équipe de plusieurs hommes, qui, sur un ordre donné, se mettent à courir

comme s'il s'agissait de lancer un cerf-volant, jusqu'à ce qu'une équipe arrière, qui retenait l'avion, le laisse partir sur un autre ordre. L'avion est lancé dans les airs comme s'il partait d'une catapulte.

Le vol à voile en France

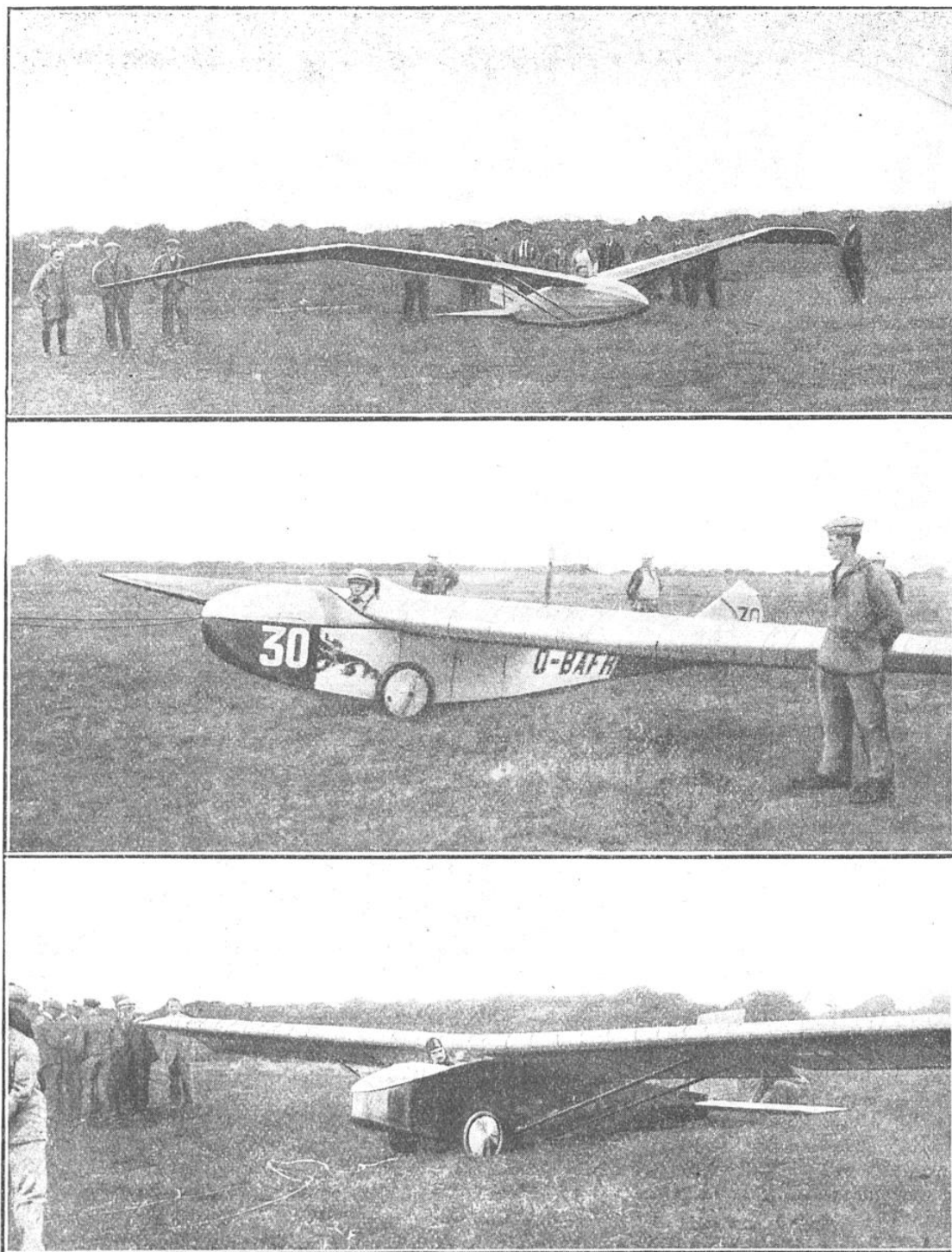
En présence des succès remportés par les aviateurs allemands, succès dus principalement à l'enthousiasme des jeunes gens pour ce sport éminemment scientifique, nous

devons constater la carence française. Une première tentative avait eu lieu à Combe-grasse et Bos-soutrot s'y était signalé par un vol de cinq minutes ; elle fut suivie d'une seconde, l'école de Vauville, où des vols très sérieux eurent lieu, entre au-

UN DES PREMIERS MODÈLES ALLEMANDS DE GLISSEURS
SUSPENDUS LE « PELTZNER »

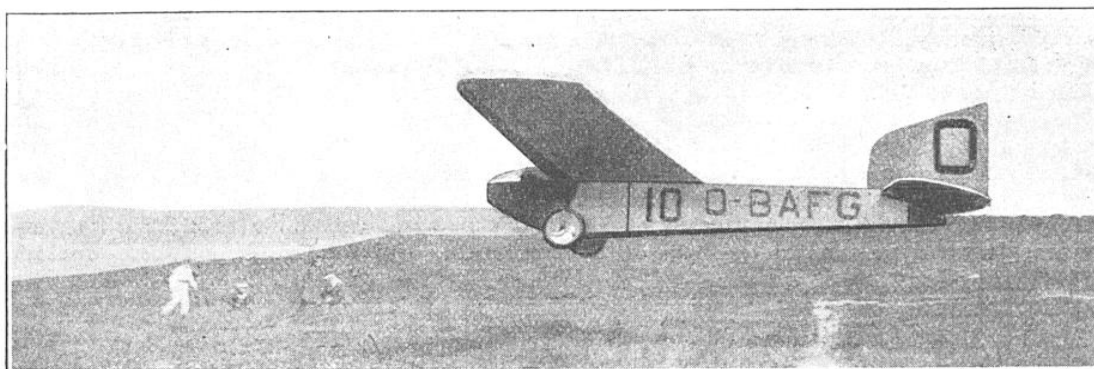
autres ceux du planeur Poncelet (Belge) et surtout du « Vautour », piloté par le capitaine Auger. Celui-ci engagé dans le meeting de la Rhœn, ne put voler plus de six minutes cinquante-cinq secondes, alors que les cinquante-sept pilotes allemands accomplissaient des prouesses.

Cependant son appareil n'était pas inférieur à ceux de ses concurrents et la technique de l'aviateur défiait celle des meilleurs pilotes adverses, mais les Allemands bénéfi-



LE VOL A VOILE A L'ÉCOLE FRANÇAISE DE VAUVILLE

En haut : appareil construit en collaboration avec M. Blériot ; au milieu : le planeur De Glynes, piloté par le lieutenant belge Damblon, qui a fait un vol de dix heures ; en bas : le planeur Abrial, du capitaine Auger, détenteur du record mondial de hauteur (700 mètres).



LE PLANEUR BELGE « COSTAR » DU LIEUTENANT BELGE SIMONET, A VAUVILLE (MANCHE)

ciaient d'une connaissance parfaite de la zone de navigation, de la tenue du vent dans ces parages à toutes les heures de la journée.

Les techniciens français ne sont pas d'accord sur la valeur scientifique des écoles allemandes d'aviation. Pour beaucoup, elles ne constituent que des réunions sportives d'un genre nouveau et fort intéressant sans doute, capables même de développer *l'esprit de pilotage* qui anime un grand nombre de jeunes gens, mais dont ils ne tirent qu'une satisfaction physique et morale.

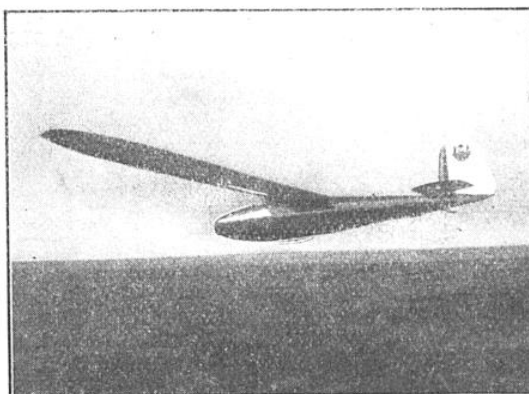
Cependant, les constructeurs, qui sont les mécènes de ces organisations où on « casse beaucoup de bois » chaque jour, y trouvent autre chose que le plaisir d'inculquer à des jeunes gens le goût des prouesses aériennes. Ils retirent, en effet, de ces jeux de plein air, un enseignement pratique intéressant. Si le voilier ne peut être comparé à l'appareil à moteur dans sa structure générale, son étude a cependant permis de dégager les éléments essentiels de la construction des ailes qui a fait, en Allemagne, des progrès considérables, beaucoup plus rapides que si les modèles étaient simplement soumis à des essais dans les laboratoires aérodynamiques, dans les tubes à courants d'air.

C'est ainsi que, lorsque le capitaine Auger se présenta à la Rhœn avec son appareil

le *Vautour*, pour concourir avec cinquante-sept appareils allemands, il fut fort surpris de constater que les ailes de ces appareils étaient construites très différemment de celles du *Vautour*, régulièrement quadrangulaires et aussi épaisses à la naissance qu'à leur extrémité. Dans les voiliers allemands, au contraire, les ailes vont en s'amincissant graduellement, tant au point de vue de la largeur qu'au point de vue de l'épaisseur. Cette construction est donc beaucoup plus

coûteuse que celle de l'avion à aile rectangulaire, puisqu'elle exige des entretoises toutes différentes en longueur et en épaisseur. Un voilier type *Vautour* coûte 25.000 francs, tandis qu'un voilier allemand revient à 80.000 francs.

On a pu croire que les constructeurs tiraient également des données de ces expériences au point de vue de la résistance de l'air sur le fuselage. Cette croyance est peut-



L'AVION ALLEMAND « WESTPREUSSEN »

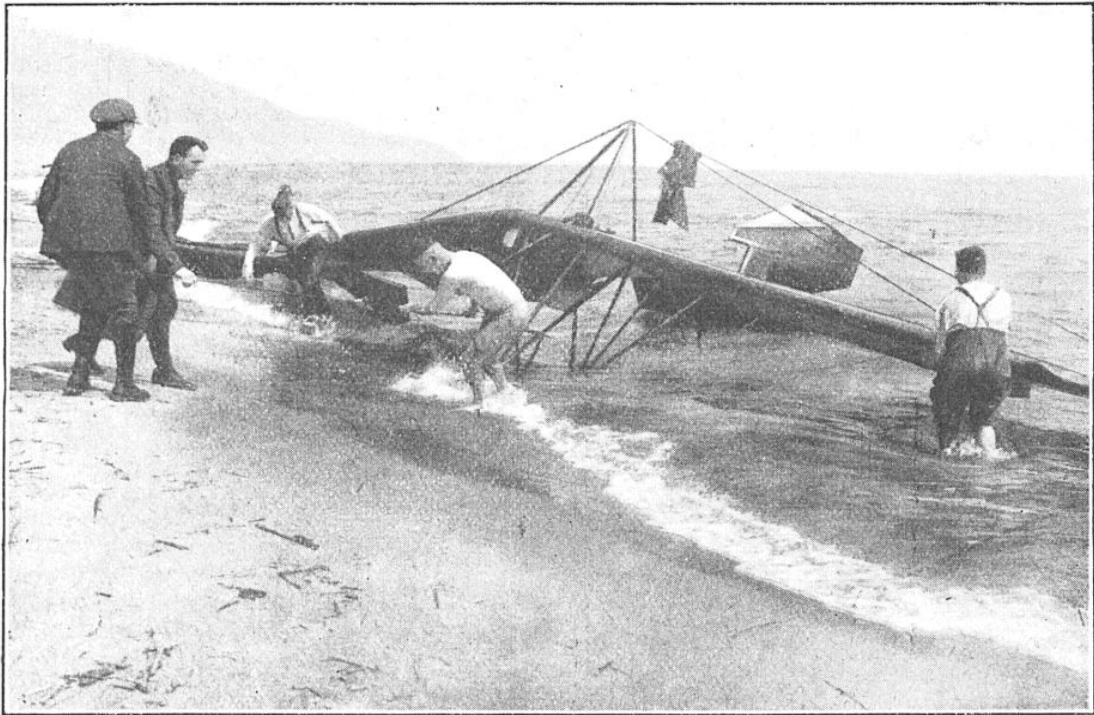
Piloté par Ferdinand Schütz, cet avion s'est attribué le record mondial de la durée en vol plané.

être exagérée ; de même, il n'est pas évident que les plans d'un appareil à moteur puissent être établis d'après ceux des voiliers. L'absence de moteur oblige, en effet, le constructeur à avancer le centre de gravité de l'appareil, tandis que la présence d'un moteur nécessite son recul sous les ailes. A ce point de vue, il n'y a donc pas lieu de tirer des conclusions définitives des enseignements que peut fournir le vol à voile.

Ces écoles ont eu pour conséquence directe de provoquer, en Allemagne, la naissance d'une émulation sportive dont on ne trouve aucune trace en France. Elles ont permis en même temps aux constructeurs de serrer de très près le problème de l'exploitation économique. Ceci mérite quelque explication.

En France, les constructeurs envisagent seulement la *construction* économique. Ils établissent un type d'avion en vue de sa

Il convient également d'envisager une autre face du problème : l'intérêt qu'il y a, pour un pilote, de connaître parfaitement la circulation des vents dans la région qu'il est appelée à parcourir. L'appareil sans moteur convient parfaitement pour cette exploration et pour donner au pilote l'habitude de saisir le vent, soit pour parer à un effet néfaste, soit pour profiter d'un vent favorable qui modifiera peut-être quelque



CONCOURS DE VOL SANS MOTEUR SUR LA CÔTE DE LA MER BALTIQUE

On ramène à terre un avion qui a dû amérir près de la côte.

construction en série, afin de réduire le plus possible le prix de revient.

Les Allemands raisonnent autrement. Ils se disent, avec juste raison, que le prix de revient d'un avion est peu de chose en comparaison des économies qui peuvent être réalisées à partir du jour où il est mis en service : économies de moteur, économies d'essence, d'huile et d'entretien. C'est pourquoi nous voyons certains pilotes, aux écoles de vol à voile, passer de l'avion sans moteur au voilier à moteur de 14 ch, le moteur étant appelé à parer aux défaillances momentanées du vent. Ainsi s'expliquent certains tours de force tel le transport de deux personnes avec un moteur de 20 ch et quatre personnes avec un moteur de 75 ch.

peu la route, mais permettra de réaliser une économie de combustible.

Les résultats obtenus par les écoles allemandes (1) sont tels qu'il nous est impossible de leur nier une réelle valeur scientifique, dont profitent les constructeurs qui en font d'ailleurs les frais. Il est à désirer que la France ne reste pas plus longtemps en arrière à ce point de vue. L'école de Vauville avait donné des espérances seuls les Allemands s'y intéressent ! Elle doit revivre et d'autres se créer à côté d'elle. Autant d'écoles, autant de laboratoires en plein air, où puiseront les ingénieurs avec beaucoup plus de précision qu'à l'intérieur d'un tube. R. DONCIÈRES.

(1) Le 10 août, à la Rhoen, un planeur allemand a effectué un vol de 72 kilomètres

LA TOURBE DOIT FOURNIR UN CARBURANT ÉCONOMIQUE POUR NOS MOTEURS D'AUTOMOBILES

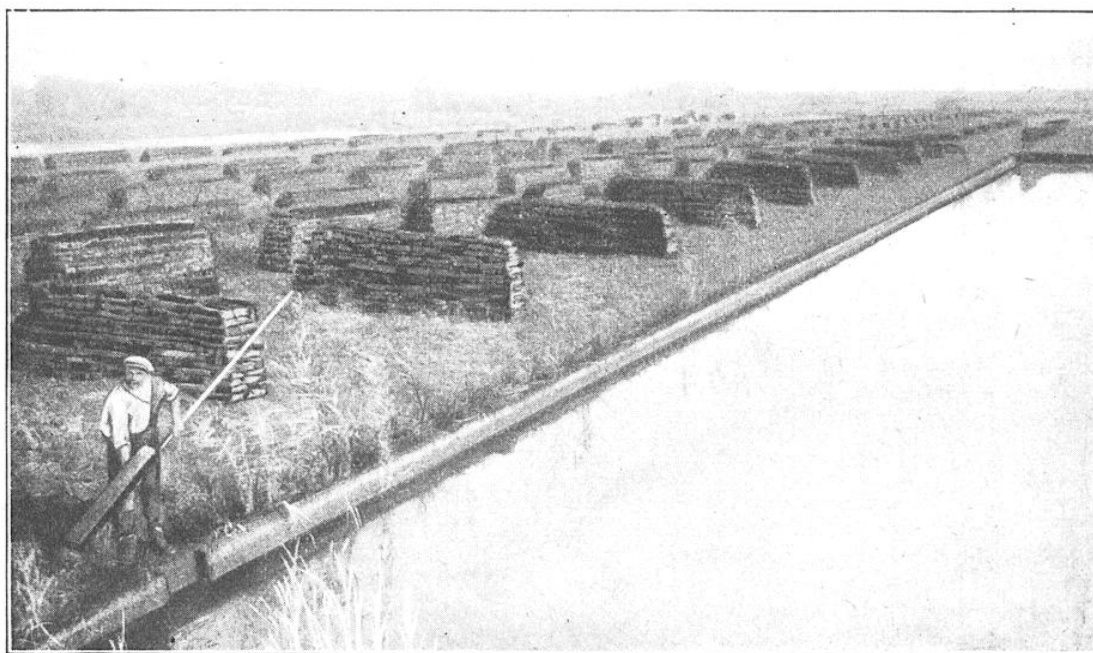
Par Jean LABADIÉ

Le Congrès international de la Tourbe qui s'est tenu à Laon au mois de juillet dernier, sous la présidence de notre éminent collaborateur M. Dumanois, s'est préoccupé notamment des travaux effectués pour l'utilisation pratique de la tourbe. Par ailleurs, le III^e Rallye des Carburants nationaux a démontré que la tourbe pouvait être utilisée dans certaines conditions pour l'alimentation des moteurs d'automobiles. Les résultats obtenus par un constructeur qui avait équipé deux voitures de luxe avec des gazogènes à base de tourbe, sont particulièrement encourageants et l'on peut même envisager l'emploi de la tourbe comme un des éléments importants de l'électrification des campagnes dans les régions qui renferment abondamment cette matière première. Il est donc d'actualité de montrer les résultats que permet d'espérer l'exploitation rationnelle des tourbières françaises ainsi que les procédés industriels mis au point pour transformer la tourbe en un carburant économique et susceptible d'être utilisé dans les moteurs à explosion.

IL faut admirer l'effort tenace des techniciens, de plus en plus nombreux, partis à la recherche de carburants destinés à remplacer l'essence au moyen de matières premières tirées de notre sol.

Économiquement, la cause est entendue :

nous savons combien pèse sur l'économie nationale l'importation du pétrole. D'ailleurs, il ne s'agit pas tant de restreindre la consommation pétrolière que d'accroître les disponibilités en combustible que réclame le développement du moteur à explosion.



LA TOURBIÈRE DE LA SOUCHE (AISNE)

L'ouvrier tourbier extrait, ici, la tourbe au « louchet » par longs prismes qui, coupés en tranches, donnent les mottes amoncelées en meules.

Si, en Amérique, l'auto pullule à raison d'une voiture par six habitants, c'est que l'essence y abonde. Le mot « carburant de remplacement » appliqué aux carburants nouveaux est donc inexact, c'est « carburants supplémentaires » qu'il faudrait dire.

L'un d'eux, en particulier, n'a cessé de conquérir du terrain depuis trois ou quatre ans : c'est le *carburant solide* destiné aux gazogènes. Plusieurs milliers de camions fonctionnent, en France, par le moyen de coke, de charbon de bois ou même de bois (sec ou vert) simplement jetés dans un gazogène léger tenant lieu, sur la voiture, de réservoir d'essence.

Les modèles de gazogènes, souvent décrits ici, demeurent nombreux, tant à cause de la nouveauté du procédé qu'ils inaugurent que de la diversité des carburants solides destinés à leur alimentation.

La thèse de M. Ch. Roux : le carburant solide « standard »

Mais qu'arriverait-il si l'on établissait un carburant solide, normal, uniformisé, réunissant dans sa formule le maximum d'avantages techniques et d'avantages économiques compatibles ? La réponse n'est pas douteuse : la carburation à bord des véhicules par le moyen des gazogènes gagnerait encore du terrain, et le carburant solide standard, vulgarisé tout le long de nos routes, pourrait être utilisé même par le grand tourisme. On achèterait des paquets de charbon soigneusement conditionnés comme on achète aujourd'hui un bidon d'essence.

Le promoteur de cette idée, l'ingénieur bien connu M. A. Charles Roux, envisage trois éléments principaux pour former ce

carburant qu'il dénomme « syntho-carbone » : 1° le charbon de bois ; 2° le charbon de tourbe ; 3° le charbon minéral.

La forêt française peut fournir annuellement, sans courir le risque de déboisement, environ 300.000 tonnes de charbon de bois.

Les tourbières les mieux favorisées pour l'exploitation peuvent donner ensemble 200.000 tonnes de charbon de tourbe. Ajoutez à cela 500.000 tonnes de charbon minéral ordinaire et vous aurez un million de tonnes de carbone carburant, dont la valeur motrice équivaldrait, pour l'automobile, à un demi-million de tonnes de pétrole.

Le mélange préconisé, qui semble bizarre, est, au contraire, logique. Le charbon destiné aux gazogènes ne saurait être évalué en fonction de son seul pouvoir calorifique. C'est ainsi que le charbon minéral seul est inutilisable à cause de ses résidus goudronneux. Le charbon de bois, lui, nourrit bien le gazogène sans l'encrasser, mais le gaz en est beaucoup plus pauvre. Or, M. Charles Roux introduit justement un moyen terme destiné à unir le charbon de bois et

le charbon minéral en un amalgame des plus homogènes : c'est le *charbon de tourbe*.

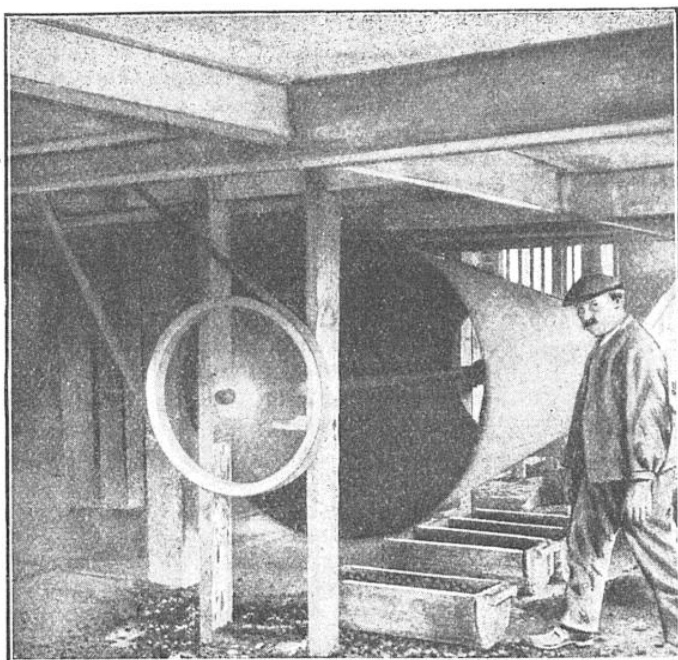
Les difficultés économiques de l'exploitation de la tourbe

Il convient donc d'examiner quelles possibilités d'approvisionnement et de traitement technique offre la tourbe en France ou, plus généralement, dans le monde. Cette étude de la tourbe avait déjà donné lieu, en septembre 1927, à un congrès de techniciens français qui se tint à Laon, au voisinage des tourbières de la Souche situées dans la com-



L'USINE MODÈLE DE TRAITEMENT DE LA TOURBE A NOTRE-DAME-DE-LIESSE

La tourbe, amassée en molles, au premier plan, est granulée dans des machines spéciales (cylindres tournants), séchée à l'air, puis envoyée au sommet de l'édifice, d'où elle se déverse progressivement, à travers des séchoirs à air chaud, vers les fours de carbonisation situés au rez-de-chaussée.



CYLINDRE TOURNANT, A GRANULER LA TOURBE

mune de Notre-Dame-de-Liesse. Du 8 au 12 juillet 1928, les mêmes techniciens français, patronnés et encouragés par l'Office national des combustibles liquides, se sont réunis au même lieu, en une assemblée qui comprenait, cette fois, des spécialistes délégués par l'Allemagne, la Belgique, l'Italie, la Hollande, la Pologne. Le second congrès de Laon était véritablement international.

Les tourbières de la Souche constituent le champ d'expériences choisi par M. Charles Roux. On trouve là une usine modèle pour le traitement de la tourbe ainsi qu'un appareillage d'extraction mécanique.

Toute la question de l'exploitabilité de la tourbe revient à un bilan très serré dont la main-d'œuvre nécessaire à l'exploitation et surtout les opérations de séchage, constituent les chapitres essentiels. Il s'agit, en effet, d'une matière première très peu dense diluée dans 90 % d'eau. Le tourbier manipule surtout de l'eau et une eau qu'il faut à tout prix éliminer. Autant dire que la tourbe ne peut être séchée qu'aux abords de la tourbière

(tout transport lui est interdit à l'état brut) et, même sur place, l'extraction à bras au « louchet » devient beaucoup trop onéreuse.

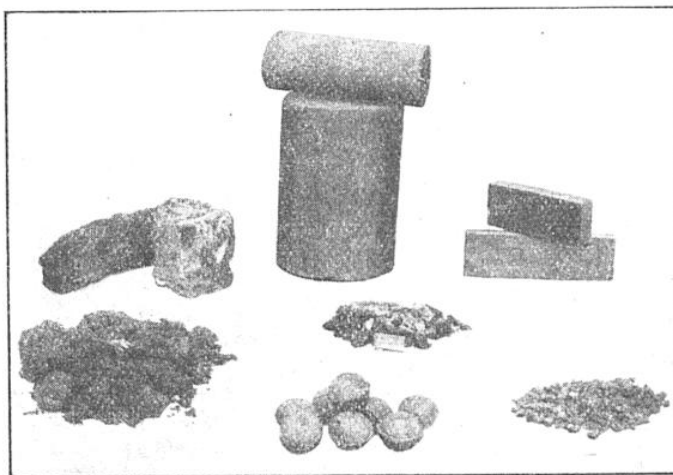
Cet épisode du travail de la tourbe est le plus facile à perfectionner. Le problème de l'extraction a été résolu par l'établissement, sur le front du marais, d'un extracteur mécanique sur rails. Cette machine enfonce dans la tourbière une cage parallélépipédique. Dès que le fond solide est atteint, l'ouvrier conducteur déclenche un volet qui ferme la cage par le fond. L'ensemble remonte emportant un énorme pain de tourbe que des couteaux horizontaux et transversaux divisent en mottes. La machine livre finalement, à peu de frais, quinze mille mottes de tourbe par jour, d'un poids total de 100 tonnes, soit 10 tonnes de matière combustible et 90 tonnes d'eau.

La question du séchage se pose

donc aussitôt.

Comment dessécher la tourbe?

Laisser les mottes à l'air libre? Dans un pays marécageux, donc humide, les conditions climatiques — celles-là mêmes qui ont



LES DIVERS STADES DE LA FABRICATION DU CHARBON DE TOURBE

En haut, à gauche, la tourbe brute; sur la même ligne, au centre, comprimés cylindriques et, à droite, briquettes, qui, carbonisées, donnent un charbon simplement combustible. En bas, la tourbe triturée à ses différents stades et préparée, finalement, en granulés (au centre) qui servent à alimenter le gazogène.

favorisé la formation de la tourbe par la production et, ensuite, la décomposition sous l'eau d'une flore palustre de cryptogames — s'opposent ordinairement au séchage rapide que l'on pourrait espérer en pays de soleil.

Naturellement, l'on peut intervenir par un séchage artificiel à l'étuve. Pour obtenir 100 kilogrammes de tourbe sèche, il est alors nécessaire d'en brûler 40 dans le foyer. C'est une opération presque prohibitive. La compression de la tourbe à la manière d'une éponge ne donne pas non plus de résultats intéressants, comme l'on pourrait croire. En Russie, l'ingénieur Kerrine a essayé du séchage électrique en faisant traverser par un courant les briquettes de tourbe contenues dans un moule dont le fond, en treillis de cuivre, forme cathode, l'anode étant constituée par une plaque de fer recouvrant le moule. En Irlande, l'on a tenté d'aider le procédé électrique par des moyens s'appuyant sur le phénomène d'osmose (filtration à tra-

vers les membranes, qui est influencée, comme on sait, par le potentiel électrique). Mais le grand obstacle que rencontrent toutes ces tentatives réside dans l'état colloïdal de la tourbe.

La matière solide de la tourbe forme, avec son eau de constitution, un magma gélatineux. Si l'on chauffe la tourbe à 150°, elle perd l'état colloïdal et sèche rapidement. L'ingénieur Eckenberg, de Londres, a basé sur cette propriété un procédé de carbonisation humide de la tourbe. Mais, alors, il faut se résoudre à perdre une grande partie des gaz combustibles qu'elle renferme et qui distillent au-dessus de 100°.

Un autre technicien allemand, M. Mardueck, semble approcher de plus près la solution économique du séchage. Il constate que si l'on mélange une fine matière pulvé-

risée à la tourbe, celle-ci voit se modifier la « tension superficielle » de l'eau incluse, et l'on parvient alors à chasser, par compression, une grande partie de cette eau et à réduire la tourbe en briquettes analogues à celles de lignite. Mais l'on ne possède encore, à ce moment-là, qu'une briquette de « combustible » classique.

M. Charles Roux a compris qu'en recherchant un combustible supérieur, le carburant solide de gazogène, il pourrait réaliser une technique beaucoup plus pratique.

Son procédé consiste à triturer d'abord les mottes de tourbe qui arrivent de la tour-

bière à son usine après un premier ressuyage à l'air, avec seulement 80 % d'humidité. Désagrégée, cette tourbe, encore très humide, est mélangée à 30 % de tourbe sèche. Ce mélange diminue le pouvoir rétentif de l'ensemble ; c'est une modification de l'état colloïdal sans intervention de matière étrangère.

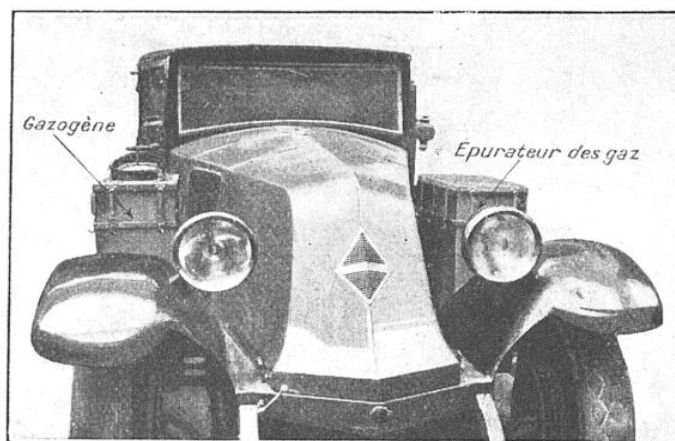
Le mélange est alors réduit en granules de la grosseur

d'une bille à jouer, qui, au bout de vingt-quatre heures, ont acquis suffisamment de dureté pour ne plus se réagglomérer. La granulation a pour effet de multiplier, comme chacun sait, la surface libre d'un poids donné de matière et cela dans des proportions énormes. A l'accroissement de surface correspond une accélération de la dessiccation. Celle-ci, dans les granulés, réduit assez vite la teneur d'eau à 50 %, par le seul séchage naturel à l'air.

La tourbe, mauvais combustible, excellent carburant

Cette première étape franchie, serrons de plus près le but proposé qui est d'obtenir du charbon de tourbe.

Ceci comporte une carbonisation en vase clos. Les fours qui la réalisent, à l'usine de



L'AUTOMOBILE 40 CH RENAULT ÉQUIPÉE A LA TOURBE PAR M. CHARLES ROUX ET QUI A FAIT LE PARCOURS DU RALLYE DES CARBURANTS NATIONAUX (3.000 KILOMÈTRES) EN JUILLET 1928.

Le schéma de fonctionnement du gazogène et de l'épurateur des gaz est donné à la page 329.

Notre-Dame-de-Liesse, fournissent d'abord, par leurs fumées perdues, les calories qui alimenteront un sécheur préalable, où les granulés à 50 % (méritant encore le nom de tourbe) tomberont à 25 % d'humidité. Après quoi ces granulés seront envoyés dans les fours proprement dits, d'où ils sortiront à l'état de *charbon granulé*.

On aperçoit le cycle édifié par M. Charles Roux dans son usine. Est-ce que l'opération est payante ? Seule l'expérience peut le dire. M. Charles Roux l'affirme, pour diverses raisons que nous énumérons rapidement :

Il ne s'agit pas, résume-t-il, de transformer la tourbe (sauf des cas exceptionnels) en simple combustible, mais, avant tout, d'en faire un véritable *carburant solide* dont la valeur, fondée sur l'invention des gazogènes, dépasse immensément celle de la tourbe considérée souvent comme un ersatz du charbon ou même

du lignite, qui est son plus proche parent.

Si l'on tient compte, d'autre part, des sous-produits que laisse le traitement de la tourbe (huiles primaires, alcool, agglomérés de cendres qui donnent lieu, dès maintenant, à une fabrication importante d'agglomérés de construction, à Bonn et à Aix-la-Chapelle) ; si l'on tient compte encore de l'immense surface que les tourbières, une fois exploitées, rendent disponibles pour l'agriculture et dont la valeur atteindrait 1 milliard et demi pour la France, il devient très probable que l'in-

dustrie de la tourbe, réalisée selon le devis de M. Charles Roux, sera payante.

Il reste donc à démontrer que la valeur du charbon de tourbe, *du point de vue gazogène*, est supérieure à celle de tous les autres combustibles.

M. Charles Roux a tenu à apporter à cette démonstration l'argument classique du phi-

losophe : prouvant le mouvement par la marche, il a équipé à la tourbe une voiture Renault 40 ch, c'est-à-dire un châssis de grand luxe, avec laquelle il a brillamment concouru au rallye des Carburants nationaux organisé, en juillet, par l'Automobile-Club de France, sur un parcours de 3.000 kilomètres.

Mais, déjà, du seul point de vue théorique, les résultats obtenus par l'ingénieur apôtre de la tourbe pouvaient être prévus.

Au 6^e Congrès de Chimie industrielle, M. Damour examinait les conditions optima de la ga-

zéification des combustibles inférieurs. Il concluait que les conditions essentielles d'une bonne gazéification industrielle se résument en un mot : « régularité du charbon » dans sa constitution chimique, dans son calibrage.

« En gazogène, disait-il, la régularité seule, même avec des combustibles médiocres, suffit presque toujours ; elle est toujours nécessaire. »

Le charbon de tourbe, fabriqué suivant le procédé imaginé par M. Charles Roux,



LE DÉCHARGEMENT DES CENDRES DU GAZOGÈNE CHARLES ROUX, INSTALLÉ SUR LE MARCHEPIED DROIT DE L'AUTO

répond exactement aux conditions exigées.

La carbonisation des granules n'a peut-être pas besoin d'être poussée. M. Fernand Lemonnier rapporte qu'ayant mélangé, dans un gazogène, des granules de *tourbe crue* à du charbon de bois, la tourbe s'est montrée tellement avide d'oxygène « qu'elle arrêta la combustion du charbon en s'emparant, à elle seule, de l'air carburant ». Il est vrai que le rythme lent du moteur (monocylindre) favorisait un peu cette extinction du charbon.

D'ailleurs, en Allemagne du Nord, des gazogènes à tourbe crue fonctionnent dans plusieurs verreries et briquetteries, et dans des aciéries, à Osnabruck. Si l'on remarque que cette tourbe allemande (prise à 25 % d'humidité) possède un pouvoir calorifique de 3.500 calories seulement, l'on voit combien est juste la qualification donnée à la tourbe par M. Charles Roux : *mauvais combustible, riche carburant*.

Et, finalement, son idée est très défendable d'un carburant solide standard dans lequel la tourbe, carbonisée à point, entrerait en mélange avec le charbon de bois et le charbon de terre. Ce « syntho-carbone » pourrait bien alimenter un jour les autobus, les camions et les autos de travail.

Distillation de la tourbe

La *granulation* de la tourbe et sa *carbonisation* semblent donc suffire à réaliser la

valorisation industrielle de la tourbe. Cependant, on ne peut passer sous silence la valeur de la tourbe comme produit de distillation, d'autant plus que si la carbonisation s'effectue au-dessus d'une certaine température, il se produit aussitôt une distillation forcée.

M. Damour, professeur au Conservatoire

national des Arts et Métiers, rappelle qu'à la centrale électrique à *tourbes* d'Orentano (Italie), l'on a réussi à récupérer, dans les gazogènes, 70% de l'azote contenu dans la tourbe. Voilà donc de l'ammoniac en perspective, en sus de la valeur motrice de la tourbe-carburant.

Dans l'usine de carbonisation rationnelle, les sous-produits récupérés ressortent du bilan suivant afférent à une tonne de tourbe sèche :

I. *Eaux de condensation* : 5 à 8 kilogrammes d'azote ammoniacal ; 2 kilogrammes d'alcool méthylique ; 5 kilogrammes d'acide acétique.

II. Goudrons

primaires qui, distillés à leur tour, fournissent de 10 à 40 kilogrammes d'huiles légères et autant d'huiles moyennes ; de 15 à 24 kilogrammes d'huile lourde ; de 3 à 4 kilogrammes de brai et autant de coke d'huile.

III. *Le gaz* composé d'hydrogène, de méthane, de carbures non saturés, d'oxyde de carbone (et 50 % d'acide carbonique).

La distillation de la tourbe apparaît ainsi comme une opération industrielle extrêmement avantageuse, après sa carbonisation.

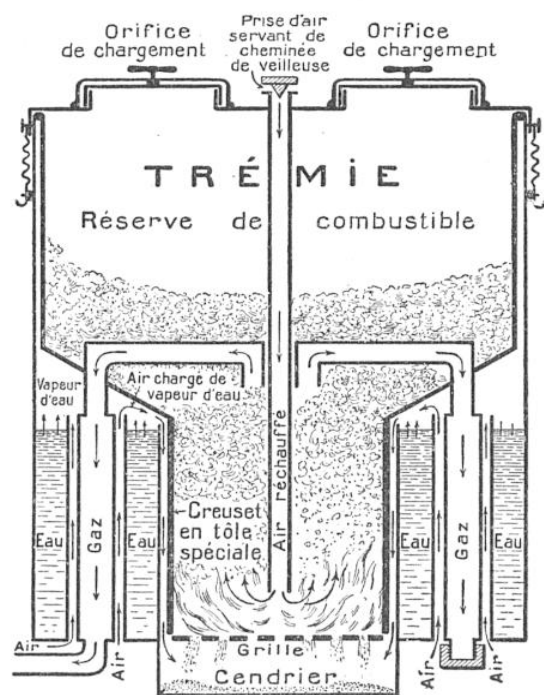


LE CHARGEMENT DU GAZOGÈNE CHARLES ROUX

Les dix litres de charbon granulé versés par le chauffeur dans l'orifice sont conditionnés dans des sacs en papier au moins aussi commodes que des bidons d'essence. Le paquet de dix litres de charbon équivaut à 5 litres d'essence.

Les tourbières françaises

On sait que les tourbières du monde entier couvriraient environ 200 millions d'hectares. La profondeur de la tourbe varie de 1 à 7 mètres ; elle atteint parfois 15 mètres. Cela porte à plus de 4.000 milliards de tonnes



LE GAZOGÈNE CHARLES ROUX

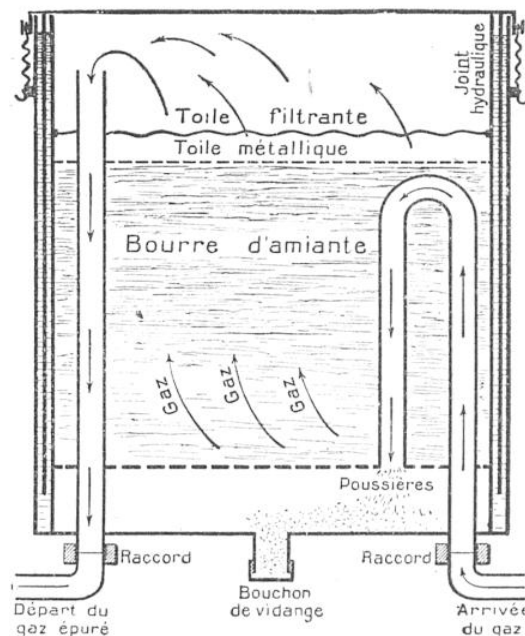
On aperçoit la grande simplicité de ce gazogène destiné à l'équipement des voitures de tourisme. Le combustible (charbon de tourbe) alimente le foyer par simple gravité. La combustion, à l'arrêt, est entretenue par une prise d'air formant veilleuse et s'ouvrant sur le couvercle. La masse principale d'air, en marche normale, arrive par le bas et, avant d'atteindre le foyer proprement dit, se charge d'humidité par léchage de l'eau contenue dans un récipient formant chemise.

le stock naturel de tourbe brute. Séché, ce stock donnerait encore 400 milliards de tonnes de combustible.

A cette réserve mondiale, la France participe pour 400.000 hectares, dont 100.000 hectares seulement exploitables, sans risques. 200 millions de tonnes de tourbe sèche

peuvent en être tirés et chacune de ces tonnes vaudrait, selon M. Charles Roux, 50 francs, tous frais déduits. De plus, les tourbières épuisées peuvent acquérir une nouvelle valeur par leur retour à l'exploitation agricole.

C'est donc 10 milliards (en francs stabilisés) qui dorment dans les tourbières de France, sous forme de carburant solide,



L'ÉPURATEUR DES GAZ COMPLÉTANT LE GAZOGÈNE PRÉCÉDENT

Comme le gazogène, l'épurateur est également un appareil d'une construction extrêmement simple. Le gaz arrive par le bas de l'appareil, où il délaie ses poussières les plus grossières qui s'accumulent dans une chambre spéciale pourvue d'un bouchon de vidange, puis traverse un matelas de bourre d'amiante et une toile filtrante. A ce moment, le gaz est bon pour la consommation du moteur. L'étanchéité du couvercle est assurée par joints hydrauliques.

dont l'extraction ne présenterait, pour la plus grande partie, que peu de difficultés. Il vaudrait qu'on essayât de les réaliser — en attendant que le pétrole synthétique ou d'autres procédés nous délivrent de l'importation des carburants étrangers.

JEAN LABADIÉ.



APPLICATIONS DE L'AIR ET DES GAZ COMPRIMÉS

PRESSIONS	APPLICATIONS	PRESSIONS	APPLICATIONS
De 0 kg. 500 à 1 kg. par cm ²	AIR - Humidification des salles d'usines. - Transport pneumatique des matières pulvérulentes. - Oxydation de liquides chimiques. - Emulsion d'air dans les liquides. - Soufflage de fours et brûleurs. - Ventilation forcée pour convertisseurs, hauts fourneaux, etc... GAZ - Transport du gaz d'éclairage sous pression. - Compression de gaz divers pour fabrications chimiques.	De 5 kgs à 8 kgs par cm ² (suite)	AIR (suite) - Gonflement des pneumatiques. - Ascenseurs. - Manœuvres mécaniques et diverses. - Marteaux-pilons pneumatiques. - Essais d'étanchéité de canalisation sous pression. - Imprégnation sous pression. - Introduction de vernis isolants sous pression. - Industrie des caoutchoucs, détréillage des tuyaux et chambres à air. GAZ - Transport du gaz d'éclairage à grande distance.
De 1 kg. 500 à 4 kg. par cm ²	AIR - Machines à jet de sable diverses. - Pulvérisation de peinture, vernis, émaux. - Élévation de liquides jusqu'à 30 mètres. - Nettoyage au jet d'air. - Transport et projection du ciment. - Fonçage de caissons. - Renflouement des navires. - Soufflage du verre. - Alimentation des machines linotypes. - Métallisation. - Emulsion de liquides et barbotage. - Soutirage des liquides alimentaires, bière, etc... - Signalisation acoustique : sirènes de brume. - Chalumeaux à braser. - Brûleurs à huile à haute pression. - Surpression sur les bacs de viscosité pour le filage. GAZ - Transport du gaz d'éclairage sous pression. - Compression de l'oxygène, l'hydrogène, l'acétylène, le gaz de ville pour soudure autogène et métallisation. - Liquéfaction du chlore, du gaz sulfureux, du chlorure de méthyle, etc., etc...	De 9 kgs à 15 kgs par cm ²	AIR - Mise en route des moteurs à gaz et à huile. - Moulage de métaux sous pression. - Presses hydropneumatiques. GAZ - Liquéfaction de l'ammoniaque, de l'éthylène, etc...
		De 16 kgs à 35 kgs par cm ²	AIR - Mise en marche de moteurs à gaz de grande puissance. - Oxydation de métaux fondus pour leur pulvérisation (Zn. AL. Cu.). - Moulage des métaux sous pression. - Application aux industries chimiques. - Cuisson du caoutchouc (air baggs). GAZ - Compression à 18 kilogrammes de l'acétylène pour sa dissolution dans l'acétone. - Emmagasinage du gaz pour l'éclairage des wagons.
		De 35 kgs à 100 kgs par cm ²	AIR - Démarrage et marche des moteurs Diesel. - Essai de canalisations et de réservoirs sous pression. - Presses hydropneumatiques. GAZ - Liquéfaction de l'acide carbonique.
De 5 kgs à 8 kgs par cm ²	AIR - Perforatrice de mines et de carrières. - Marteaux piqueurs. - Marteaux burineurs et riveurs. - Riveuses. - Perceuses et meules. - Fouloirs. - Machines à mouler. - Palans pneumatiques, treuils et appareils de levage. - Moteurs à air comprimé. - Signalisation et aiguillage de chemins de fer. - Freins. - Élévation d'eau. Pompes à émulsion ou éjecteurs. - Filtres presses.	De 100 kgs à 200 kgs par cm ²	AIR - Chargement de bouteilles. - Chargement de locomotives de mines. - Fabrication de l'oxygène liquide pour explosifs. - Fabrication de l'oxygène gazeux pour soudures. GAZ - Emmagasinage des gaz, oxygène et hydrogène pour soudure autogène.

L'AIR COMPRIMÉ EST UN AUXILIAIRE PUISSANT ET SOUPLE DE L'INDUSTRIE MODERNE

Par Lucien FOURNIER

Si la première utilisation de l'air comprimé remonte à 1848, époque à laquelle le mécanicien français Pecqueur eut l'idée de l'employer pour actionner des outils, l'usage vraiment pratique de cette « réserve » d'énergie dans l'industrie ne date que de 1890. Depuis lors, les applications de l'air comprimé se sont multipliées, et l'on peut affirmer que toutes les industries sont, aujourd'hui, plus ou moins tributaires de sa production : la ventilation sous toutes ses formes et surtout dans les exploitations minières, dans la combustion dans les foyers de forges, dans les hauts fourneaux des aciéries. Il en est de même pour le travail des roches (marteaux pneumatiques, hacheuses) et le percement des tunnels. C'est également l'air comprimé qui permet le « décapage » des métaux par jet de sable ; c'est lui aussi qui actionne les puissantes machines à rincer, à buriner, à percer. Il est utilisé maintenant dans les « brise-béton », pour la réfection des chaussées ; pour actionner les pelles et les bèches pneumatiques, qui manipulent jusqu'à 5 et 6 tonnes de matériaux à l'heure. Les « moutons », ou marteaux pilons à air comprimé, servent, en outre, à établir les fondations les plus solides. C'est grâce aux injections de ciment par l'air comprimé qu'on remplit rapidement les fissures du terrain (comme dans le Métropolitain de Paris) ou celles d'un barrage pour en assurer l'étanchéité parfaite. C'est encore l'air comprimé qui a permis d'effectuer les travaux sous l'eau (comme dans la traversée de la Seine par le Métropolitain de Paris) (1). Sous une pression plus élevée que celle qui est nécessaire pour les travaux énumérés précédemment, l'air comprimé assure la traction des locomotives dans les mines (surtout les grisouteuses), le démarrage soit des moteurs Diesel, soit des moteurs d'avions, le remplissage des réservoirs des torpilles, le lancement des avions par catapulte. Comme l'électricité, le gaz, l'eau, il peut être distribué, par un réseau de canalisations, dans toute une ville, comme cela se fait à Paris depuis 1885. L'emploi de l'air comprimé se généralise pour les appareils de levage, de manutention, tels que les aspirateurs de grains (2), le transport pneumatique du charbon, de la correspondance (tubes pneumatiques), etc. Un sujet aussi vaste et aussi important méritait une étude complète présentant l'état actuel du problème de la production de l'air comprimé, ainsi que de ses multiples applications industrielles.

L'air peut être comprimé à des pressions extrêmement élevées

L'air que nous respirons est à la pression de 1 kg 033 par centimètre carré. Nous savons, en effet, qu'il fait équilibre à une colonne d'eau de 10 m 333 de hauteur ou à une colonne mercurielle de 0 m 760. La pression d'un gaz devrait donc être évaluée à partir du vide absolu, et être appelée *pression absolue*. Dans la pratique, la mesure des pressions s'effectue à partir de la pression atmosphérique, et la graduation des manomètres est basée sur ce principe. C'est la *pression effective*. Toute pression au-dessous du zéro est une dépression ou un vide qui se mesure, d'ail-

leurs, en millimètres de mercure ou d'eau, comme les pressions supérieures.

Dans un précédent article (1), nous avons montré que M. Basset parvient à atteindre des pressions de l'ordre de 20.000 kilogrammes par centimètre carré. La pratique industrielle courante n'exige pas, pour le moment, des pressions aussi élevées.

Jusqu'ici, la compression de l'air a été réalisée par des ventilateurs ou des compresseurs. Les premiers fournissent des pressions basses atteignant rarement 1 kilogramme par centimètre carré et sont utilisés pour assurer la ventilation des usines, des mines, dans la soufflerie des forges ou les machines soufflantes de hauts fourneaux.

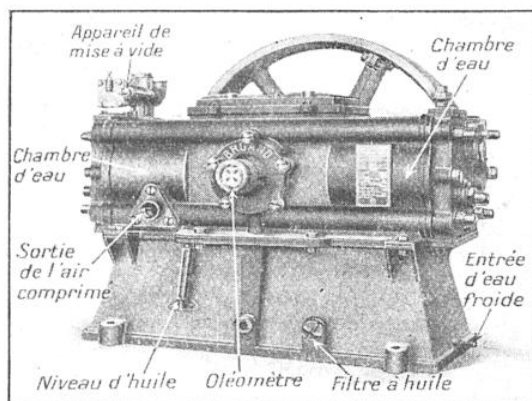
On emploie également des machines soufflantes spéciales pour la pulvérisation, dans

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 135, Septembre 1928.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 129, page 129.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 127, Janvier 1928.

les convertisseurs, bien que la pression puisse atteindre 2 kg 500. Mais, en général, les pressions de 1 kilogramme et au-dessus sont fournies par des compresseurs à un ou plusieurs étages de compression, qui permettent de produire des pressions de 250 kilogrammes par centimètre carré. Il existe même des



COMPRESSEURS D'AIR « BRUAND ».

Dans ces compresseurs, la bielle et l'arbre manivelle sont logés à l'intérieur du piston qui est à double effet, afin de régulariser le débit. Il a été établi cinq types avec les caractéristiques suivantes : D. M., débit 350 litres minute, pression maximum 4 kilogrammes ; type K, débit 700 litres minute, pression 5 kilogrammes ; type E, débit 1.200 litres, pression 2 kg 500 ; type F, débit 1.200 litres, pression 5 kilogrammes ; type H, débit 1.450 litres, pression 40 kilogrammes. L'appareil de mise à vide coupe l'arrivée de l'air dans le compresseur ; il est relié à la conduite d'air comprimé par une tubulure de faible section. Le filtre à huile est intercalé dans le circuit de l'huile sous pression se rendant aux deux paliers, à la tête et au pied de bielle. L'entrée de l'eau froide ou de l'air comprimé, sous le bac à huile, permet de rafraîchir ou de réchauffer l'huile suivant les saisons.

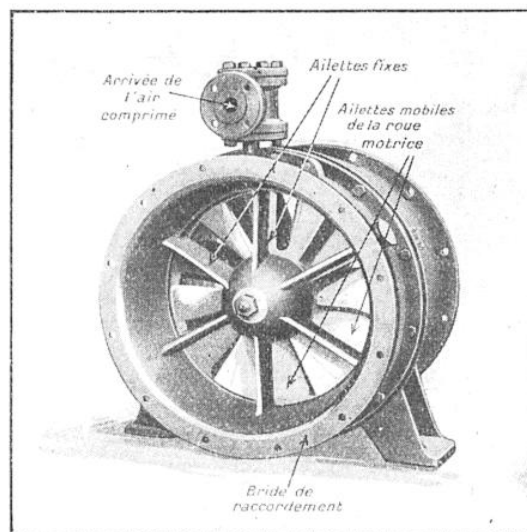
supercompresseurs (Georges Claude, Luchard, etc...) de 1.000 kilogrammes et au-dessus.

Bien que, dans l'avenir, les gros débits à haute pression soient appelés à prendre de plus en plus d'importance, on ne comprime l'air ou un gaz à haute pression que lorsque la quantité d'air nécessaire par minute n'est pas très importante. Dans tous les cas où de forts débits sont exigés, comme dans les soufflantes pour hauts fourneaux et dans la ventilation, pour laquelle on construit des machines débitant jusqu'à 16.000 mètres cubes par minute, la pression est toujours faible.

Les machines à piston permettent, seules, de réaliser des pressions de 1.000 kilogrammes et au-dessus ; mais leur débit courant ne dépasse pas 250 mètres cubes environ à la minute. Les compresseurs rotatifs ne débi-

tent pas plus de 100 mètres cubes par minute à la pression de 3 kilogrammes. Les débits de 16.000 mètres cubes par minute sont donnés par les roues à aubes qui fournissent une pression maximum de 500 gr. Lorsque des débits plus importants sont exigés, il est nécessaire d'avoir recours à des turbines, roues multiples cloisonnées qui ont l'avantage de permettre d'atteindre des pressions de 10 kilogrammes.

On voit qu'il est assez difficile d'établir une classification raisonnée des appareils en se basant sur les pressions qu'ils peuvent fournir et sur leurs débits réciproques. Cependant, les besoins de l'industrie sont tels, et



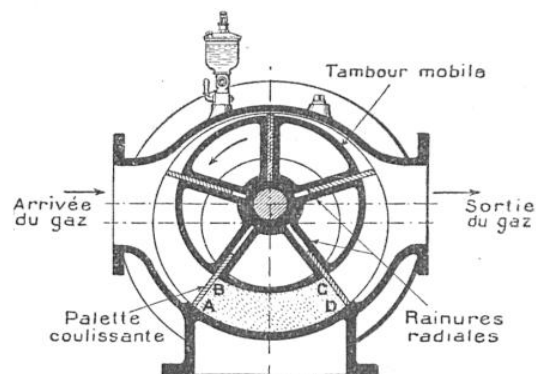
AÉROVENTILATEUR A AIR COMPRIMÉ, SYSTÈME « RATEAU »

Dans les mines grisouteuses, l'aération ne peut être réalisée que par des ventilateurs actionnés par l'air comprimé ; ceux mus par l'électricité sont réservés aux mines non grisouteuses. L'appareil comporte une enveloppe cylindrique très robuste, terminée à l'avant et à l'arrière par deux brides de raccord sur la canalisation d'air comprimé. A l'avant et à l'arrière sont disposées des ailettes fixes : les premières sectionnent l'entrée d'air, et les autres diffusent le courant d'air produit, pour lui permettre de prendre une direction régulière dans la tuyauterie. Elles se rattachent, d'autre part, à une fusée centrale portant l'axe du rotor situé entre les deux groupes d'ailettes fixes. Le mobile est constitué, lui aussi, par des ailettes rayonnantes portant une bague périphérique, sur laquelle sont fixés les aubages, qui font de cette roue une turbine à air comprimé. Cette roue est donc à la fois moteur et ventilateur. L'air aspiré dans la canalisation avant est refoulé vers l'arrière par les ailettes rayonnantes de la roue motrice, laquelle est actionnée par l'air comprimé pris à la canalisation générale. Ajoutons que cet air s'échappe dans la canalisation générale en se mélangeant à l'air refroidi par le ventilateur. On évite la production de givre à la sortie de la turbine par le réchauffement dû au contact de l'air refoulé par le ventilateur.

la variété des appareils producteurs d'air comprimé si grande que leur étude, pour être bien comprise, nécessite une démarcation. La classification que nous avons adoptée nous permettra de bien comprendre la différence qui existe entre les appareils et surtout de préciser nettement leurs applications.

Toutes les machines productrices d'air sous pression peuvent être classées en quatre grandes catégories :

1° Les machines soufflantes et à basse pres-



SURPRESSEUR DE GAZ A PALETTE « BEALE » DE LA COMPAGNIE POUR LA FABRICATION DES COMPTEURS ET DE MATÉRIEL D'USINES A GAZ

Ces appareils permettent de réaliser, dans les conduites de gaz, des pressions de 300 à 350 grammes. Dans le corps cylindrique en fonte se meut un tambour dont l'axe est excentré par rapport à celui du corps cylindrique. Des rainures radiales contiennent des palettes minces qui appuient en permanence contre le cylindre par l'effet de la force centrifuge. A chaque révolution les palettes engendrent un volume de gaz A B C D multiplié par le nombre des palettes.

sion, qui comprennent : les centrifuges, transformant la vitesse en pression à l'aide de ventilateurs, et les machines rotatives, à engrenages, comme les machines Roots et Beale ;

2° Les machines assurant des pressions de 2 mètres d'eau à 4 kilogrammes, dans lesquelles on trouve : des machines à piston avec refroidissement par eau ou par ailettes, des machines rotatives à palettes et des machines centrifuges à partir des débits de 6.000 à 10.000 mètres cubes à l'heure ;

3° Les machines fournissant des pressions de 4 à 10 kilogrammes ; les unes sont à piston, avec refroidissement par eau, à un étage de pression pour les machines d'une puissance inférieure à 20 chevaux ou à deux étages pour les puissances supérieures jusqu'à 1.000 chevaux. Les machines rotatives, qui appartiennent à cette catégorie, sont également à deux étages, avec refroidissement. A partir de 1.000 chevaux, on utilise

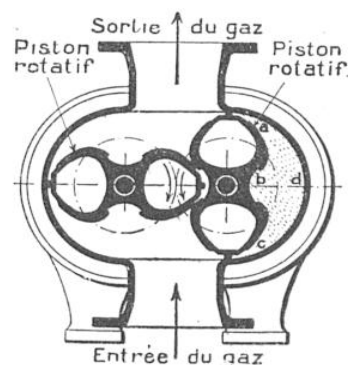
des centrifuges à étages multiples, avec refroidissement intermédiaire et sur chaque étage (Rateau, Brown-Boveri, Electro-Mécanique, etc.) ;

4° Enfin, les machines à haute pression, c'est-à-dire au-dessus de 10 kilogrammes, et qui sont à pistons multiétagés.

En règle générale, toutes les basses pressions sont obtenues avec des appareils centrifuges, qui permettent de refouler de grandes masses d'air à des pressions variant de 20 millimètres d'eau jusqu'à 300 millimètres (de 2 à 30 grammes).

Les ventilateurs utilisés dans les forges débitent sous une pression de 20 à 70 gr. ; la manutention des grains, du sable, du charbon exige de 70 à 140 grammes. Dans les usines, l'enlèvement des sciures s'effectue à la pression de 70 grammes ; celle des copeaux, à 140 grammes. Dans les mines, l'aération exige des pressions qui atteignent parfois 40 grammes, lorsque les galeries sont très longues. On élève la pression du gaz d'éclairage dans les canalisations à l'aide des appareils Roots ou Beale.

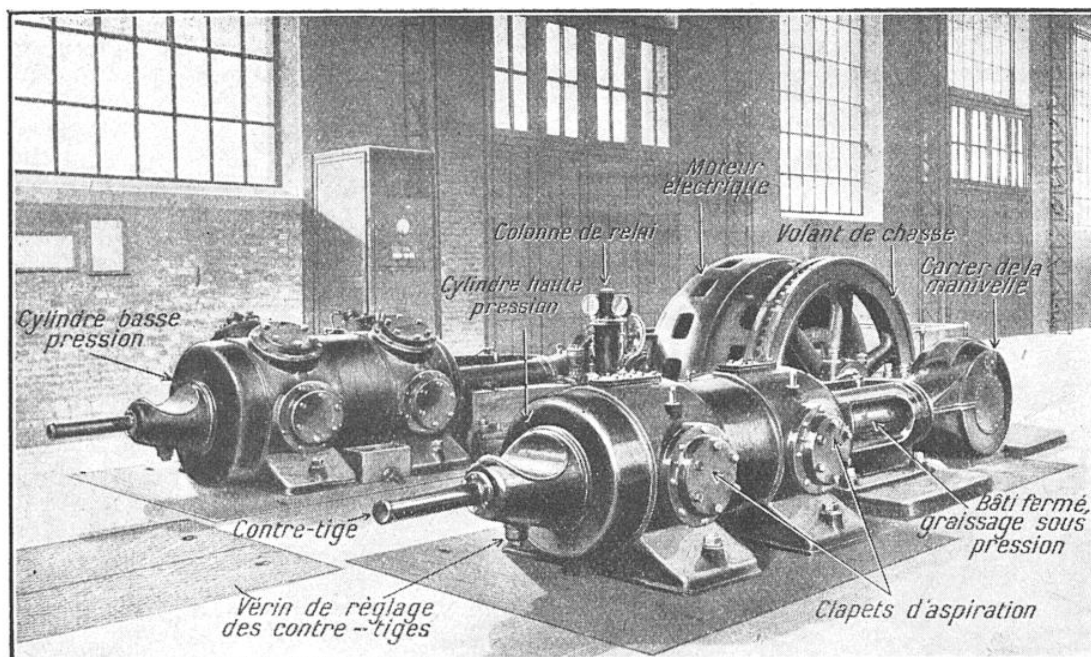
C'est également dans la catégorie de 200 grammes à 4 kilogrammes que se rangent les machines alimentant les appareils de sablage, d'humidification dans les usines textiles, d'imprégnation des bois et des appareils électriques, de soufflage, de décapage et de gravure du verre, de chauffage au mazout et au charbon pulvérisé, de refroidissement par soufflage des lampes d'émission de T. S. F., d'application de peintures et de vernis, de pulvérisation des métaux (procédés Schoop), d'élévation de l'eau sous pression, de fabrication de



SURPRESSEUR « ROOTS »

Ces surpresseurs sont constitués par deux pistons rotatifs en forme de 8 calés à 90° et conjugués par des engrenages extérieurs. Dans ce surpresseur, le volume de gaz engendré est représenté par la partie pointillée a b c d.

Toutes ces machines sont



COMPRESSEUR « DUJARDIN » DE 40 MÈTRES CUBES, A COMMANDE ÉLECTRIQUE INSTALLÉ AUX USINES DE LIÉVIN

actionnées par des moteurs de puissances variant de un dixième de cheval à 300 chevaux. Certaines souffleries, qui fournissent un débit de 40.000 mètres cubes à l'heure, sont actionnées par des moteurs de 500 chevaux. Quant aux soufflantes des hauts fourneaux, le plus souvent actionnées par des moteurs à gaz de récupération, elles exigent parfois des puissances de 2.000 chevaux.

Les turbo-compresseurs, qui interviennent seulement dans les cas où de grands débits sont nécessaires, possèdent une gamme de pressions beaucoup plus élargie que celle des appareils précédents, puisqu'ils peuvent refouler à des pressions variant de 70 gr. à 10 kilogrammes. Leur débit atteint 2.000 mètres cubes par minute.

Les pressions de 4 à 10 kilogrammes sont utilisées dans l'outillage pneumatique, le freinage (Westinghouse), le transport du ciment, le ramonage des chaudières, l'oxydation des métaux, le créosotage des bois, les perforatrices pour mines et carrières, les marteaux burineurs et riveurs, etc.

Hors de ces limites, c'est-à-dire lorsque les pressions doivent être supérieures à 10 kilogrammes, seuls les compresseurs à pistons sont capables de donner de bons résultats. On les construit couramment pour produire des pressions de un demi-kilogramme à 250 kilogrammes ; les débits

peuvent atteindre jusqu'à 13.000 mètres cubes à l'heure et la puissance motrice s'élever à 1.200 ch.

D'après ce que nous venons de dire, il paraît assez difficile de poser un principe absolu pour ce qui concerne le choix d'un compresseur ou de tout autre appareil fournissant une pression désirée. Ce choix dépend, en effet, d'un très grand nombre de conditions que nous résumons d'après M. A. Grenon, et qui portent sur le débit, la pression, la densité et la composition du gaz à comprimer lorsqu'il ne s'agit pas d'air, la température de l'eau de refroidissement, la nature de la force motrice destinée à la commande des appareils, l'utilisation de l'air ou du gaz comprimé, l'altitude de l'installation, c'est-à-dire sa situation au-dessus du niveau de la mer, etc.

Machines rotatives

Les machines rotatives peuvent fournir, avons-nous dit, des pressions atteignant jusqu'à près de 10 kilogrammes et des débits considérables. Elles comprennent les compresseurs rotatifs, les ventilateurs et les turbo-compresseurs.

Les compresseurs rotatifs ne sont autre chose que des pompes rotatives appliquées à l'aspiration et au refoulement des gaz. Il en existe un très grand nombre de modèles

qui peuvent fournir des pressions atteignant 5 kilogrammes ; si on procède par étages de compression successifs, il est même possible d'obtenir 12 kilogrammes et des débits de 100 litres à 100 mètres cubes par minute.

Ces appareils présentent le gros avantage d'être peu encombrants ; de plus, ils sont susceptibles de grandes vitesses de rotation, qui permettent leur accouplement avec des moteurs électriques ordinaires tournant à 500 tours par minute, lorsque les débits nécessaires ne sont pas excessifs, et à 2.500 tours pour les grands débits.

On utilise les compresseurs rotatifs à petit débit dans la distillation, le filtrage, les souffleries de forges, les usines à gaz, les fours à coke, etc., etc.

Les ventilateurs sont par définition des producteurs de vent ; ils fournissent donc un très grand débit, en général sous une faible pression ou, au contraire, une dépression dans les canalisations. Leur construction est à aubes droites, courbes ou hélicoïdales ; plusieurs appartiennent au type turbine à réaction. Le nombre des aubes varie de cinq à soixante et la vitesse, de 300 à 3.000 tours par minute. Les ventilateurs à basse pression se présentent sous la forme de tambours cylindriques en tôle contenant le rotor ; ils servent au tirage forcé dans les chaudières, à la ventilation, etc...

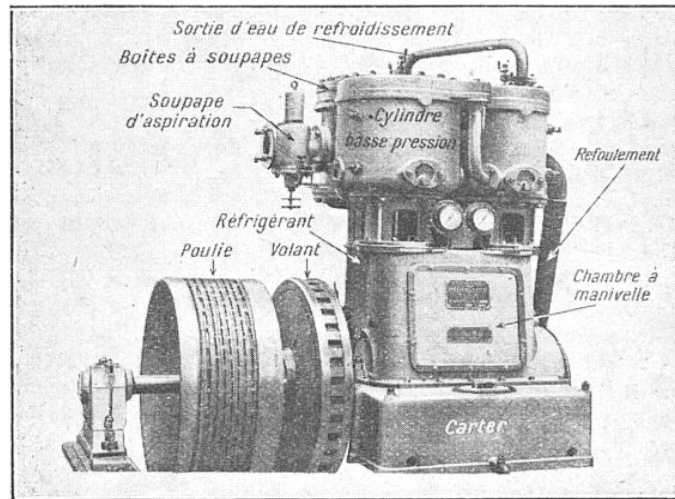
Quant aux turbo-compresseurs, créés par M. Rateau, ils sont constitués par une série de roues à aubages spéciaux montées sur le même arbre, chaque roue réalisant un étage de compression. Le fluide sortant de la première roue est aspiré par la seconde qui élève sa pression, et ainsi de suite jusqu'à la sortie.

On peut donc considérer le turbo-compresseur comme un ventilateur à roues multiples.

Il est bien évident que le nombre des roues, leur diamètre et la vitesse de rotation dépendent des débits et des pressions nécessaires. Ainsi quatre à six roues suffisent pour les basses pressions, mais si l'on désire obtenir des pressions de 10 à 12 kilogrammes, le nombre des éléments peut atteindre jusqu'à trente-six. Quant aux diamètres, ils sont compris entre 0 m 60 et 2 mètres, et la vitesse varie entre 2.500 et 12.000 tours par minute. Ajoutons que dans ces appareils, surtout lorsque la compression atteint

un certain taux, il devient nécessaire, en raison de l'élévation de température produite, de refroidir d'une manière aussi parfaite que possible non seulement l'enveloppe extérieure, mais encore l'intérieur des diaphragmes ; aussi les éléments sont-ils toujours groupés par deux ou trois pour faciliter leur refroidissement.

La construction de ces appareils est très



COMPRESSEUR VERTICAL A DEUX ÉTAGES ET A DEUX MANIVELLES « RATEAU »

Ce type de compresseurs caractérise la construction de la Société Rateau. Ils appartiennent au type vertical et sont à un ou deux étages de compression. Celui que représente notre photographie est à deux manivelles et deux étages. Les cylindres à air sont venus de fonte avec la chemise de circulation d'eau et les boîtes à soupapes placées sur le côté. Comme les cylindres, les pistons sont en fonte, munis de segments s'ajustant automatiquement dans le sens radial et dans le sens vertical. Les tiges des pistons traversent les cylindres dans des garnitures métalliques, dont le serrage est assuré par des ressorts. A leur entrée dans le carter, des bagues empêchent l'huile de s'échapper. On a évité la pénétration de l'huile dans les cylindres en donnant aux entretoises qui relient les cylindres au carter une hauteur supérieure à la course des pistons. Le carter, de construction massive, forme réservoir d'huile et contient la pompe à huile et son filtre. Cette pompe, sans clapets, est commandée par l'arbre manivelle ; elle distribue l'huile à tous les paliers et aux glissières. Une pompe spéciale assure le graissage régulier des cylindres. Afin d'obtenir le rendement le plus élevé possible, un régulateur d'air est placé sur l'aspiration du premier cylindre ; il est constitué par une soupape commandée par un relais, qui se ferme automatiquement dès que la pression au refoulement dépasse de 3 à 5 % la valeur prévue. Les pistons se déplacent alors dans le vide jusqu'à ce que la pression de marche soit établie. Le réfrigérant, à grand rendement et à contre-courant, comporte une enveloppe de fonte contenant des tubes de cuivre assujettis de manière à permettre la dilatation du métal.

délicate en raison du diamètre des roues constituant le rotor et de la vitesse de rotation qui peut entraîner les éléments à accomplir leur révolution à la vitesse périphérique de 300 mètres à la seconde.

Compresseurs à pistons

Les compresseurs à pistons se présentent extérieurement sous l'aspect de moteurs à combustion interne. Les soupapes peuvent être libres ou commandées. Lorsqu'il s'agit d'utiliser les appareils à la compression de gaz autres que l'air, le métal qui intervient dans la construction doit être choisi en conséquence. Ainsi, pour l'ammoniac, on emploiera des aciers au nickel à l'exclusion de tout métal contenant du cuivre ; tout organe en cuivre doit être également exclu pour la compression de l'acétylène ; pour les gaz carboniques et sulfureux, on a constitué un métal spécial qui contient une forte proportion de cuivre, un peu moins de nickel et des traces de fer et d'aluminium (métal Monel).

Sauf dans les cas de très faible compression, il est toujours nécessaire de refroidir les compresseurs pendant le travail, afin d'assurer le graissage régulier. Cette compression idéale n'est jamais atteinte parce qu'il est matériellement impossible de comprimer un gaz en absorbant toute la chaleur produite. La compression s'effectue toujours avec dégagement de chaleur, et les constructeurs s'efforcent à la ramener le plus près possible de la compression isothermique par le refroidissement. Cette nécessité est apparue absolue avec le système de compression à plusieurs étages

qui s'est, d'ailleurs, développé pour devenir la compression polyphasée, utilisée aussi bien avec des compresseurs à pistons qu'avec des turbo-compresseurs. Le refroidissement s'opère, comme dans les moteurs à explosion, par une circulation d'eau dans la double enveloppe des cylindres, ensuite dans des réfrigérants intermédiaires appropriés. Mais il

n'est efficace qu'à la condition d'être assuré par une eau de circulation dont la température soit toujours inférieure à celle de l'air ambiant et dont le renouvellement soit rapide.

Pour les très petits débits, le refroidissement peut s'effectuer par ailettes ; de même pour les basses pressions. Pour de moyens et grands débits et pour des pressions dépassant un kilogramme, il est nécessaire de recourir à une circulation d'eau entourant le cylindre.

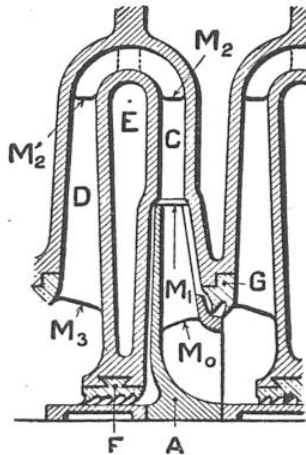
Cette question du refroidissement est extrêmement importante ; elle nécessite la surveillance constante du graissage des clapets.

Comment on installe les appareils producteurs d'air comprimé

Les machines productrices d'air comprimé sont susceptibles de tant d'applications qu'il est impossible de prévoir tous les cas et encore bien moins de donner

des explications détaillées pour chacun d'eux.

Cependant, on peut dire que, en principe, l'aspiration devra toujours s'effectuer par l'intermédiaire d'un filtre, surtout lorsque le compresseur doit être placé dans une usine, non loin des fours, des forges, des chaudières, etc., c'est-à-dire dans une atmosphère plus ou moins chargée de poussière

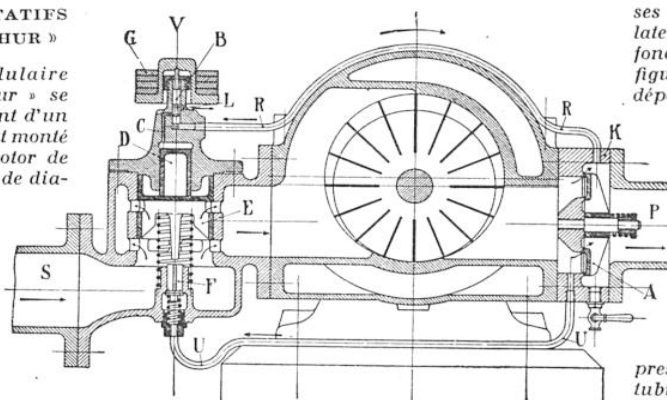


COMPRESSEURS CENTRIFUGES « RATEAU » POUR LES MINES

Le service de l'air comprimé peut être assuré, dans les mines, par des compresseurs alternatifs à pistons ou par des compresseurs centrifuges. Ces derniers fournissent des débits de 100 à 300 mètres cubes d'air par minute et même davantage. Nous allons étudier leur construction et leur fonctionnement. Les roues de ventilateurs ou cellules, en nombre variable sur un même arbre, comportent une roue A, un diffuseur C et un canal de relour D. Le diffuseur est constitué par des ailettes rivées, d'une part, sur le disque d'acier constituant la roue et claveté sur l'arbre, d'autre part sur un flasque annulaire en tôle parallèle au disque d'acier, mais laissant entre lui et l'arbre un anneau vide (ouïe), qui est utilisé pour servir d'entrée à l'air venant de l'élément précédent. L'air parcourt la canalisation dans le sens M_0 , M_1 , M_2 , s'échappe du diffuseur par D et M_3 . La compression d'une cellule à la cellule voisine s'effectue dans le rapport 1,05 à 1,12. Pour obtenir une pression finale de 6 à 8 kilogrammes, il est nécessaire d'utiliser un grand nombre de cellules. Si la vitesse est de trois mille tours par minute (cas d'entraînement par un moteur électrique), le nombre des cellules varie de vingt à trente pour des diamètres de roues allant de 0 m 90 à l'admission à 0 m 50 au refoulement. Le compresseur est alors constitué par deux corps, car il est impossible d'assembler plus de quatorze à quinze cellules sur le même arbre. Dans un tel appareil, la compression de l'air à 8 degrés détermine une élévation de température de 360 degrés, incompatible avec un fonctionnement régulier. Il est donc nécessaire de refroidir l'air, au cours de la compression, au moyen d'une circulation d'eau autour des cellules et dans les diaphragmes.

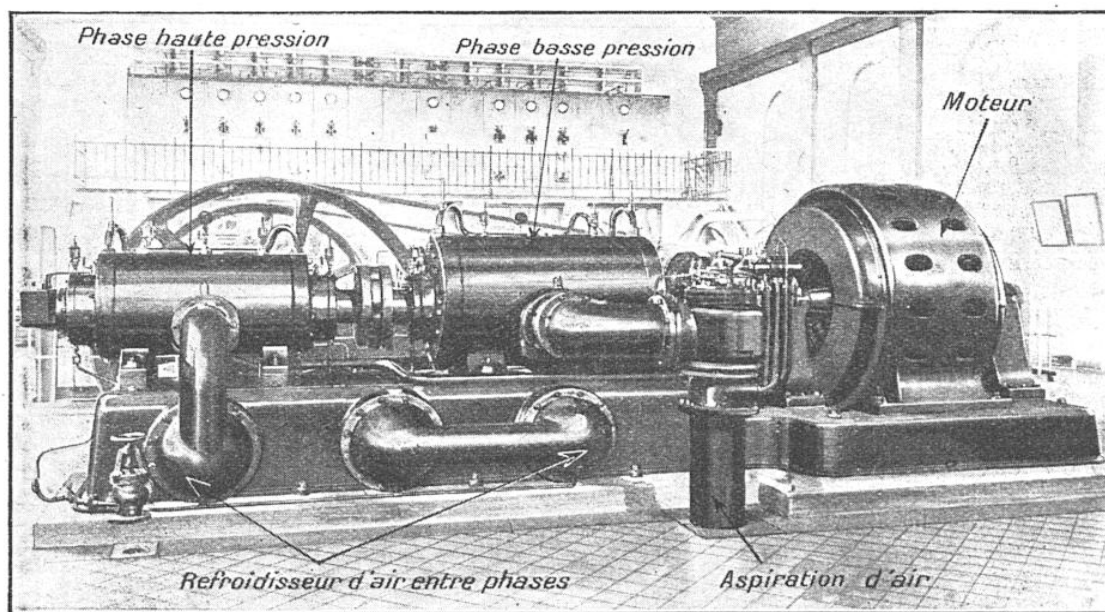
COMPRESSEURS ROTATIFS « S. L. M.-WINTERTHUR »

Le compresseur cellulaire « S. L. M.-Winterthur » se compose essentiellement d'un cylindre dans lequel est monté excentriquement un rotor de même longueur, mais de diamètre inférieur, de manière à réserver une chambre de travail en forme de croissant. Dans des fraises longitudinales, pratiquées radialement par rapport à l'axe du rotor, sont ajustées de minces palettes d'acier glissant librement. Durant la rotation, ces palettes sont pressées par la force centrifuge contre les parois du cylindre ; la chambre du travail est ainsi divisée en plusieurs alvéoles dont le volume varie continuellement, au cours d'une rotation, entre un maximum et un minimum, correspondant aux diverses phases de travail : aspiration, compression et refoulement. Le frottement des palettes contre la paroi intérieure du cylindre serait inadmissible s'il n'était sensiblement réduit par l'emploi d'anneaux mobiles, logés dans des gorges, et dont le diamètre intérieur est légèrement inférieur à l'alésage du cylindre ; la plus grande partie de la poussée centrifuge des palettes est supportée par ces anneaux, tandis que le reste seul produit la pression nécessaire pour assurer l'étanchéité avec la paroi. Ce dispositif spécial, breveté par la société, réduit à un minimum l'usure des palettes et des parois du cylindre. Pour adapter la production des machines à la consommation toujours variable des installations pneumatiques, la société suisse munit



COUPE D'UN COMPRESSEUR ROTATIF
« S. L. M.-WINTERTHUR »

ses compresseurs de régulateurs automatiques dont le fonctionnement ressort de la figure. Dès que la pression dépasse la limite fixée dans la tubulure de refoulement, la tubulure d'aspiration est fermée par le tiroir cylindrique E, tandis que le compresseur est isolé de la conduite de refoulement par le clapet de retenue P. L'air se trouvant encore dans la chambre de compression est évacué dans la tubulure d'aspiration par la conduite U et la soupape F. Dès que la pression dans la conduite de refoulement est tombée à la limite voulue, la machine entre à nouveau en action, le tiroir E s'étant ouvert tandis que la valve F s'est fermée. Un autre mode de réglage, un peu plus compliqué, permet d'obtenir une différence de pression réglable à volonté. Le compresseur « S. L. M.-Winterthur » se prête particulièrement bien pour être accouplé directement avec un moteur électrique, avec lequel il forme un groupe léger, peu encombrant et facilement transportable. Parmi les innombrables applications du compresseur rotatif « Winterthur », nous nous bornerons à mentionner ici son emploi dans les installations minières, les grands travaux de construction hydrauliques ou autres et la compression du gaz pour le transport à distance. Un autre champ d'application important est celui de la production de l'air comprimé pour le freinage des trains remorqués par des locomotives ou automotrices électriques.



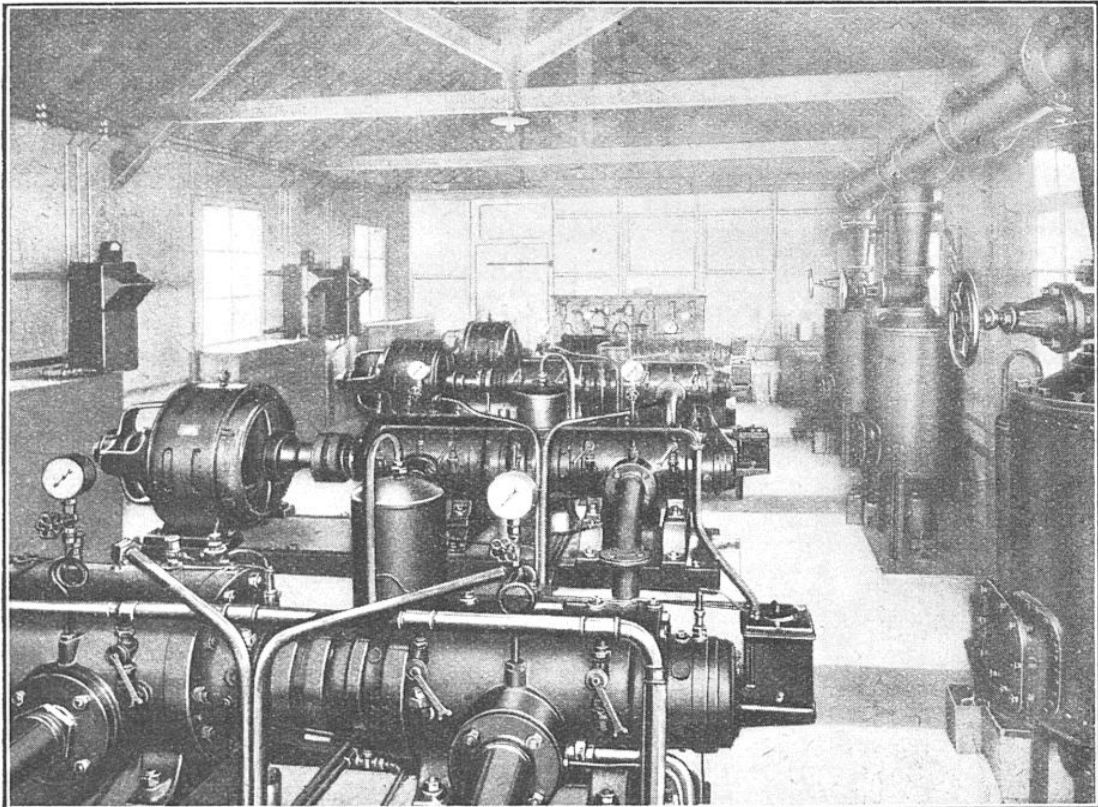
GRUPE MOTO-COMPRESSEUR DE 500 CHEVAUX DE LA SOCIÉTÉ « WINTERTHUR »

Ce groupe appartient au type à deux phases, avec refroidisseur intermédiaire logé dans le socle du bâti. Cette disposition permet de réaliser un groupement des plus favorables.

On emploie des treillis métalliques ou, bien mieux, des toiles dont la surface doit être d'au moins 50 centimètres carrés par mètre cube d'air aspiré par minute. Les tôles métalliques perforées ou placées en chicanes, recouvertes d'une substance grasse, constituent également de bons filtres. Les unes et les autres doivent être nettoyées fréquemment.

Actuellement, on intercale, entre le filtre et l'aspiration du compresseur, une chambre

la condensation. Les réservoirs constituent également des régulateurs par la suppression des pulsations dues aux coups de piston. Horizontaux ou verticaux, leur volume dépend de l'importance de l'installation ; on les construit en tôles d'acier rivées ou soudées, et la pression qu'ils doivent supporter aux essais, sous le contrôle du service des Mines, doit être de 50 % supérieure à celle pour laquelle ils sont construits.



GRUPE DE COMPRESSEURS « WINTERTHUR » EMPLOYÉS PENDANT LA CONSTRUCTION DU BARRAGE DE BARBERINE, DES CHEMINS DE FER FÉDÉRAUX SUISSES

d'aspiration assez vaste qui atténue les bruits de l'aspiration et régularise l'alimentation.

On n'utilise pas directement l'air comprimé à la sortie du compresseur. Un réservoir est installé pour le recevoir et le distribuer aux outils. Mais un refroidisseur est nécessaire pour éliminer les vapeurs d'eau et d'huile entraînées. On le place avant le réservoir d'air, car, en refroidissant l'air à la sortie du compresseur, on condense les vapeurs d'eau et d'huile qui ne peuvent être éliminées qu'après condensation dans le réservoir par dépôt ou par un système de chicanes. Dans certaines fabrications, on va jusqu'à

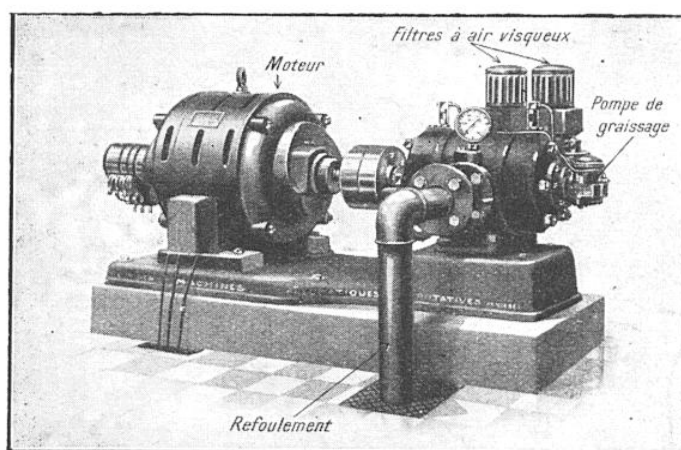
Il est également nécessaire de filtrer l'air et de le déshuiler lorsqu'il doit être utilisé dans certaines applications, comme l'émaillage, la gravure, le sablage, et même dans les moteurs à explosion, car l'huile attaque les flexibles reliant les outils aux canalisations. De plus, en hiver, on évite ainsi le gel de l'humidité contenue dans l'air comprimé.

Les applications de l'air comprimé

L'air comprimé est peut-être la force motrice dont les applications sont les plus étendues. En raison de sa remarquable

GRUPE MOTO-COMPRESSEUR SIMPLE « M. P. R. »

Dans un cylindre fixe, refroidi extérieurement, tourne un cylindre placé excentriquement et portant des lamelles d'acier, glissant dans des rainures disposées radialement. Les lamelles, chassées par la force centrifuge, sont appliquées sur le stator et décomposent l'espace, en forme de croissant, laissé entre celui-ci et le rotor, en une série de cellules dont les volumes varient progressivement, d'un minimum à un maximum du côté de l'aspiration et d'un maximum à un minimum du côté du refoulement. L'air aspiré arrive dans les grandes cellules au point le plus élevé de la machine. Le rotor continuant à tourner, les lamelles sont repoussées vers le centre, dans leur rainure, et le volume des cellules diminue jusqu'au refoulement, en comprimant l'air qu'elles contiennent. La difficulté rencontrée dans la construction de ces machines réside dans la réalisation d'un mode d'équilibrage des forces centrifuges des lamelles qui permette d'éviter une usure rapide du stator et des lamelles. La Compagnie des Machines Pneumatiques Rotatives a trouvé la solution du problème dans une forme spéciale des lamelles, qui permet à une pellicule d'huile de se maintenir en permanence, sous pression, entre le bord des lamelles et les parois du stator. L'équilibrage des forces centrifuges et le graissage parfait sont ainsi obtenus sans avoir recours à des anneaux d'équilibrage, qui compliquent la construction mécanique. Ces machines se construisent soit en type simple et en type compound. Le compresseur est pourvu d'un régulateur automatique de pression et d'un filtre à air à base visqueuse protégeant l'intérieur de la machine contre les poussières en suspension dans



GRUPE MOTO-COMPRESSEUR « M. P. R. »

l'air. Les premières trouvent leur application dans toutes les installations utilisant, en marche continue, une pression inférieure à 4 kilogrammes. Elles peuvent comprimer de l'air à des pressions supérieures à 4 kilogrammes, mais il n'est pas rationnel, quel que soit le type de compresseur, de comprimer, à un seul étage, à des pressions supérieures à 4 kilogrammes, par suite de l'échauffement de l'air qui entraîne la décomposition de l'huile.

Parmi les applications les plus courantes dans ce type, nous pouvons citer : les installations de sablage, décapage, peinture pneumatique, ciment gun, nettoyage par l'air comprimé et par le vide, transports pneumatiques, transport de gaz d'éclairage à distance, élévation de liquide, installations d'imprégnation, renfouement de bateaux, etc. La machine Compound de 200 ch, représentée par la figure ci-dessous, est installée dans une usine de ciment, où elle sert à des transports pneumatiques. L'air comprimé par l'étage basse pression est envoyé dans un refroidisseur intermédiaire à grande surface, où il se refroidit avant de pénétrer dans l'étage haute pression. L'air refoulé à haute pression est, ainsi, aussi froid que possible ; ce refroidisseur est placé dans le socle, dans les machines de moyenne puissance. Dans les machines de grande puissance, il est complètement indépendant. Ce type de machines, qui peuvent atteindre 1.000 ch, trouve ses applications dans toutes les installations exigeant, d'une façon continue, des pressions de 5 à 10 kilogrammes, c'est-à-dire pour alimenter les outils pneumatiques, pour les travaux publics, carrières, mines, ateliers, chantiers maritimes, chantiers de constructions métalliques, pour les travaux hydrauliques, des élévations de liquide, les transports pneumatiques, de ciment, etc...

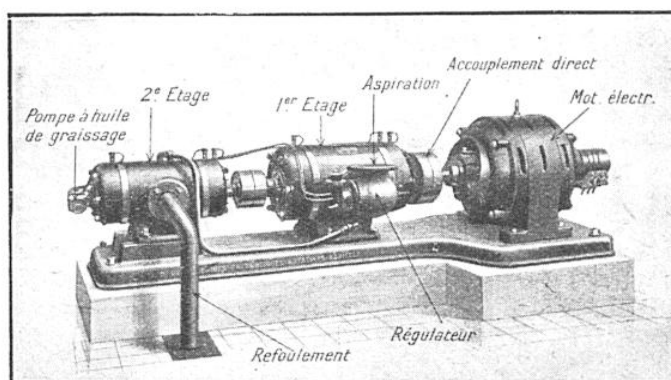
souplesse, de sa facilité de production, on la trouve dans toutes les usines, dans toutes les mines, dans toutes les carrières, car elle a transformé le travail manuel d'une manière complète par le grand nombre des outils nouveaux dont elle a été l'inspiratrice.

Nous ne saurions dresser un répertoire exact et complet de toutes les applications de l'air compri-

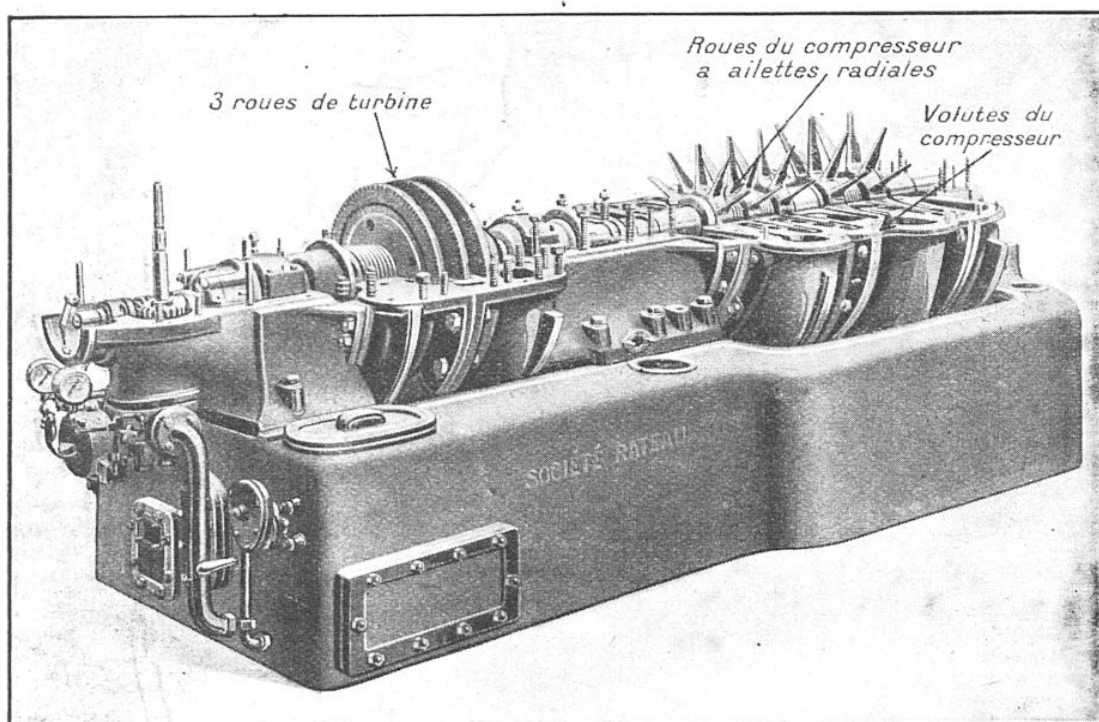
mé ; il appartient à chacun d'envisager celles qui pourraient convenir dans un cas particulier. Il n'est rien qu'il ne puisse faire,

rien qui lui soit impossible. C'est la force idéale par excellence, celle que l'on peut produire avec toutes les autres, y compris l'électricité, encore incapable de se substituer à elle dans de nombreuses circonstances.

Le tableau de la page 330 ré-



MACHINE COMPOUND « M. P. R. » DE 200 CHEVAUX, ACCOUPLEE A UN MOTEUR ÉLECTRIQUE



TUBE-COMPRESSEUR A AILES RADIALES « RATEAU »

Débit 12.340 mètres cubes par heure. Pression 3 kg 50 par centimètre carré absolu. Vitesse 8.250 tours par minute. Puissance 970 ch. Il est destiné à comprimer un mélange d'hydrogène et d'azote pour la fabrication de l'ammoniaque synthétique dans la première phase de compression. (Office National de l'azote, à Toulouse.)

sume les applications de l'air et des gaz comprimés, classées d'après les pressions qu'elles exigent. (Crépelle).

La ventilation

Chacun connaît les petits ventilateurs électriques destinés à la ventilation des locaux d'habitation. Placés à l'intérieur d'une pièce, ils n'ont d'autre effet que de brasser la poussière; mais si on les installe à la partie haute d'une fenêtre, ils aspirent l'air chaud et le rejettent au dehors; dans les mines, le problème de la ventilation est beaucoup plus important, car l'ouvrier doit pouvoir respirer un air sain, débarrassé des poussières provenant de l'exploitation.

On confie au courant d'air le soin de combattre l'élévation de température qui, dans les chantiers occupés par plusieurs ouvriers, atteint facilement 35 à 40 degrés, et de chasser les gaz délétères. Le grisou, le plus dangereux de tous, doit être évacué au fur et à mesure de sa formation; l'acide carbonique, qui s'échappe également des roches, se mélange à celui fourni par la respiration et par la combustion dans les lampes. Les bois en décomposition, les explosions, le choc des

outils sur des minerais arsenicaux ou mercuriels, dans les mines métalliques, libèrent, dans les enceintes réduites des fronts d'attaque, des gaz qu'il est absolument nécessaire d'évacuer.

Ce problème de l'aération des mines a été étudié d'une manière très complète, et les solutions à adopter dépendent du mode d'exploitation. Mais on utilise toujours des ventilateurs de grand diamètre, qui envoient de l'air frais par des canalisations spéciales courant sur toute la longueur des galeries et débouchant aux fronts d'attaque: ces appareils débitent jusqu'à 12.000 mètres cubes.

On estime à 40 litres la quantité d'air nécessaire par homme et par seconde pendant le travail. Après les explosions, il est souvent nécessaire d'augmenter le débit d'air frais; on fait alors intervenir des ventilateurs spéciaux dans les galeries de mines ou des injecteurs à air comprimé à haute pression.

Pour les forges, les ventilateurs débitent de 2 à 3 mètres cubes par minute sous une pression de 20 à 70 grammes. Les convertisseurs exigent parfois des pressions de 3 kilogrammes et des débits de 1.000 mètres

cubes par minute, et les hauts fourneaux des débits de 2.000 mètres cubes à la pression maximum de 700 grammes. On compte, dans les fours à coke, 4 mètres cubes d'air libre pour produire 1 kilogramme de coke.

Lorsque le débit utile dépasse 1.000 mètres cubes à l'heure, on peut utiliser les soufflantes centrifuges imaginées par M. Rateau et qui sont capables de satisfaire à tous les besoins, quel que soit le débit exigé.

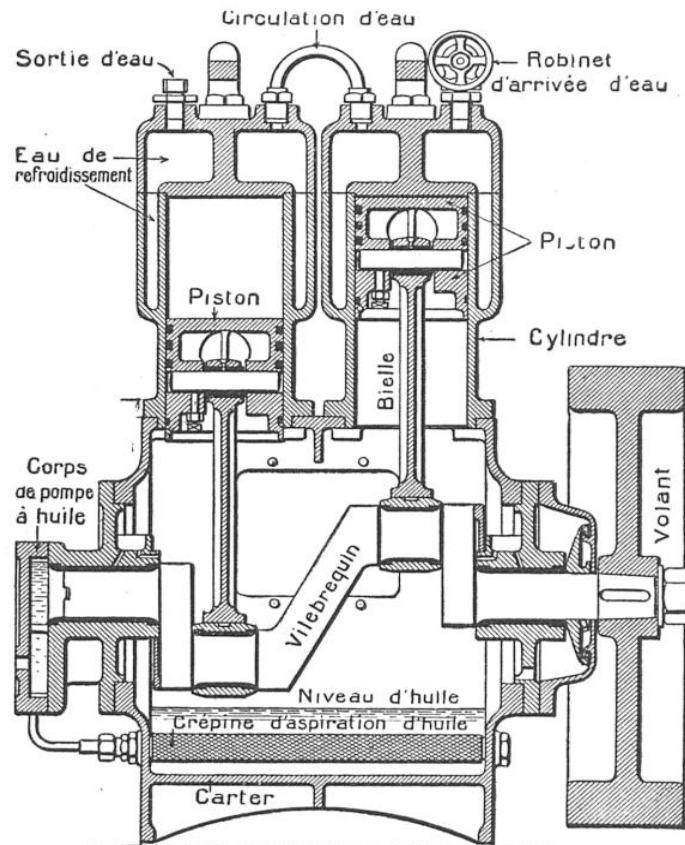
Dans l'industrie de la préparation des levures, par exemple, on provoque le développement rapide des microorganismes en faisant barboter d'énormes volumes d'air dans les cuves contenant les jus sucrés. Un kilogramme de levure exige, pour sa préparation, 72 mètres cubes d'air. Certaines industries utilisent des groupes turbo-soufflantes tournant à 8.300 tours par minute et produisant 20.000 mètres cubes d'air avec une puissance motrice de 400 ch.

Les soufflantes de hauts fourneaux sont des unités de forte puissance, certaines installations métallurgiques atteignent jusqu'à 2.500 ch ; mais, alors que leur pression normale ne dépasse pas 45 centimètres de mercure, elles peuvent être amenées, pour combattre l'accrochage (agglomération partielle de la masse en fusion empêchant sa descente normale), à doubler cette pression ; on agit alors sur le moteur, qui est soit un moteur électrique à courant continu, soit une turbine à vapeur ; actuellement, on utilise de plus en plus les moteurs à gaz alimentés par les gaz mêmes évacués par le haut

fourneau. Ces groupes peuvent tourner à 7.500 tours par minute.

On emploie également les soufflantes, concurremment avec les ventilateurs, pour assurer le service des petits convertisseurs pour l'alimentation des appareils pneumatiques de sablage, pour le transport des grains, pour le balayage des moteurs Diesel. Elles sont également fort intéressantes pour

réaliser la suppression de la vapeur dans les procédés de concentration des solutions où l'on fait circuler, en circuit fermé, la chaleur latente de vaporisation d'un solvant. En peinture pneumatique, la ventilation est essentielle afin d'évacuer les vapeurs de teinture, les opérations de vaporisation s'effectuant dans des cabines. Ce sont encore des « pompes à chaleur » que l'on trouve dans l'industrie sucrière, dans la fabrication de la cyanamide calcique. Elles servent d'extracteurs des



COUPE D'UN COMPRESSEUR « LUCHARD » A BASSE PRESSION

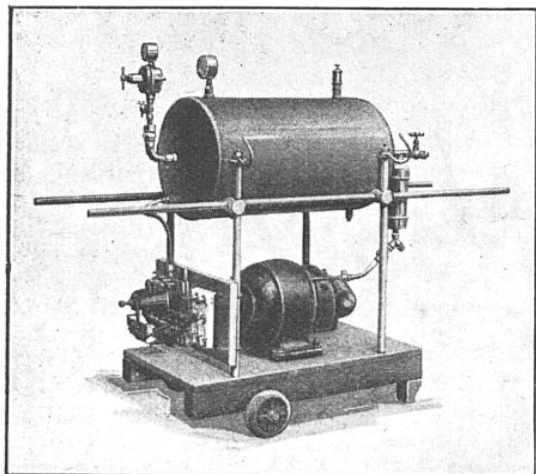
gaz des fours à chaux et des fours à coke, et comme surpresseurs pour distribuer le gaz aux consommateurs éloignés de la cokerie.

L'air comprimé dans le travail des roches

Les outils pneumatiques, sous la forme de marteaux piqueurs, furent employés, pour la première fois, en 1860 au cours des travaux de percement du Saint-Gothard. Mais leur généralisation n'a eu lieu qu'à partir de 1906, date de l'apparition du marteau produisant la rotation du fleuret.

Pour l'abattage des roches assez tendres, les marteaux piqueurs remplacent le pic

à main. Ils pèsent de 8 à 10 kilogrammes et peuvent être à arrêt automatique, l'outil cessant de fonctionner dès qu'il quitte la matière à détacher. En travail normal, c'est-à-dire en tenant compte des arrêts, la dépense en air comprimé ne dépasse pas 600 litres par minute. Le marteau piqueur



GROUPE ÉLECTRO-COMPRESSEUR « TAILLEFERRE »

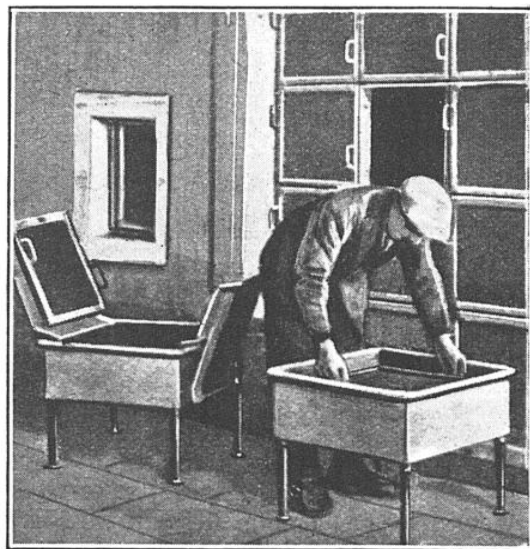
Ce groupe comporte un moteur électrique et un compresseur montés sur le même arbre pour constituer un bloc de volume très réduit. Le compresseur est à piston double commandé par une bielle unique; le cylindre, horizontal, en fonte spéciale, est pourvu d'ailettes de refroidissement. La bielle est entraînée par un vilebrequin monté sur roulement à billes. Le moteur tourne à 1.250 tours et le volume engendré est de 7 mc 5. L'air est fourni à une pression de 5 à 7 kilogrammes. Ce groupe pèse seulement 30 kilogrammes et le moteur électrique a une puissance de 0 ch 6 seulement. Il convient particulièrement pour la manutention des produits chimiques, celle des produits visqueux, l'alimentation des chalumeaux, pour la peinture au pistolet et la décoration à l'aérographe.

double la production du pic ordinaire, réduit les travaux préparatoires, améliore l'aérage par l'échappement de l'air comprimé, permet l'économie des explosifs. Principalement utilisé dans les charbonnages et les carrières, son rendement est le même dans l'exploitation des minerais de fer, de potasse, de sel et de toutes les roches friables. Il est constitué essentiellement par un piston frappeur qui se déplace dans un cylindre sous l'action de l'air comprimé. A chaque frappe, le fleuret quitte la roche.

Pour creuser des trous de mine, on a imaginé de faire tourner l'outil entre chaque frappe; l'appareil est ainsi devenu le marteau perforateur, tenu également à la main ou monté sur une colonne, un trépied ou même sur rails. Le diamètre du piston,

dans le marteau à main, atteint 60 millimètres et la course, 80 millimètres. Le marteau frappe à raison de 1.500 à 2.200 coups par minute et consomme de 800 à 1.900 litres d'air libre pendant le même temps. Lorsqu'il s'agit de désagréger des roches très dures, on emploie des marteaux plus lourds et plus puissants. Dans un outil normal la masse frappante pèse 2 kilogrammes; il exige, pour son fonctionnement, de l'air à la pression de 5 kilogrammes et la vitesse de frappe est d'environ 7 m 50 par seconde. Les outils que l'on nomme fleurets, sont pleins, ronds ou hexagonaux; creux lorsque la pulvérisation des roches exige la chasse des débris par insufflation d'air ou par injection d'eau.

Pour les travaux de perforation profonde, on emploie des marteaux perforateurs lourds, très puissants, dont l'effet utile est beaucoup plus grand que celui des marteaux



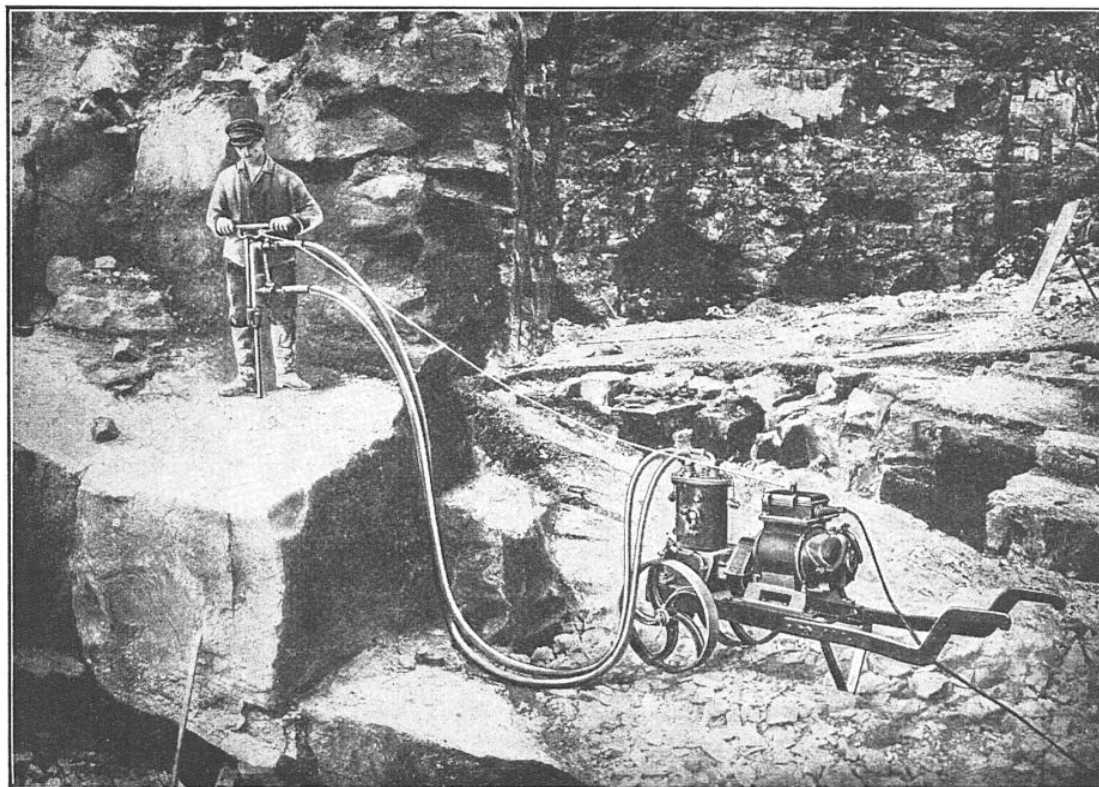
L'AÉROFILTRE « S. A. V. »

Dans cet appareil, la couche filtrante est divisée en cellules carrées de 50 centimètres de côté et 7 centimètres d'épaisseur. Chacune d'elles est constituée par une armature solide en tôle emboutie, soudée à l'autogène, garnie sur les deux faces de métal déployé très résistant. Elle est remplie de corps filtrants et prend place dans un cadre fixe sur le passage de l'air à purifier. Plusieurs cellules peuvent être assemblées les unes à côté des autres. Avant leur mise en place, elles sont plongées dans un bain de viscol; après un égouttage de vingt-quatre heures, les cellules sont mises en place et prêtes à fonctionner. Chacune d'elles est calculée pour une charge de 1.000 à 1.250 mètres cubes à l'heure en marche normale, selon la teneur de l'air en poussière. Le nettoyage s'effectue dans une solution d'eau chaude et de potasse, qui la débarrasse à la fois du viscol et de la poussière. On la plonge de nouveau dans le bain actif pour la remettre en service.

à main, puisque le diamètre du piston peut atteindre 90 millimètres et la course, 100 millimètres, le nombre de coups est de 1.800 par minute. Le poids de la masse frappante est de 25 kilogrammes et la vitesse de frappe, de 3 m 50 environ.

Ces marteaux sont généralement montés sur trépied. Enfin, pour la construction des

on peut les comparer à des scies à ruban travaillant par la partie courbe. La haveuse à chaîne ne peut s'employer que dans des matériaux relativement tendres : charbon, potasse, sel, phosphate. La chaîne est parfois remplacée par une couronne porte-outils, par un outil perforateur monté à l'extrémité d'une barre, par des pics.



PERFORATRICE ÉLECTROPNEUMATIQUE « DEMAG »

La perforatrice électropneumatique est utilisable lorsque les chantiers sont éloignés les uns des autres et sujets à des déplacements, mais à la condition de disposer du courant électrique. La perforatrice repose sur le principe de colonnes d'air oscillantes pénétrant alternativement à l'avant et à l'arrière du cylindre pour imprimer un mouvement de va-et-vient au piston. Le pulsateur qui accompagne la perforatrice est actionné par un moteur électrique, par l'intermédiaire d'un train d'engrenages. Il est placé sur une plateforme roulante de la forme d'une brouette à deux roues. Deux tuyaux flexibles relient le pulsateur au marteau.

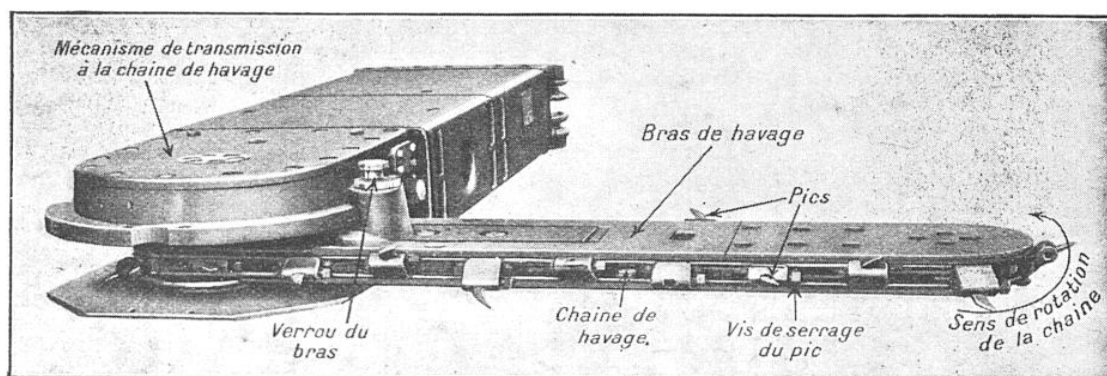
tunnels, ils peuvent être mobiles sur roues pour faciliter leur avancement.

Souvent il est avantageux de dégager des morceaux de roches en pratiquant des excavations latérales, horizontales ou inclinées. Quelquefois verticales, cela dans le but d'éviter les frais d'explosifs comme dans les exploitations de charbon, de phosphate, ou bien lorsque les explosifs sont inutilisables, comme dans les carrières de marbre. On utilise alors des appareils spéciaux appelés haveuses.

Constituées, en principe, par un avant-bec portant une chaîne munie d'outils d'attaque,

En France, on emploie beaucoup la haveuse sur colonne, qui permet l'exécution de tranches planes ; c'est une sorte de perforatrice orientable dans tous les sens et pourvue d'un fleuret largement épanoui à son extrémité. Alors que les haveuses à chaînes ou à plateaux pèsent jusqu'à 3.000 kilogrammes et dépensent 25 mètres cubes d'air par minute, celles à colonne pèsent seulement de 100 à 200 kilogrammes et ne dépensent que 4 à 6 mètres cubes.

En général, l'exécution de travaux de percement de tunnels ou de larges galeries



HAVEUSE « TURBINAIR » SULLIVAN

C'est une machine destinée aux exploitations dans lesquelles il n'est pas possible d'employer l'électricité. Elle a pour but le creusement, à la base d'une couche de charbon, d'une saignée ou « havée », qui en rend l'extraction très facile. Ce résultat est obtenu par l'action d'une chaîne portant des pics rangés suivant des inclinaisons variables, un peu à la façon des dents d'une scie à ruban ; cette « chaîne de havage », qui tourne rapidement sur un bras long et mince porté par la machine, désagrège le charbon sur une hauteur de 12 à 15 centimètres et une profondeur variable, pouvant atteindre jusqu'à 3 mètres dans certains cas favorables, mais qui ne dépasse pas généralement 1 m 30. Dans des conditions moyennes, ces machines peuvent haver une taille de 60 à 70 mètres par jour. Employées surtout dans les mines de charbon, ces machines peuvent également s'appliquer au havage d'autres matériaux relativement tendres, tels que : sels de potasse, sel gemme, etc...

de mines s'effectue presque partout à l'air comprimé à la pression de 4 à 7 kilogrammes pour la commande des outils et à la pression de 100 à 180 kilogrammes pour les appareils de traction.

L'application de ces outils perforateurs permet de réaliser des économies très importantes. C'est ainsi qu'aux houillères de la Chazotte, on a constaté qu'un seul mineur, muni d'un marteau perforateur travaillant en roche demi-dure, effectuait un travail égal à celui que six à huit ouvriers travaillant à la main seraient parvenus à exécuter.

Tous les travaux sont, d'ailleurs, réalisés à l'aide d'outils pneumatiques adaptés à tous les besoins d'une entreprise.

Après une explosion, par exemple, on enlève les déblais avec des pelles pneumatiques spéciales montées sur rails qui ramassent les débris et les chargent directement sur des wagonnets. Avec une consommation d'air d'un demi-mètre cube par minute, on peut enlever jusqu'à 60 tonnes de déblais à l'heure. Or, normalement, un ouvrier ne

peut charger plus de 1.500 kilogrammes en moyenne à l'heure. On voit par là quelle économie l'outil pneumatique permet de réaliser.

Il semble, d'ailleurs, que l'air comprimé ait été imaginé surtout pour le travail des roches, quelle que soit la nature de ce travail. L'antique tailleur de pierres disparaît devant l'ouvrier moderne, de plus en plus équipé avec des outils pneumatiques.

Dans les carrières de pierres, de marbre, les blocs découpés par les outils pneumatiques (haveuses, trancheuses, perforatrices sur barres) sont débités en pierres de parement et d'assises par des marteaux débiteurs ; la taille, le bouchardage, le polissage sont assurés par de nouveaux outils infiniment plus rapides et plus précis. La sculpture elle-même, la gravure des lettres sont exécutées à l'aide de marteaux légers actionnés à la pression de 3 kilogrammes seulement, pour atténuer les trépidations et donnant de 8.000 à 7.000 coups à la minute.

L. FOURNIER.



LE CHAUFFAGE DOMESTIQUE PAR LES APPAREILS A COMBUSTION TOTALE EST EXTRÊMEMENT ÉCONOMIQUE

Par Henri SAINT-BENOIT

C'EST seulement à la Foire de Paris de 1927 que sont apparus les premiers appareils de chauffage à combustion totale ; il faut reconnaître que leur réalisation constitue un progrès notable dans le domaine du chauffage domestique et qu'elle apporte à l'économie ménagère des possibilités extrêmement intéressantes.

Nous étonnerions sans doute plus d'une maîtresse de maison en lui disant que 15 %, au maximum, du charbon consommé par sa cuisinière ou son fourneau sont effectivement utilisés ; pour être un peu meilleur, le rendement des appareils de chauffage proprement dit ne dépasse pas, dans la plupart des cas, 30 %. On peut même ajouter que, si variés qu'ils soient dans leurs formes, leur présentation, leurs systèmes, les appareils à feu continu ou intermittent, les cheminées, les poêles, quelle que soit leur appellation, ont, en général, un rendement déplorable.

En effet, dans tous les appareils ordinaires, le feu est entretenu sur la grille ; les gaz dégagés par la combustion ou par l'échauffement de la réserve de combustible se dégagent par la partie supérieure ou médiane de l'appareil et sont évacués, non brûlés, dans la cheminée. Or ils contiennent des hydrocarbures, des vapeurs de goudron et surtout de l'oxyde de carbone. Ce dernier renferme, à lui seul, les deux tiers des calories qui constituent la richesse d'un combustible. Perdre ainsi plus des deux tiers de la capacité calorifique appa-

raît comme un anachronisme, à une époque où la recherche du rendement maximum dans tous les domaines est à l'ordre du jour.

Il y a plus. Dans tous les appareils ordinaires, la température des gaz à l'échappement est de l'ordre de 300° ou 400°, dénotant une insuffisance notoire des surfaces d'échange, insuffisance qui se traduit encore par une nouvelle perte de calories. Et les

artifices, d'ailleurs assez inélégants et, en tout cas, encombrants, auxquels recourent certains fumistes pour récupérer une partie de la chaleur envoyée dans les tuyaux, ne sont qu'un palliatif bien insuffisant, puisque les matières volatiles les plus riches en calories ne sont jamais brûlées.

La recherche du rendement optimum impliquait donc la réalisation d'un appareil où toutes les matières volatiles seraient brûlées et où les surfaces d'échange seraient calculées de façon à réduire la température des gaz d'échappement à un minimum compatible avec la création d'un courant d'air ascendant

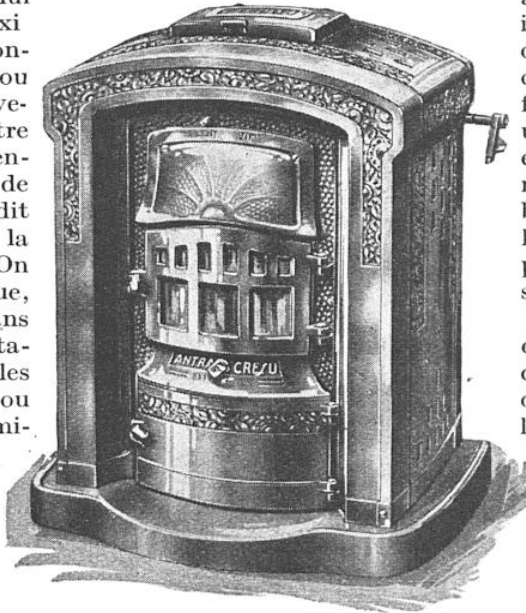


FIG. 1. — LA CHEMINÉE « BABY-CRÉSU »

dans la cheminée d'évacuation.

Cette combustion complète des matières volatiles ne peut s'obtenir qu'en élevant sensiblement la température du foyer et en obligeant tous les gaz, convenablement mélangés à l'air, à passer par le point le plus chaud de la masse en ignition pour qu'ils s'y enflamment. Alors que le point d'inflammation des charbons est à environ 300°, celui de l'oxyde de carbone est situé entre 500° et 600°, et celui des hydrocar-

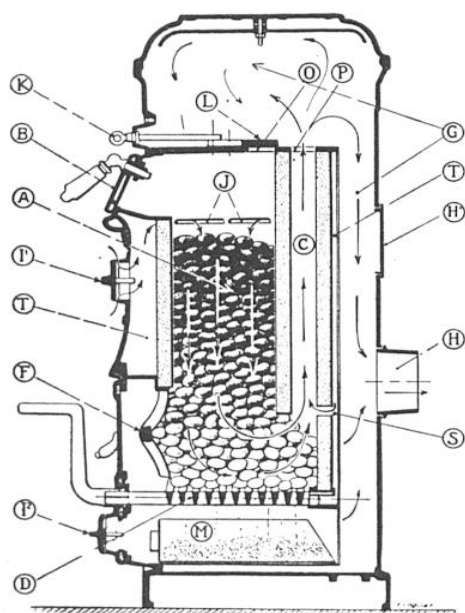


FIG. 2. — COUPE DU CALORIFÈRE « CRÉSU »
 A, chambre de combustible ; B, porte de chargement ; C, cheminée d'évacuation des gaz ; D, grille de fond ; F, grille de devant ; G, conduite des fumées et chambre de récupération ; H, buse mobile ; H¹, tampon de buse ; I¹, entrée d'air secondaire ; I², entrée d'air primaire ; J, entrée de l'air secondaire dans la chambre de combustible ; K, anneau de tirette actionnant le registre L ; L, registre obturant O ou P ; M, cendrier-pelle ; O, ouverture de la chambre de combustible ; P, ouverture de la chambre G ; T, chemise de réchauffage de l'air secondaire.

bures vers 800°. Il est donc indispensable que les gaz de combustion soient portés, au moins, à 800° pour s'enflammer. Ce résultat est obtenu dans les appareils à combustion totale, dont nous donnons une coupe schématique (fig. 2 et 3).

Ces appareils sont constitués par deux éléments essentiellement distincts : un élément intérieur, formant foyer de combustion et réserve de combustible, avec dispositif de réchauffage de l'air admis dans l'appareil ; une enveloppe extérieure entourant le foyer sur trois côtés et servant uniquement de surface de radiation aux calories dégagées par la combustion.

Nous décrirons successivement ces deux éléments.

Le foyer est constitué par deux corps prismatiques, entièrement en briques réfractaires à haute résistance ; ces deux corps, A et C (fig. 2 et 3), sont de sections très inégales : l'un, A, sert de réserve de combustible

et est en communication avec l'extérieur par la partie de chargement B, à fermeture hermétique ; l'autre, C, constitue la cheminée d'évacuation des gaz en combustion. Ce double corps, en terre réfractaire, est enveloppé par une forte tôle T, à doubles parois, entre lesquelles circule et se réchauffe l'air qui doit être admis dans l'appareil.

L'enveloppe extérieure, qui n'a pour but, comme nous l'avons indiqué, que de fournir une surface d'échange aux calories dégagées par la combustion, se présente séparée du corps intérieur à la manière d'une niche entourant sur trois côtés le foyer proprement dit, mais laissant entre ses parois et le corps intérieur un large espace, dans lequel les gaz se détendent et ralentissent leur marche, afin de céder la totalité de leurs calories. Les panneaux constituant cette enveloppe sont en fonte ou en tôle, et leur décoration simple, dont les teintes varient avec les émaux employés, communique à ces appareils un cachet d'élégance discrète.

D'ingénieux dispositifs de grilles assurent l'évacuation des cendres, sans qu'il soit nécessaire d'ouvrir aucune porte, la commande des grilles alternatives ou rotatives se faisant de l'extérieur. On a supprimé ainsi toute projection extérieure des poussières et toute émanation.

Le fonctionnement de l'appareil se comprend aisément. La chambre A est garnie de combustible, qui brûle sur la grille D (fig. 2 et 3) ; l'air, admis dans l'appareil par une rosace I¹, circule entre le foyer en terre

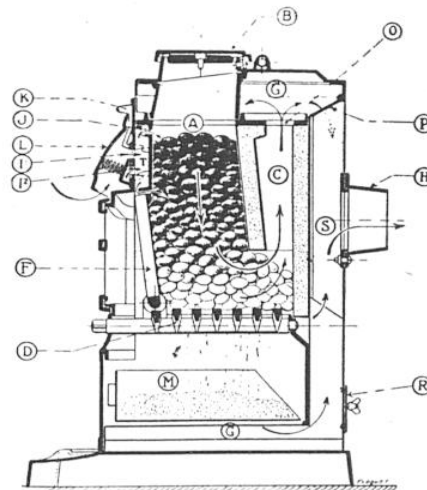


FIG. 3. — COUPE DE LA CHEMINÉE « BABY-CRÉSU »

Pour la légende de cette figure, consulter celle de la figure 2 ci-dessus.

réfractaire et la chemise en tôle *T*, où il se réchauffe au contact du foyer, pénètre dans le corps *A*, à la partie supérieure, par les orifices *J*; il traverse de haut en bas, c'est-à-dire à l'inverse du sens habituel, la masse du combustible, en entraînant les gaz et matières volatiles, qui se trouvent ainsi ramenés au voisinage de la grille, c'est-à-dire en contact avec le combustible en ignition. Ces gaz s'enflamment, pour s'échapper, enfin, par la cheminée *C*, à la base de laquelle une nouvelle admission d'air chaud a été ménagée, en *S*, pour parfaire la combustion. Ils arrivent enflammés à la partie supérieure de l'appareil, sous le dôme, et se répandent librement entre le foyer et le corps extérieur, auquel ils cèdent leurs calories avant de s'acheminer vers la buse de sortie *H*.

Une des caractéristiques des appareils à combustion totale est leur fumivorité absolue. Il nous a été donné de voir fonctionner pendant deux heures, à l'air libre, dans une chambre close, un calorifère à combustion totale, sans qu'aucune trace de fumée ni d'odeur soit perceptible dans la pièce.

Des mesures, faites avec la plus grande précision et renouvelées aux différentes allures de marche, ont permis de déterminer que le rendement des appareils à combustion totale variait entre 90 et 95 %. Si on rapproche ces chiffres des rendements indiqués précédemment, on conçoit l'économie qui peut résulter de l'usage des appareils à combustion totale. En effet, pour un même nombre de calories récupérées, la consom-

mation dans un calorifère à combustion totale est de 50 à 55 % inférieure à la consommation d'un foyer dit économique ordinaire.

Nous ajouterons que, en valeur, l'économie est encore plus considérable, car, tandis que les appareils à feu continu habituellement employés n'utilisent que les charbons anthraciteux, d'un prix fort élevé, les appareils à combustion totale permettent l'usage de tous les combustibles et plus spécialement des boulets, qui constituent le combustible économique par excellence.

Avec les appareils à combustion totale, un local de 300 mètres cubes sera chauffé avec 8 à 9 kilogrammes de boulets en vingt-quatre heures; une pièce de 80 mètres cubes, avec 4 à 5 kilogrammes. Ces chiffres se passent évidemment de commentaires, et nous terminerons cette documentation en exprimant le souhait que, après le calorifère et la cheminée, la cuisinière à combustion totale vienne bientôt contribuer à réduire le budget familial, si lourdement grevé par le chauffage.

Les appareils à combustion totale, tels que nous venons de les décrire, réalisent donc un très grand progrès dans le chauffage central et dans celui des pièces indépendantes ou isolées. Jus-

qu'ici, les améliorations apportées aux appareils n'avaient permis de réaliser que des gains insuffisants. On peut dire, actuellement, que la presque totalité des calories dégagées par le combustible sont utilisées dans les nouveaux appareils de chauffage.

H. SAINT-BENOIT.

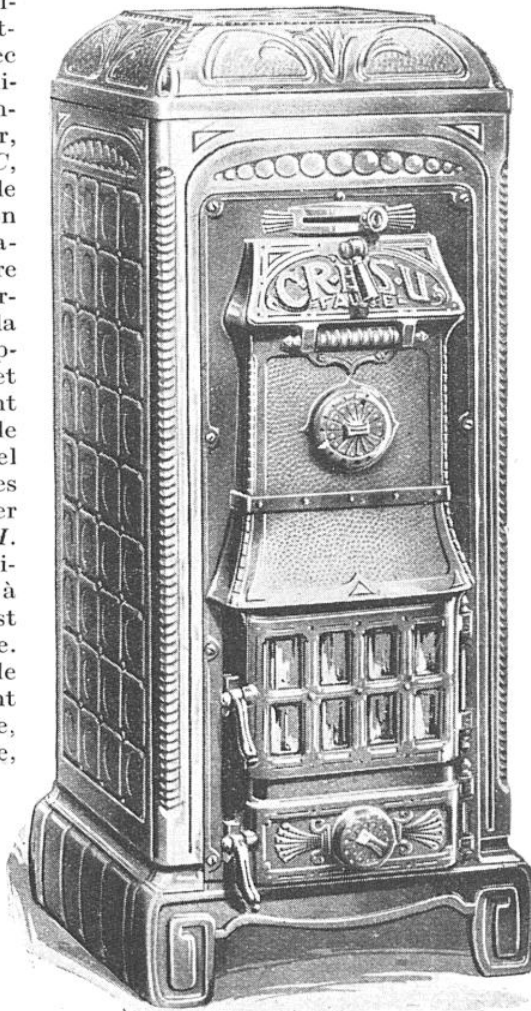


FIG. 4. — LE CALORIFÈRE « CRÉSU »

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Curieuse application des rayons infrarouges

On sait que les radiations directement perceptibles par l'homme n'occupent qu'une infime partie de la gamme totale des radiations aujourd'hui connues.

On sait, également, que les radiations sont caractérisées par leur vitesse commune et constante (égale à celle de la lumière : 300.000 kilomètres par seconde) et par leurs longueurs d'onde. Seules, celles dont les longueurs d'onde sont comprises entre 0,4 et 0,8 (le μ est le millième de millimètre) sont visibles. Celles dont la longueur d'onde est inférieure à 0,4 forment l'*ultraviolet* (au voisinage du spectre visible), celles dont la longueur d'onde est supérieure à 0,8 constituent l'*infrarouge* (au voisinage de ce même spectre).

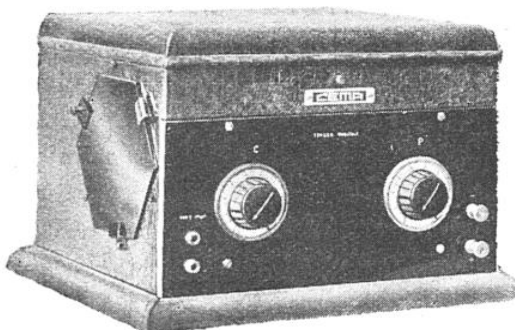
On a songé à utiliser ces rayonnements invisibles pour déceler la présence des corps particuliers situés sur leur trajet. Or, tandis que la détection des radiations ultraviolettes est délicate, au contraire celle des rayons infrarouges est relativement simple, grâce à la cellule photoélectrique, qui possède la propriété de changer de résistance électrique suivant qu'elle reçoit ou non ces rayons.

Placée dans un circuit électrique approprié, la cellule photoélectrique apparaît donc comme un relais très sensible pour la détection de ces rayons. Constituée d'abord par du sélénium, cette cellule s'est rapi-

dement modifiée par suite de la trop grande inertie du sélénium et des variations de ses propriétés. C'est ainsi que l'on a créé les cellules à l'hydruide de potassium, qui ont marqué un important progrès dans cette voie.

M. Fournier a réussi à préparer de nouveaux produits, avec lesquels il a réalisé une cellule excessivement sensible, la cellule Cema, pour une

gamme de radiations comprenant les rayons visibles et une grande partie de l'infrarouge. C'est en se basant sur cette cellule Cema que M. R. Dubois a mis au point un intéressant dispositif permettant de signaler, à distance, le passage d'un corps quelconque dans un faisceau d'infrarouge (invisible à l'œil) et qu'il l'a appliqué à la réalisation d'une protection sûre contre les cambrioleurs.



AVERTISSEUR DE PASSAGE PAR RAYONS INFRAROUGES

On aperçoit, sur le côté de l'appareil, un écran hexagonal ne laissant passer que les rayons invisibles.

Une visite à la salle d'expériences

L'appareil est installé quelque part, dans une grande salle souterraine utilisée comme laboratoire. Nous entrons : immédiatement une lampe s'allume au plafond, tandis qu'une sonnerie fait un bruit assourdissant à l'autre extrémité de la pièce. Nous sortons, la lampe s'éteint, mais la sonnerie continue jusqu'à ce que notre guide la fasse taire en appuyant sur un bouton, qui arme à nouveau le relais à déclenchement qui l'alimente. On éteint tout éclairage, rien n'apparaît nulle part, impossible de savoir où passe le mystérieux faisceau inaccessible à nos sens. Que la lumière soit donnée ou non, que nous essayions de pénétrer lentement ou en courant, en rasant les murs, impossible

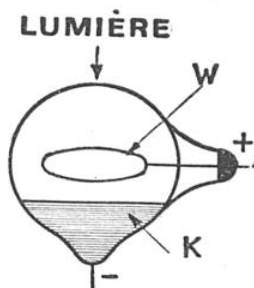


FIG. 1. — CELLULE AU POTASSIUM

W, anneau de tungstène porté à un potentiel positif de 100 à 150 volts environ (anode) ; K, dépôt de potassium relié au pôle négatif (cathode) et distillé sur le globe de verre ou de quartz constituant la cellule.

de passer sans être immédiatement signalés.

On nous montre alors les appareils : deux petites boîtes cubiques (25 centimètres de côté), toutes noires sous une table, quelques miroirs bien innocents le long des murs ; une prise de courant sur le réseau alternatif 110 volts et c'est tout. De l'une des boîtes sort le rayon invisible qui surveille la pièce, se promenant devant les portes, renvoyé en diagonale dans le couloir par un petit miroir, se réfléchissant de nouveau sur un autre miroir caché dans une armoire vitrée et rentrant, s'il n'a rencontré personne en route, dans la boîte réceptrice.

Tant que le rayon parvient à la cellule réceptrice, tout reste au repos. Un corps opaque s'interpose-t-il sur le trajet ? Immédiatement, la résistance de la cellule augmente, le courant qui la traverse varie et cette variation, amplifiée par la lampe contenue dans le récepteur, actionne un relais qui fournit le courant à la lampe d'alarme et à la sonnerie, ou plus exactement au relais à déclenchement qui alimente celle-ci, car il faut qu'un passage même très court donne l'alarme jusqu'à ce que le veilleur soit alerté. La sonnerie fonctionne donc jusqu'à ce que celui-ci fasse cesser lui-même son fonctionnement, prouvant ainsi qu'il a été prévenu. La figure 2 et sa légende schématisent l'installation.

Quelques objections viennent immédiatement à l'esprit : Que se passe-t-il s'il y a une panne de secteur ou si quelque accident vient dérégler l'installation ? Dans ce cas, la lampe-témoin s'allume et fonctionne constamment, tandis qu'en temps normal elle ne brille que pendant la durée des passages (ce qui permet, par l'emploi d'un dispositif de ce genre devant une issue, de savoir combien de personnes l'ont franchie).

Ne pourrait-on pas imaginer aussi qu'un cambrioleur habile n'essaie de compenser la diminution de lumière due à l'occultation du faisceau par son passage, en projetant sur l'appareil la lumière d'une lampe de poche ?

Comme réponse, notre guide nous a offert d'essayer. Nous avons tenté une dizaine de fois de mettre l'appareil en défaut, sans y parvenir, et voici pourquoi :

Le principe du montage est tel que, pour que l'alarme ne soit pas donnée, il faudrait que le flux infrarouge projeté par le cambrioleur soit égal à celui dû à la source. Or une lampe de poche est tout à fait insuffisante, parce que beaucoup plus faible que la lampe de l'émetteur, qui travaille avec une optique spéciale mise au point sur le récepteur, lequel possède de même une optique mise au point sur l'émetteur. Cette mise au point n'est pas valable pour des sources

interposées entre l'émetteur et le récepteur, et, de plus, il faut placer la source rigoureusement suivant l'axe optique du récepteur, dont le champ est très faible. Comme on ne peut introduire la lampe sans engager d'abord dans le faisceau tout au moins le boîtier de celle-ci, cela suffit pour alerter le veilleur.

La consommation totale, émission et réception, est inférieure à 20 watts, c'est-à-dire qu'elle représente celle d'une lampe de 10 bougies (environ 0 fr. 015

par heure, 0 fr. 15 par nuit de dix heures).

Les essais ont montré que les triodes utilisées dans les appareils vivent plusieurs milliers d'heures. Quant aux cellules, il ne semble pas, jusqu'ici, qu'elles se soient modifiées après plusieurs mois de fonctionnement permanent dans cet appareil. Celles qui servent dans d'autres applications ont déjà plusieurs années de fonctionnement sans modification. Il est donc très probable que la durée des cellules sera fort longue par rapport à la vie des triodes.

Autres applications de la cellule photo-électrique

Par des montages analogues à celui du système avertisseur de passage, les cellules photoélectriques permettent de déclencher des relais ou d'insérer sur un tambour enregistreur l'instant précis de l'arrivée des avions, des autos, des canots automobiles,

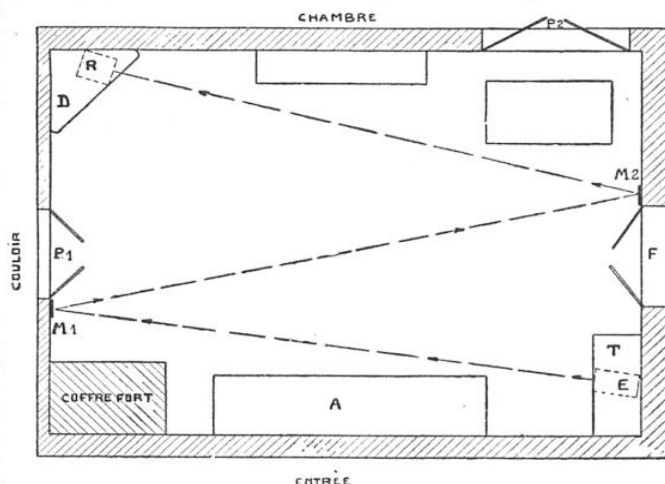


FIG. 2. — COMMENT LES RAYONS INFRAROUGES PROTÈGENT UN COFFRE-FORT ET UNE BIBLIOTHÈQUE « A »
P¹ P² et F, seuls, sont visibles ; E, émetteur sur une table
T supportant un bronze et difficile à découvrir ; R, récepteur à l'intérieur d'un petit meuble vitré ; M¹ M², miroirs faisant partie de la décoration de la pièce. Le rayon infrarouge suit le trajet E M¹ M² R.

des chevaux, etc., dans les courses. Cette application est très intéressante, non seulement pour le pari mutuel, mais surtout pour déterminer, avec une grande précision, la vitesse des véhicules en course. Elle permet d'insérer les temps à $1/10.000^e$ de seconde près, s'il le faut, et cela sans contact, sans fil tendu : rien qu'un rayon invisible que l'on franchit sans même le voir.

Dans un autre domaine, les cellules Fournier rendent aussi de grands services ; il s'agit des mesures photométriques. Elles constituent, en effet, un œil électrique qui permet d'apprécier, avec plus de sensibilité que notre œil, les différences d'éclairement, de sorte que les comparaisons d'intensité lumineuses s'effectuent maintenant avec un casque téléphonique, et la mesure est beaucoup plus sensible et plus rapide.

On mesure de même les absorptions, les pouvoirs réflecteurs, le facteur de diffusion, les densités photographiques, les transparences et même les colorations des papiers, des étoffes, etc. Enfin, elles permettent de faire des choses plus merveilleuses encore, telles que les films parlants, la phototélégraphie et la prestigieuse télévision. De sorte que, dans un avenir peut-être assez proche, la cellule photoélectrique permettra, non seulement de déceler la présence d'un cambrioleur, mais encore de le voir à distance et de le photographier.

Pour filtrer l'air aspiré par les moteurs

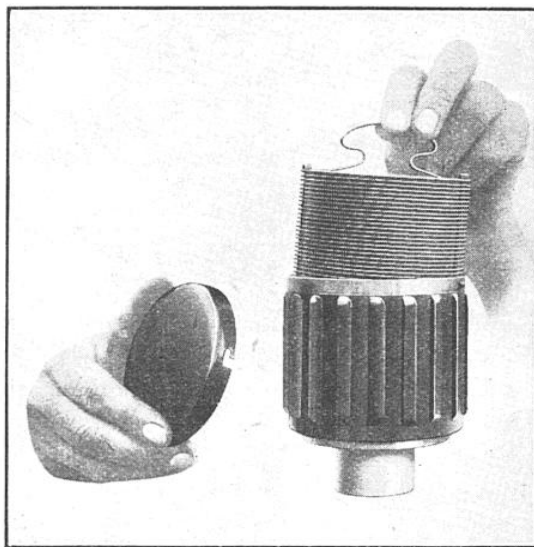
Le mélange carburant qui, par son explosion dans les cylindres, assurera la marche du moteur, se compose d'air et de vapeur d'essence. L'air est aspiré dans l'atmosphère par les pistons des cylindres. Il est très important que cet air soit débarrassé des poussières qu'il contient. Les sables fins usent les pistons et les cylindres par rodage ; quant aux poussières organiques, elles brûlent et encrassent le moteur.

Aussi dispose-t-on, de plus en plus, des appareils spéciaux destinés à filtrer l'air aspiré par les moteurs.

L'élément filtrant de celui qui est repré-

senté ci-dessous est un cylindre creux, constitué par des disques en tôle percés au centre, pourvus de nervures concentriques en arcs de cercle, entassés les uns sur les autres de façon à ce que les nervures se chevauchent en formant des chicanes. Ils sont fixés par des tiges formant entretoises. Ce filtre, avant sa mise en service, est plongé dans de l'huile à moteur ou à compresseur qu'on laisse ensuite égoutter. Une partie de cette huile est retenue par capillarité entre les disques et dans les nervures. Le tout est enfermé dans une boîte cylindrique percée d'ouvertures tracées suivant les génératrices du cylindre. Un raccord, placé sur le fond de la boîte, fixe le tout sur l'aspiration de la machine à protéger (moteur automobile, industriel ou compresseur). A chaque aspiration du moteur ou du compresseur, l'air chargé de poussières pénètre par les ouvertures de la boîte et passe entre les disques en suivant les chicanes des nervures et en léchant les surfaces huileuses pour arriver au centre du cylindre filtrant et, de là, à la machine.

Dans ce parcours, toutes les poussières contenues dans l'air restent collées sur la surface des disques rendue visqueuse par l'huile retenue, de sorte que l'air qui arrive au carburateur du moteur ou au compresseur est complè-



LE FILTRE D'AIR. LES ÉLÉMENTS FILTRANTS SONT SORTIS DE L'ENVELOPPE

tement débarrassé de toutes impuretés. Les ouvertures de la boîte et les surfaces de l'élément filtrant sont calculées de façon à ce que l'air circule dans le filtre à très faible vitesse, il ne crée donc aucune résistance sur l'aspiration.

Selon les essais effectués, ce filtre arrête 98 % des poussières contenues dans l'air.

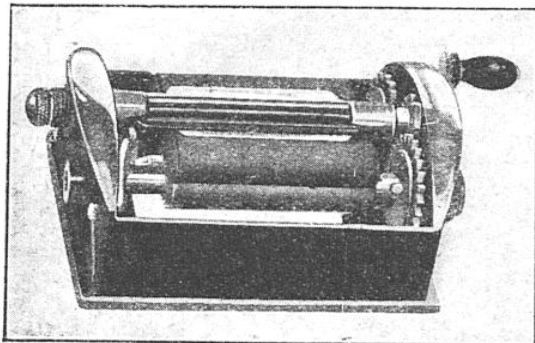
Il ne présente aucun danger d'incendie en cas de retour de flamme du carburateur, puisqu'il ne comporte aucun organe inflammable.

Son entretien est très simple. Il suffit, pour le nettoyer, de le plonger dans du pétrole ou de l'essence.

Ce filtre se construit en toutes dimensions, depuis le filtre pour petite voiture automobile jusqu'au filtre pour compresseurs de plusieurs centaines de chevaux. C'est là un des appareils accessoires les plus utiles que l'on puisse installer sur un moteur à explosion, surtout sur celui des automobiles.

Pour repasser les lames minces des rasoirs mécaniques

LE problème de l'affilage des lames minces est très simple. Il s'agit de faire glisser le tranchant de cette lame sur une matière abrasive, avec une pression régulièrement répartie tout le long de la lame.



APPAREIL A REPASSER LES LAMES MINCES DES RASOIRS MÉCANIQUES

Ce résultat est obtenu au moyen de deux demi-cylindres recouverts d'une matière plastique et d'un abrasif approprié. Les cylindres sont entraînés dans un mouvement de rotation au moyen d'une manivelle et d'engrenages.

Pendant un angle de 90 degrés, ces cylindres exercent une pression constante sur la lame, maintenue immobile. Puis cette pression décroît lentement, ce qui augmente la finesse du tranchant, et, enfin, les cylindres quittent la lame. Un dispositif fait alors basculer automatiquement la lame, de sorte qu'au tour suivant, ce sont les tranchants opposés aux premiers qui sont affilés.

En outre, il est important que la lame suive, par rapport à la surface abrasive, un trajet oblique (comme on le fait pour aiguiser à la main un rasoir ordinaire). La lame étant, ici, fixe, ce sont les cylindres qui, actionnés par une came, prennent, par rapport à elle, un mouvement de translation en même temps qu'ils effectuent leur rotation.

Il semble donc bien que cette machine possède les qualités nécessaires et suffisantes pour donner d'excellents résultats et, répétons-le, l'expérience l'a prouvé.

Les applications domestiques du chauffage par catalyse

LES « réchauffeurs catalytiques Therm'x » sont bien connus de tous les automobilistes qui les utilisent pour éviter, en hiver, le gel du radiateur, le grippage du moteur par suite de la coagulation de l'huile ou les difficultés de la mise en route lors-

que la température se rapproche de zéro.

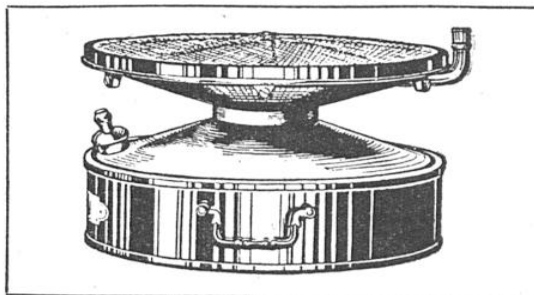
On sait en quoi consiste le phénomène de la catalyse (1) : étant donné deux corps qui ne réagissent pas l'un sur l'autre dans les conditions ordinaires, la présence d'un troisième corps (catalyseur) suffit pour provoquer la réaction sans que ce troisième corps paraisse y participer. La plupart des catalyseurs appartiennent à la classe des métaux et particulièrement à la série des métaux précieux. Le platine sous certaines formes est un puissant catalyseur.

Les réchauds catalytiques, auxquels nous faisons allusion, ont pour but de provoquer la réaction complète entre l'essence et l'oxygène de l'air. Ils utilisent le platine comme catalyseur. Le succès qu'ils ont obtenu auprès des automobilistes a incité leur constructeur, la « Société lyonnaise des réchauds catalytiques » à établir des appareils semblables pour le chauffage domestique.

La combustion ordinaire de l'essence de pétrole, combustion de flammes, a lieu à température assez élevée et produit une fumée noire et intense, qui prouve qu'une partie importante du carbone n'est pas brûlée ; il y a donc là l'indice manifeste d'une combustion incomplète.

La combustion catalytique s'effectue sans flamme, sans fumée ; les atomes d'hydrogène et de carbone qui forment les hydrocarbures, dont le mélange (allant généralement du pentane au dodécane) constitue l'essence du pétrole, s'oxydent au maximum, par emprunt de l'oxygène de l'air. Tout le carbone est transformé en anhydride carbonique, à l'exclusion absolue de l'oxyde de carbone, et l'hydrogène est transformé en vapeur d'eau.

La combinaison est donc complète et, au point de vue du chauffage, il est retiré de l'essence le maximum de calories que celle-ci peut fournir. Ces calories sont obtenues à



LE RÉCHAUD CATALYTIQUE

une température notablement inférieure à celle à laquelle les vapeurs d'essence sont susceptibles de s'enflammer, ainsi qu'on peut s'en rendre compte en projetant quelques gouttes d'essence sur le tamis catalyseur

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 300, page 112.

d'un appareil Therm'x en plein fonctionnement.

Enfin, aucun des produits de la combustion n'est nocif ou n'a d'odeur, conditions qui sont indispensables pour le chauffage des locaux habités. A cet égard, les essais effectués par le laboratoire de toxicologie de la Faculté de médecine de Lyon ont prouvé l'absence absolue de toute trace d'oxyde de carbone, dans des expériences en atmosphère restreinte poussée jusqu'à la sensibilité de 1/100.000°.

L'appareil de chauffage catalytique Therm'x, représenté page 351, et dans lequel l'essence absorbée dans une masse de coton ne se trouve jamais à l'état de liquide libre, est le modèle ordinaire pour appartements.

Son entretien se borne à regarnir l'appareil en combustible, ce que l'on peut faire en pleine marche. Aucun danger d'incendie, une grande mobilité (l'appareil garni pour vingt-quatre heures ne pèse que 5 kg 200), un approvisionnement facile, une propreté absolue, une absence totale de produits nocifs, une grande économie, telles sont les caractéristiques de ces nouveaux appareils pratiques de chauffage.

Un grand pas fait dans le chauffage par l'électricité

POUR éviter les inconvénients du chauffage électrique, entre autres la fragilité du fil de résistance, il fallait protéger ce fil, mais, en même temps, permettre sa dilatation, sans retrait, sans que la pâte protectrice se fendille.

On fabrique maintenant des résistances enrobées qui remplissent exactement ces conditions ; les essais officiels ont montré qu'elles résistent — c'est le mot — sans aucune altération, à des milliers d'heures de chauffage, consécutives ou non, ainsi qu'aux sautes brusques de voltage ; les essais ont été faits entre 80 et 145 volts pour les résistances destinées au courant de 110 volts, c'est-à-dire pour des sautes beaucoup plus importantes que les sautes normales du secteur.

Ces résistances sont constituées par un fil très fin, pouvant être porté à très haute température (800 degrés), et soutenu par la

pâte enrobante. Les spires sont logées dans un tube de quartz soigneusement calibré, de petit diamètre, et noyées dans la pâte protectrice, qui, sous l'action du courant, se vitrifie. Le tube et son contenu forment, au passage du courant, une baguette incandescente, du plus beau rose, agréable à l'œil et se prêtant à des effets décoratifs dans le chauffage des appartements par radiation directe.

D'autre part, la haute température obtenue avantage la cuisson des aliments et a fait adopter ces résistances par les fabricants d'appareils médicaux.

Le grille-pain « Lucifer », servant aussi de chauffe-plats, de petit radiateur, est l'appareil le plus simple construit sur ces données.

Les autres applications sont nombreuses : la pâte enrobante peut être disposée en une couche cylindrique autour des spires disposées elles-mêmes sur la surface d'un tube réfractaire ; cette première pâte est recouverte d'une deuxième, réfractaire, d'épaisseur variable, et l'on obtient ainsi le phénomène d'accumulation de chaleur employé dans les chaufferettes de lits, d'autos, etc..., en gardant toujours l'avantage d'avoir un fil de résistance à l'abri de toute action physique ou chimique ; ceci permet l'emploi de ce genre de chauffage dans les garages, malgré l'existence des vapeurs d'essence.

Une résistance enrobée peut être doublée par une deuxième, concentrique à la première, par une troisième si l'on veut, chacune d'elles ayant un circuit bien isolé des autres, et ce bloc permet un chauffage à plusieurs allures, suivant qu'on connecte à la source d'électricité un, deux ou trois circuits.

C'est le chauffage idéal, réglable, progressif, qui est employé avec succès pour les appartements, bureaux, etc..., en employant des radiateurs à eau, à éléments semblables à ceux du chauffage central ; mais la chaudière, la tuyauterie sont remplacées par de simples fils, et la résistance glissée dans le radiateur est facilement remplaçable.

V. RUBOR.

Adresses utiles pour les « A côté de la Science »

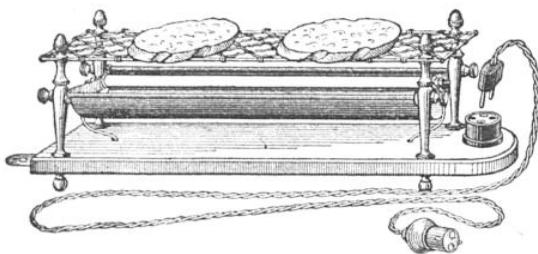
Une curieuse application des rayons infra-rouges : CONSTRUCTIONS ELECTRO-MÉCANIQUES D'ASNIÈRES, 236, avenue d'Argenteuil, Asnières (Seine).

Filtre d'air : SOCIÉTÉ AIROFILTRE, 7, rue Bapst, Asnières (Seine).

Pour repasser les lames de rasoir : THIÉLY, 34, rue du Centre, La Garenne-Colombes (Seine).

Chauffage par catalyse : SOCIÉTÉ LYONNAISE DE RÉCHAUDS CATALYTIQUES, 2 bis, montée des Soldats, Caluire (Rhône).

Grille-pain : ÉTABLISSEMENTS LUCIFER, 48, rue d'Angoulême, Paris (11^e).



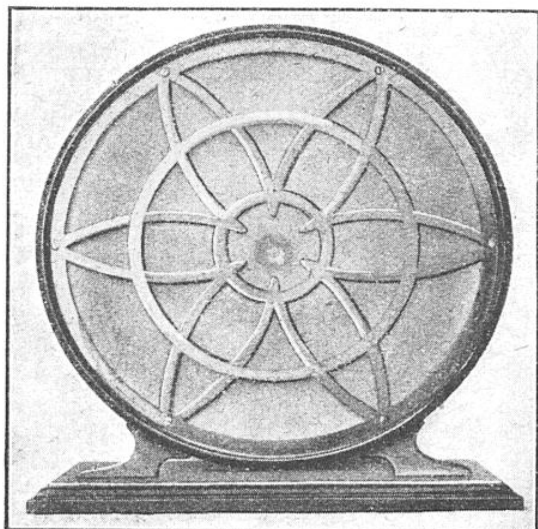
LE GRILLE-PAIN « LUCIFER »

Il peut servir de chauffe-plats et de radiateur.

LA T. S. F. ET LES CONSTRUCTEURS

Le haut-parleur « Apevox »

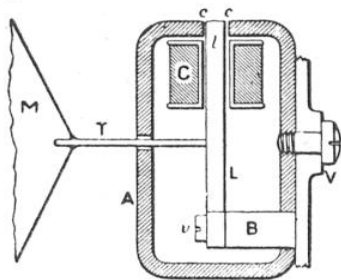
LE nouveau principe mis en œuvre dans la construction de ce haut-parleur consiste en un dispositif de moteur électromagnétique, susceptible d'utiliser, avec une symétrie mathématique, les deux alter-



LE HAUT-PARLEUR « APEVOX »

nances du courant audible. Cette particularité essentielle a pour effet de supprimer totalement toute distorsion de la voix et de la musique.

Un aimant puissant *A* en acier spécial est rigidement fixé sur le bâti *B* par une grosse vis *V*. Ce bâti comporte deux bossages entre lesquels passe une branche de l'aimant et sur lesquels se trouve fixée, par une vis, *v*, une languette *L* en fer doux. Cette languette a une assez forte section calculée pour que la période de ses vibrations propres corresponde à une fréquence non musicale. Son extrémité pénètre entre les deux branches de l'aimant en laissant de chaque côté un entre-fer très étroit. Elle se trouve donc soumise constamment au champ magnétique existant entre les branches.



LE MOTEUR DU HAUT-PARLEUR

(Voir description dans le texte.)

Une bobine *C*, à un grand nombre de tours de fil fin, entoure la languette *L*.

Si l'on fait passer dans cette bobine un courant continu, ce dernier crée un champ magnétique qui a pour effet d'aimanter la languette. Suivant le sens de ce courant continu, la languette *L* se trouve attirée vers l'un ou l'autre pôle de l'aimant et en même temps repoussée par le pôle inverse.

Si l'on fait passer le même courant en sens inverse, la languette prendra une position *symétrique* par rapport à sa position de repos.

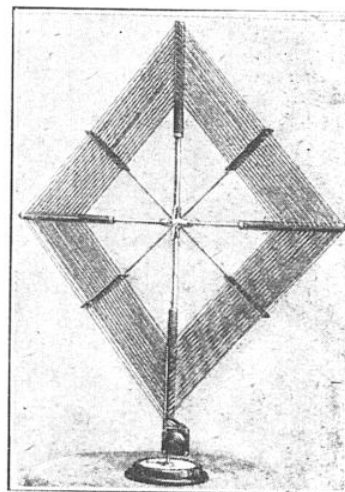
En envoyant maintenant dans la bobine un courant alternatif de fréquence donnée, on conçoit que la languette oscillera *de part et d'autre* de sa position d'équilibre avec la même fréquence.

C'est ce qui se passe avec le courant à basse fréquence provenant d'un appareil de T. S. F. et, grâce à ces vibrations absolument symétriques transmises à la membrane *M* par l'intermédiaire d'une petite tige *T*, solidaire de la languette, la fidélité de reproduction du diffuseur *Apevox* est tout à fait remarquable.

Nouveau cadran pliant G. L.

DE la forme d'un losange, il comporte quatre enroulements parallèles montés sur quatre branches, dont trois peuvent se replier sur la quatrième. A la base se trouve un combinateur P. O., M. O., G. O., actionné par un bouton.

Pour les P. O., les quatre enroulements sont mis en parallèle ; pour les M. O., ils sont mis en série-parallèle et, pour les G. O., tous les enroulements travaillent en série. Il en résulte la suppression complète de toutes selfs additionnelles, de tous bouts-morts et l'utilisation intégrale et rationnelle des enroulements. L'ouverture et la fermeture du cadre s'effectuent instantanément. Enfin, une aiguille solidaire de l'axe du cadre se déplace avec lui et peut parcourir un cadran d'orientation fixé sur le socle.



LE CADRE PLIANT G. L.

Adresses utiles pour la T. S. F. et les Constructeurs

Haut-parleur « Apevox » : A. PLANCHON, 30 bis, place Bellecour, Lyon (Rhône).

Nouveau cadre pliant G. L. : G. LIEBERT, 66, boulevard de Vincennes, Fontenay-sous-Bois (Seine).

CHEZ LES ÉDITEURS

AUTOMOBILES

LE GUIDE PRATIQUE DE L'AUTOMOBILISTE. 1 vol. 196 p., un tableau hors texte.

Ce guide donne à l'automobiliste toutes les indications utiles concernant les pièces à produire : le Code de la route, la circulation internationale, les taxes et impôts, etc.

AVIATION

L'AÉRONAUTIQUE, LE 11^e SALON DE PARIS. 1 vol. in-4, 250 p., 50 p. en deux couleurs, 350 fig.

Cet ouvrage renferme tout ce que l'on a pu voir au Salon et constitue, en quelque sorte, une mise au point de l'état actuel de l'industrie aéronautique dans tous les domaines (avions, hydravions, dirigeables). Un article de notre collaborateur, le colonel Martinot-Lagarde, qui a rendu compte du Salon de l'Aéronautique dans le dernier numéro de *La Science et la Vie*, traite plus particulièrement la question des moteurs.

DOCUMENTATION

STATISTIQUE DES ENGRAIS ET PRODUITS CHIMIQUES DESTINÉS À L'AGRICULTURE. 1 vol. in-8 Jésus, 76 p.

Dans l'édition de l'Annuaire Lambert 1928, on trouve de nombreux tableaux statistiques sur la production, la consommation et le commerce des engrais et produits chimiques pour l'agriculture pour les années 1925, 1926 et 1927, avec l'année 1913 comme facteur de comparaison.

Il sera consulté par tous ceux que l'industrie des grands engrais minéraux intéresse.

PHYSIQUE INDUSTRIELLE

CHAUDIÈRES ET CONDENSEURS, par le colonel F. Cordier. 2^e édit., 1 vol. in-8, 664 p., 321 fig.

L'organisation des centrales électriques, équipées avec des turbines à vapeur, a nécessité la création de chaudières de grande puissance ayant un rendement thermique élevé : la construction s'est améliorée ; les méthodes de la physique industrielle ont été systématiquement appliquées à la technique de la chauffe.

Les chaudières et tous les appareils nécessaires à leur fonctionnement (foyers mécaniques, appareils de tirage, appareils de contrôle de la chauffe, réchauffeurs d'air, appareils d'épuration et de dégazage de l'eau d'alimentation, condenseurs, etc.) sont successivement étudiés dans cet ouvrage, qui s'adresse plus spécialement aux ingénieurs et aux industriels, contient des exemples d'installations et d'applications avec données numériques.

LIVRES REÇUS

LE COMMERCE ET L'EXPLOITATION DES BOIS DU GABON, par Antonin Fabre. 1 vol. br., 180 p.

LA COUPE DES ACIERS AU CHALUMEAU, par R. Granjon, P. Rosemberg et A. Boullé. 1 broch., 80 p., 88 illustr.

LE TREMBLEMENT DE TERRE, par Edouard Rethé. 1 vol. in-16, 243 p.

LA PHYSIQUE MODERNE ET L'ÉLECTRON, par A. Boularic. 1 vol., 261 p.

CENT TRAVAUX UTILES, FACILES, AGRÉABLES À FAIRE SOI-MÊME, par René Champly. 1 vol. in-8, 400 p., 522 fig.

MACHINES-OUTILS POUR LE TRAVAIL DES MÉTAUX, par C. Rouré. 1 vol., 358 p., 115 fig.

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.

La Combustion totale

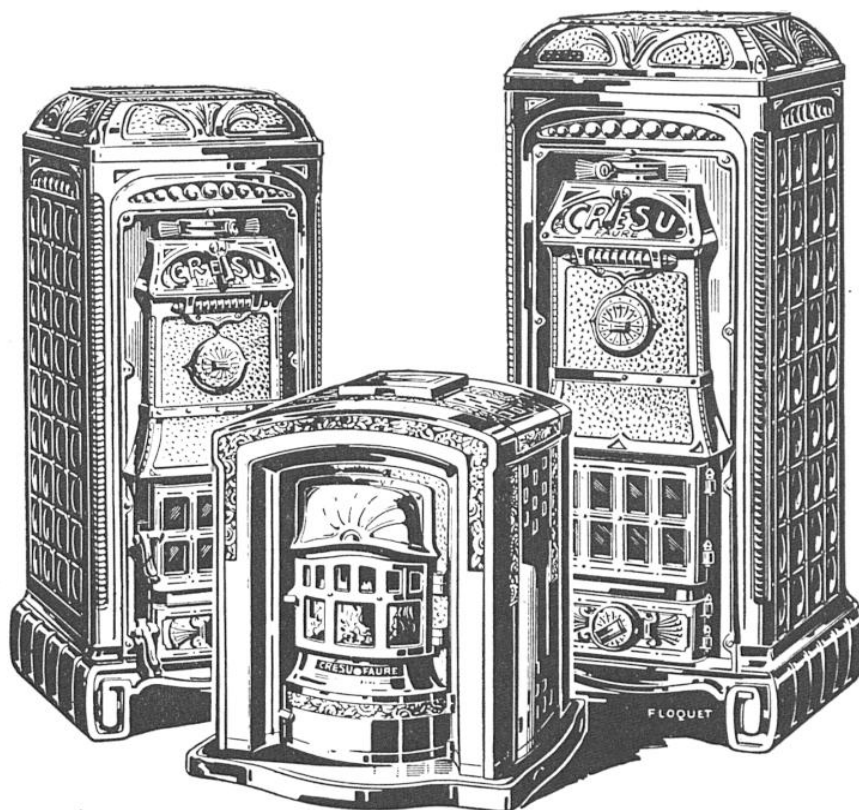
n'est réalisée que par

LES CALORIFÈRES ET CHEMINÉES **CRÉSU-FAURE**

BREVETÉS S. G. D. G.

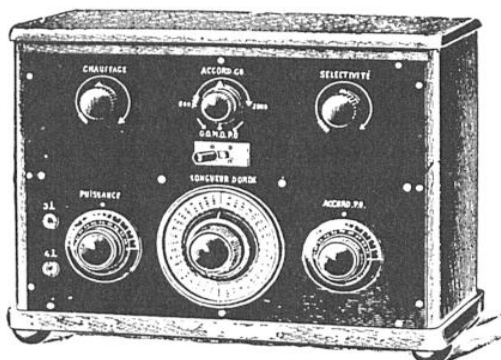
95 0/0 de rendement
70 0/0 d'économie

CRÉSU-FAURE



DEMANDEZ LA NOTICE SPÉCIALE S. V. ENVOYÉE GRATUITEMENT

FAURE PÈRE ET FILS, à Revin (Ardennes)



L'HYPERHÉTÉRODYNE 6 lampes

Montage bigrille - Réglage automatique - Sélectivité garantie à 1 0/0 de différence de longueur d'onde - Absence de bruits de fond sur les émissions de moyenne et grande puissance - Permet, sur cadre, la réception en haut-parleur de la majorité des émissions européennes



GARANTIES Tout poste ne donnant pas satisfaction, après essai de 10 jours, est remboursé sans discussion

DÉMONSTRATION
chaque jour, de 16 h. 30 à 19 h.,
et le mercredi, de 21 h. à 23 h.

AGENTS COMPÉTENTS
et actifs demandés pour toutes localités



LEMOUZY

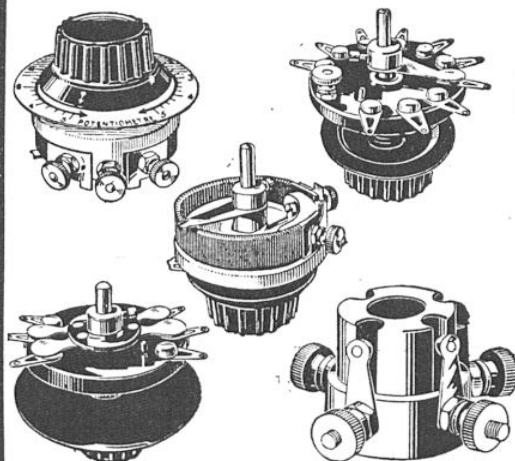
121, boul. Saint-Michel, PARIS
FRANCO NOTICE 65

*Une belle présentation
Un isolement parfait
D'excellents contacts*

**Ni coupures ni crachements
Un prix très intéressant**

Ce sont là quelques-unes
des qualités des pièces

J. D.



EXIGER LES PIÈCES J. D.

Rhéostats — Potentiomètres — Inverseurs
Commutateurs — Supports de lampe, etc...

*Elles possèdent
toutes les plus hautes qualités*

Dans toutes les Maisons de T.S.F.

RADIO J. D.

SAINT-CLOUD



RADIOLO PIT

"veillez écouter maintenant"

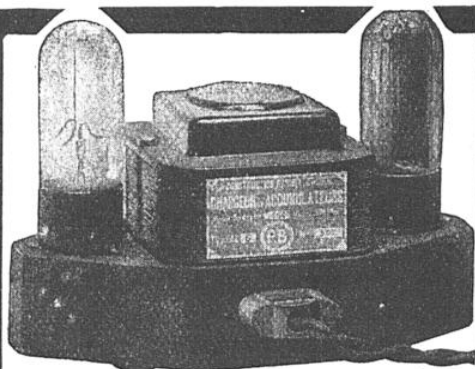
RADIOLAVOX 30
PRIX 285 FRs

Radiola
AGENT DÉPOSITAIRE SERVICE

SFER 28 6 LAMPES 700 FRs

LE MEILLEUR MATÉRIEL DE T.S.F. EST LE MATÉRIEL *Radiola*. ACHETEZ-EN TOUS LES MODÈLES ACCESSOIRES ET PIÈCES DÉTACHÉES PAYABLES EN 12 MOIS CHEZ **LES AGENTS DE "Radiola"**

RECONNAISSABLES AU PANONCEAU
Radiola 79, BOUL. HAUSSMANN, PARIS
VOUS INDIQUERA L'AGENT LE PLUS PROCHE



assurez la durée de
vos **accumulateurs**
en les rechargeant avec le

Chargeur (P.B.)

recommandé par PHILIPS-RADIO

Type AC 6 pour Batteries de 4 et 6 volts **230^{FR.}**

Type AC 80 pour Batteries de 4 et 6 v. et de 40 à 120 v. **300^{FR.}**
valves comprises

remplacez vos piles 80^v
chères et peu durables par le

Redresseur (P.B.)

fonctionnant SANS RONFLEMENT

Type A pour Postes jusqu'à 5 lampes **323^{FR.}**

Type B à 2 tensions pour 6 à 10 lampes **425^{FR.}**
valves comprises

Ces appareils fonctionnent sur tous secteurs à 50 périodes

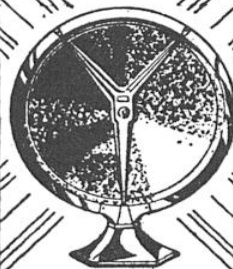
Ils sont livrés **emballés et franco** dans toute la France avec un **bulletin de garantie de un an**

Indiquer à la commande la **tension exacte** du Secteur.

LA CONSTRUCTION RADIOÉLECTRIQUE

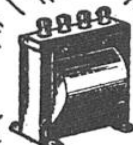
18 et 20, Rue Amélie, ASNIÈRES (Seine)

LE SUCCES DE **CEMA** S'AFFIRME CHAQUE JOUR



LE
DIFFUSEUR
DANTE

LE
DIFFUSEUR
LAURE



TRANSFORMATEUR.BF
BLINDE



CONDENSATEUR A
DEMULTIPLICATEUR



LE
HAUT-PARLEUR

STANDARD.C

**236. AVENUE D'ARGENTEUIL
ASNIÈRES**

Postes PHAL



Les Nouveaux Modèles **1929**

de Postes, Cadres, Ampliphonos
sont sortis

AUGMENTATION DE PUISSANCE,
DE SÉLECTIVITÉ,
DE GAMME DE LONGUEUR D'ONDE



PRÉSENTATION DE MEUBLES COMPLETS

EXPOSITION DE LA T.S.F.

**GRAND PALAIS
Stand : Balcon n° 7**

Les Postes de T.S.F. "PHAL"

9, rue Darboy, PARIS-XI^e

ÉCONOMIE 75% DE CAFÉ



avec la
**CAFETIÈRE
A PRESSION**

"BOVEX"

Brevetée S.G.D.G.
ALUMINIUM PUR

Toute la cuisine en moins de 15 minutes

avec la
MARMITE à pression

"BOVEX"

Aluminium pur ou acier
LA PLUS PERFECTIONNÉE

Énorme économie de temps et d'argent
Voir la description n° 126

Demandez-les partout et aux

Établ^{ts} AL. PROST, 102, Bd Beaumarchais, Paris

Chauffage et Cuisine électriques

"LUCIFER"

par les résistances enrobées (brevetées S.G.D.G.)
d'une durée illimitée (Essais officiels 1928)

SÉCURITÉ - ÉCONOMIE

Radiateurs

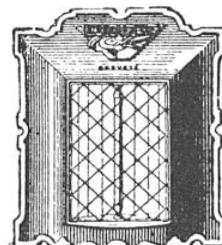
Réchauds

Fours à rôtir

Grille-pain

Chauffe-lit

etc.



Cheminée électrique

CHAUFFAGE D'APPARTEMENTS

par RADIATEUR A EAU

muni d'une RÉSISTANCE MULTIPLE à plusieurs allures de chauffage

TEMPÉRATURE RÉGLABLE

ÉCONOMIE MAXIMA

HYGIÈNE - CONFORT

Étab^{ts} LUCIFER, 48, r. d'Angoulême, Paris (11^e)

Tél. : Ménilmontant 77.46 - R. C. Seine 419-970

SUPER ASPIRATEUR

LE VAMPIRE

SUCE INTÉGRALEMENT

LES POUSSIÈRES

• N'USE PAS •

• LES TAPIS •



DÉPASSE
TOUT EN
QUALITÉ
&
EFFICACITÉ

AÉRANT
EN DESSOUS

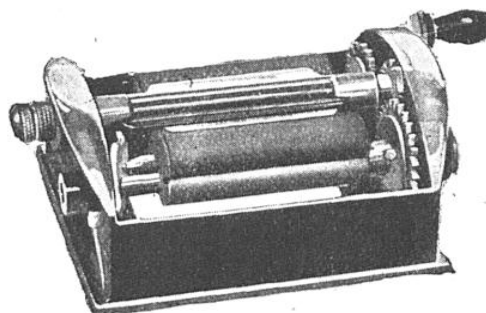
IL RÉGÈNÈRE & PROLONGE
LA DURÉE DE TAPIS

SCHOTZ et FAGET 103, RUE LAFAYETTE
TRUDAINE. 25.79. PARIS

LIVRÉ COMPLET AVEC ACCESSOIRES

Franco contre remboursement..... 990 frs

REPASSEUR AUTOMATIQUE YLLEIHT



LA BONNE MACHINE
FRANÇAISE
GARANTIE

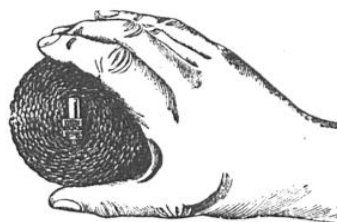


En vente chez tous les Couteliers



VOUS
PRÉSENTENT
LEURS
DERNIÈRES
CRÉATIONS :

SON CADRE TISSÉ BREVETÉ S. G. D. G.
Pour P. O. et G. O. - **Pouvant se mettre en poche**
GROS SUCCÈS - RENDEMENT INCOMPARABLE



SON CHARGEUR D'ACCUS
"GODY-PHI"

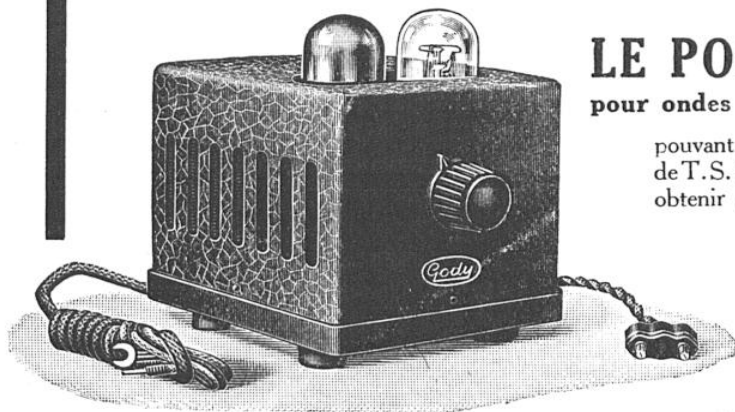
permettant la recharge des batteries 4 volts et 80 volts, sans déplacement de celles-ci et à l'aide d'un simple bouton.

SA VALISE A 6 LAMPES
Robuste - Élégante - Simple

DIMENSIONS :

Longueur .. 433 m/m Largeur .. 360 m/m
Hauteur .. 205 m/m Poids .. 16 kgr.

et SON DERNIER NÉ...



LE POSTE A 1 LAMPE
pour ondes extra-courtes de 13 à 100 m.

pouvant se placer devant tout appareil de T. S. F. ayant des étages B. F. pour obtenir des réceptions en fort haut-parleur.

DEMANDEZ NOTICES ET EXTRAIT
DE CATALOGUE
DE TOUS MODÈLES D'APPAREILS
ET PIÈCES DÉTACHÉES
AUX

Etablissements GODY, à AMBOISE

Fournisseurs brevetés de la Cour royale de Roumanie
Succursale à PARIS, 24, boul. Beaumarchais (XI^e)

T.S.F. Chargeurs électrolytiques "VOLTAÏC"

au **Tantale** pour recharge 4 volts et 80 volts,
régime lent ou rapide
COMPENSATEUR

TANTALE

pur laminé, nu et monté

DEMANDER TARIF SPÉCIAL GRATUIT

Amateurs et Professionnels

DEMANDEZ LE

CATALOGUE GÉNÉRAL ILLUSTRÉ C. E. S.
1928

de 80 pages; vous y trouverez les renseignements et conseils utiles, ainsi que 30 schémas de montage dont vous avez besoin. Prix : 2 frs remboursables à la première commande.

Vous le recevrez franco contre 2 fr. 50 en timbres ou mandat, chèque postal 668-91, Paris, adressés au

COMPTOIR ÉLECTRO-SCIENTIFIQUE

MAISON FONDÉE EN 1898

271, aven. Daumesnil, Paris-12^e

Pas d'envoi contre remboursement.

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

MARQUE **JP** DÉPOSÉE

La plus ancienne et la plus réputée des marques de fabriques dans l'industrie des articles en acier poli nickelé.

Quand vous achetez :

1 Tire-bouchon

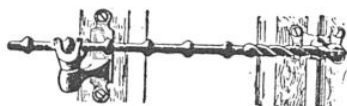
1 Casse-noix

1 Arrêt à boule de porte

1 Entre-bâillement de fenêtre

Exigez la marque JP

GARANTIE ABSOLUE



Entre-bâillement de fenêtre

EN VENTE PARTOUT

GRANDS MAGASINS, QUINCAILLIERS ET BAZARS

Gros : **J-P**, 100, boul. Richard-Lenoir, PARIS

Les appareils SAF

POUR

**LA SOUDURE AUTOGÈNE
L'OXY-COUPAGE
LA SOUDURE A L'ARC**

sont appréciés partout pour leur robustesse et leur bonne conception

LES PRODUITS D'APPORT SAF

Métaux, poudres décapantes et électrodes enrobées sont contrôlés sévèrement. Ils évitent les échecs, sont le meilleur marché à l'usage.

Consultez la SAF.

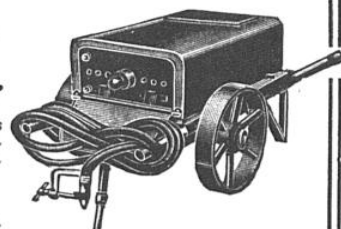
Ateliers d'essais. Études de tous problèmes de soudure.

Poste statique
"SAF COMPACT"

monophasé,
puissant, mobile,
cos φ élevé.

S'imposent sur les chantiers, chaudronneries et pour entretien d'usines.

Notices, Devis,
Visites s. demande.



**LA SOUDURE AUTOGÈNE
FRANÇAISE**



29,
r. Claude-Vellefaux
PARIS (X^e)
.....
6^e Usines - 29 Agences



LA CARRIÈRE D'INSPECTEUR DU CONTRÔLE DE L'ÉTAT SUR LES CHEMINS DE FER

Organisation générale du Contrôle des chemins de fer d'intérêt général

L'État exerce sur les réseaux d'intérêt général un contrôle, qui est actuellement réparti en six Directions suivant la spécialité : lignes nouvelles, voie et bâtiments, exploitation technique, matériel et traction, travail des agents, exploitation commerciale.

Les Inspecteurs du Contrôle de l'État sont à la base de la hiérarchie : seul le contrôle du travail échappe complètement à leur compétence. Leurs chefs sont des Ingénieurs ordinaires et des Ingénieurs en Chef des Ponts et Chaussées ou des Mines pour ce qui concerne la partie technique. En matière commerciale, ils sont sous les ordres des Inspecteurs principaux et Contrôleurs généraux de l'Exploitation Commerciale.

Attributions de l'Inspecteur du Contrôle

L'Inspecteur instruit au premier degré les accidents et incidents d'exploitation, les vœux relatifs à la marche des trains, à la création et à l'amélioration des gares, stations ou haltes et de leurs annexes, au service des passages à niveau ; il surveille la composition et la circulation des trains, l'entretien des locaux et du matériel ; il reçoit les plaintes du public et leur donne la suite qu'elles comportent.

En sa qualité d'officier de police judiciaire, il constate, par ses procès-verbaux, les accidents d'une certaine gravité ainsi que les infractions à la police des chemins de fer. Il recueille la documentation nécessaire à l'examen des propositions relatives aux tarifs, etc.

Nature et caractère de la fonction

L'Inspecteur du Contrôle n'est pas astreint à des heures fixes de bureau ; une partie de son temps est, d'ailleurs, consacrée aux tournées qu'il organise librement, en groupant au mieux les affaires qu'il a à traiter. Il ne lui est imposé de délai relativement court que pour les enquêtes sur les accidents très graves.

Les questions confiées à son examen sont des plus variées. Il lui est, du reste, laissé beaucoup d'initiative. Tout ce qu'il remarque dans ses tournées peut être consigné dans ses rapports.

Dans ces dernières années, l'Administration Supérieure lui a marqué sa confiance en lui laissant le soin de donner la suite définitive aux plaintes déposées dans les gares, ainsi que de préparer l'avis à donner au parquet au cas de procès-verbal dressé par lui.

Son service l'appelle à entrer en relations avec les Chambres de Commerce, les Chambres consultatives des Arts et Manufactures, les Syndicats patronaux, etc. En contact quasi permanent avec les agents et avec les usagers des chemins de fer, il jouit, auprès d'eux, d'une considération certaine.

Lorsqu'il débute dans un poste à plusieurs titulaires, il n'est en rien subordonné aux autres Inspecteurs. Il en est le collègue purement et simplement. S'il est nommé à un poste unique, il trouve en ses voisins des conseillers sûrs, qui lui épargnent tâtonnements ou erreurs.

Ses déplacements dans sa circonscription lui sont rendus faciles grâce à une carte de circulation, qui lui permet d'emprunter non seulement tous les trains de voyageurs, mais aussi les trains de marchandises et même les machines, à certaines conditions.

A noter que la plupart des postes sont placés dans des villes assez importantes. Enfin, détail qui n'est pas négligeable, l'Inspecteur a, le plus souvent, un bureau convenablement installé.

En résumé, fonction intéressante, occupations très variées, service mi-actif, mi-sédentaire, grande indépendance et de la considération.

Résidence

S'il le désire, l'Inspecteur du Contrôle peut avoir tous ses avancements sur place et, par conséquent, ne pas être astreint à des déménagements.

Traitements et indemnités (1)

Les traitements fixes actuels vont de 12.000 à 24.000 francs. A ce point de vue, les Inspecteurs du Contrôle de l'État sont assimilés aux Ingénieurs des Travaux Publics de l'État.

Sans être automatique, l'avancement de classe a lieu, en fait, tous les quatre ans à l'ancienneté, et tous les trois ans au choix.

Aux traitements s'ajoutent :

L'indemnité de résidence, allouée à tous les fonctionnaires par la loi du 18 octobre 1919 ;

L'indemnité de cherté de vie, s'il y a lieu ;

L'indemnité pour charges de famille, le cas échéant ;

Une indemnité pour frais de tournées.

Certains Inspecteurs ont également le contrôle de voies ferrées d'intérêt local et reçoivent, à ce titre, une indemnité spéciale.

La pension de retraite est acquise à l'âge de soixante ans.

Sur le réseau auquel il est attaché, l'Inspecteur reçoit des permis de 1^{re} classe pour les membres de sa famille dans les mêmes conditions que les agents eux-mêmes. Sur les autres réseaux, l'Inspecteur et les siens ont également des facilités de circulation. A l'heure où les voyages sont si onéreux, cet avantage est réellement appréciable.

Congés

L'Inspecteur a un congé de 15 jours par an. En outre, depuis quelques années, il lui est donné, tous les mois, un repos supplémentaire de 3 jours groupés, ce qui fait, en tout : 15 plus 36 = 51 jours par an.

Accès aux grades supérieurs

L'Inspecteur du Contrôle peut accéder au grade d'Inspecteur Principal de l'Exploitation Commerciale, soit par le concours ordinaire au bout de six années de service, soit par l'examen professionnel après douze ans.

A remarquer que les Contrôleurs généraux sont recrutés, sans examen, parmi les Inspecteurs Principaux.

Conditions d'admission (2)

Aucun diplôme n'est exigé ; une bonne instruction primaire peut suffire. Pour les matières spéciales au concours, l'Ecole Spéciale d'Administration, 4, rue Férou, Paris, 6^e, s'est assuré le concours de gens qualifiés.

(1) Fixe et accessoires, compte tenu des services militaires, le début peut former le chiffre d'environ 16.000 à 18.000 francs.

(2) Aucun diplôme n'est exigé. Age : de 21 à 30 ans. Demander les matières du programme à l'Ecole Spéciale d'Administration, 4, rue Férou, Paris (6^e).

"PYGMY"
LA NOUVELLE LAMPE A MAGNÉTO
INÉPUISABLE

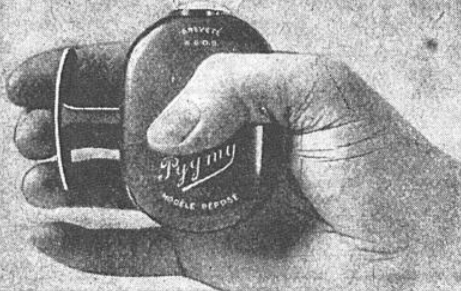
Se loge dans une poche de gilet
dans le plus petit sac de dame

Poids : 175 gr. Présentation de grand luxe. Fabrication de haute qualité

Prix imposé : 70 francs

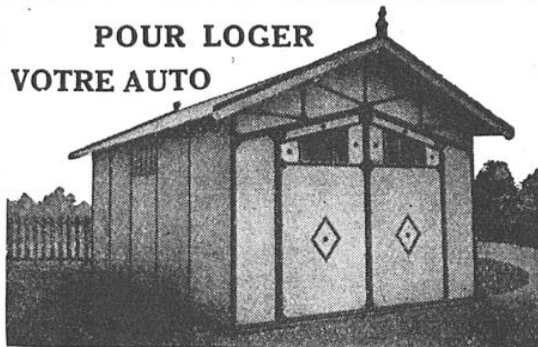
DEMANDEZ CATALOGUE B

A ANNECY (H.S.), chez MM. MANFREDI Frères et C^e, avenue de la Plaine
A PARIS, chez GENERAL OVERSEA EXPORT C^e, 14, rue de Breteuil, Paris-3^e
Téléphone : Archives 46-95. - Télég. : Genovier-Paris.



Concessionnaire pour l'Italie :
Roberto ULMANN, 1, Piazza Grimaldi, Genova 6

POUR LOGER VOTRE AUTO



Le Garage et Constructions démontables

M. R. S.

MODÈLE DÉPOSÉ ET BREVETÉ S. G. D. G.

Construit en fer et éverite
Incombustible et imputrescible

MODÈLES TYPES :

- A. Longueur, 4 m. ; Largeur, 2 m. 40. Frs : **2.750**
B. Longueur, 5^m 40 ; Largeur, 3 m. 20. Frs : **3.600**
C. Longueur, 6^m 10 ; Largeur, 4 m. 90. Frs : **5.900**

Se font en dix jours. Peuvent être employés pour tous autres usages

En même fabrication : Abri de jardin, Cabine de plage,
Armoire, Vestiaire, Caisse à fleurs, etc...

Nos bâtiments, fournis avec semelles ciment armé, peuvent,
sans fondation, être montés sur n'importe quel terrain.
Se montent et se démontent avec une extrême facilité

ENVOI FRANCO DU CATALOGUE ILLUSTRÉ

Établissements SERVIL & SES FILS
VILLENEUVE-ST-GEORGES (Seine-et-Oise) — Tél. : 207.

TOITURES - TERRASSES

en dalles de ciment hydrofugé
Jointoyées au mastiblan

Système breveté S. G. D. G.

SIMPLICITÉ — ROBUSTESSE
CIRCULATION FACILE
ASPECT AGREABLE
ÉTANCHÉITÉ ABSOLUE — ÉCONOMIE

PRODUITS IMPERMÉABILISANTS

pour tous matériaux de construction

LÉGÉRITES - AMELMAS
MASTIBLAN - MASTIROR

NOTICES — PRIX — RÉFÉRENCES

Etablissements **SAPHIC**
PARIS - 19, rue Saint-Roch

Tél. : Louvre 23-15

TOUT A CRÉDIT

Avec la garantie des fabricants

**PAYABLE EN
12 MENSUALITÉS**
appareils T.S.F.

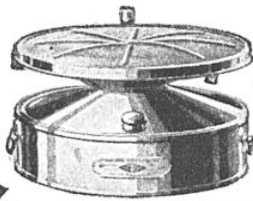
appareils
photographiques
phonographes
motocyclettes
accessoires auto
machines à écrire
armes de chasse
vêtements de cuir
Des Grandes Marques

meubles de bureau
et de style
orfèvrerie
garnitures de cheminée
carillons Westminster
aspirateurs de poussières
appareils d'éclairage
et de chauffage
Des Meilleurs Fabricants
CATALOGUE N° 27
FRANCO SUR DEMANDE

L'INTERMÉDIAIRE

17, Rue Monsigny, Paris

MAISON FONDÉE EN 1894



Pour
le chauffage

de vos appartements vous cherchez l'économie.

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

Thermix

BREVETS L. LUMIERE & J. HERCK

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



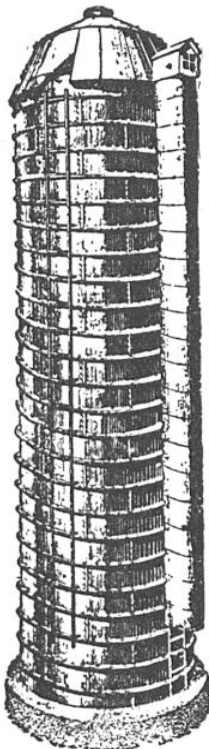
Par émission d'air chaud, **les chaufferettes de pieds**
réalisent de véritables bouches de chaleur, en consommant à l'heure
moins de 10 grammes d'essence.

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

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

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

L. PELLETIER, 38, rue du Château-d'Eau
PARIS (X^e)
Téléph. : Botzaris 21-20



SILOUDEN

LE SILO DE QUALITÉ
- en -
métal **APSO-IN-DES-TRUC-TO**
LE PLUS RÉSISTANT AUX ACIDES AVEC SA MACHINE SPÉCIALE

MARQUE "SIMA" DÉPOSÉE

30 modèles de Silos -:- **3 modèles de Machines à ensiler**
de fabrication française, munis des derniers perfectionnements
300 RÉFÉRENCES EN FRANCE

INSTALLATIONS COMPLÈTES DE FERMES

MACHINES A TRAIRE "PERFECTION"

APPAREILS de Manutention mécanique

SILOS à GRAINS

SOCIÉTÉ D'INSTALLATIONS MÉCANIQUES & AGRICOLES

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 5.000.000 DE FRANCS

Bureaux et Magasins : **75, boul. du Montparnasse, PARIS-6^e**

Téléphone : Littré 98-15 ■ Regist. du Com. 210-810

La MOTOGODILLE

PROPULSEUR amovible (comme un AVIRON) pour tous BATEAUX
(Conception et Construction françaises)

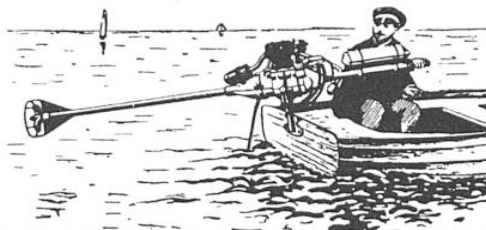
PÊCHES - TRANSPORTS - PLAISANCE

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

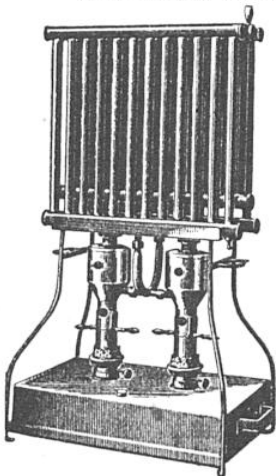
G. TROUCHE, 26, pass. Verdeau, Paris (9^e)

CATALOGUE GRATUIT — PRIX RÉDUITS



Une RÉVOLUTION dans le Chauffage domestique par le Radiateur "LE SORCIER"

BREVETÉ S. G. D. G. FRANCE ET ÉTRANGER



Chauffe par la vapeur ou par circulation d'eau chaude sans tuyauteries ni canalisations

Fonctionne au pétrole ou au gaz

Absolument garanti
SANS ODEUR
et SANS DANGER

Indépendant
et transportable

Plusieurs Récompenses
obtenues jusqu'à ce jour
Nombreuses lettres
de références

Plus de 18.000 appareils en service
Envoi franco, sur demande à notre Service N° 1, de la notice descriptive de notre appareil.

L. BRÉGEAUT, inv^r-const^r, 55, rue Turbigo, PARIS
R. C. SEINE 254.920

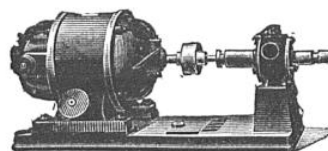
V. articles dans les n°s 87, septembre 1924, et 73, juillet 1923

L'EAU CHEZ SOI

par la pompe rotative

"ELVA"

aspirante et foulante



GROUPES ÉLECTRO
et MOTO-POMPES
POMPES A MAIN

POMPES ET MACHINES "ELVA"

10, Rue du Débarcadère
PARIS (17^e)



Montez entièrement votre récepteur en pièces

IGRANIC & IGRANIC-PACENT

A FAIBLES PERTES

Bobines et supports — Variomètres — Transformateurs BF et HF —
Condensateurs variables simples et doubles — Jacks et Fiches — Rhéostats et Potentiomètres — Cadre pliant — Démultiplicateur « Indigraph »
« PHONOVOX », reproducteur électrique pour Phonographe

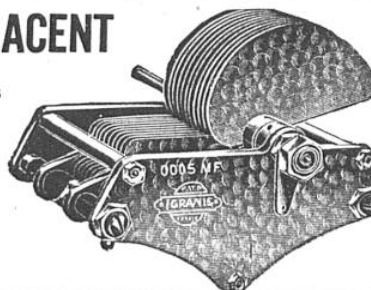
Catalogue et tarif sur demande

Toutes pièces visibles chez

L. MESSINESI

CONCESSIONNAIRE

11, rue de Tilsitt - PARIS - Place de l'Etoile
Téléphone : Carnot 53-04 et 53-05 R. C. Seine 224-643

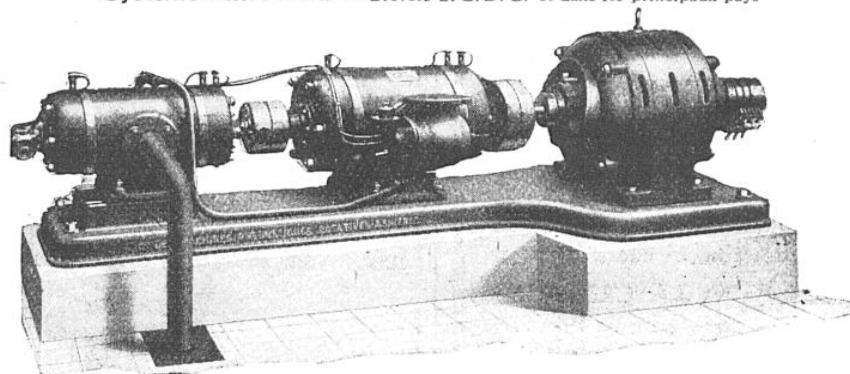


COMPAGNIE DES MACHINES PNEUMATIQUES ROTATIVES

24-26, rue Villebois-Mareuil, à ASNIÈRES (Seine) — Téléphone : Asnières 821 et Grésillons 08-21

COMPRESSEURS ET POMPES A VIDE

Système « M. P. R. » — Breveté S. G. D. G. et dans les principaux pays

GROUPE COMPRESSEUR COMPOUND de 200 CV., à la pression de 7 kg. par cm²

COMPRESSEURS type simple et compound, puissance 0,5 à 1.000 chevaux, débit 10 à 6.000 m³ heure, toutes pressions jusqu'à 10 à 12 kg. par cm². — **POMPES A VIDE** et à **HAUT VIDE INDUSTRIEL** (1 $\frac{m}{m}$ pression absolue).

GROUPES MOBILES ET SEMI-FIXES**TOUTES LES APPLICATIONS DE L'AIR COMPRIMÉ ET DU VIDE :**

Outillage pneumatique (pour travaux publics, mines, carrières, usines), décapage au jet de sable, peinture pneumatique, travaux hydrauliques, élévation des liquides, transports pneumatiques, nettoyage, imprégnation, évaporation, soufflage, etc., etc...
Transport de gaz d'éclairage. — *Nombreuses références dans tous les genres d'industrie.*

INSTALLATIONS A DÉMARRAGE ET ARRÊT AUTOMATIQUES**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

**L'eau minérale est chère
L'eau ordinaire dangereuse**

VOTRE SÉCURITÉ EXIGE

LA STÉRILISATION
absolue constante
de l'eau d'alimentation que donne SEUL

**L'ULTRAFILTRE
"SEPTINA"**

A MEMBRANE DE COLLODION
(Sans porcelaine ni charbon)

A LA VILLE ET A LA CAMPAGNE
Sans mauvais goût de l'eau
Sans entretien
Sans réglage

BREVETS E. FOUARD

Docteur ès sciences
Ex-chef de laboratoire à l'Institut Pasteur
16-18, rue Albert, PARIS-XIII^e

NOTICE GRATUITE
Médaille d'argent exposition du Val de Grâce 1925.

EXTINCTEURS

Dévisser... Appuyer... Pomper...
C'est vieux!!! C'est long!!!

"ASSURO"

Extincteur pour Automobiles
à déclenchement et fonctionnement
automatiques

vous signale l'incendie, l'éteint tout seul,
sans
même vous obliger à arrêter votre voiture !

Pare-Feu

"ASSURO"

Le Premier Extincteur le Seul

se déclanchant sous l'action du feu.

Prix : 220 fr.

Recharge : 25 fr.

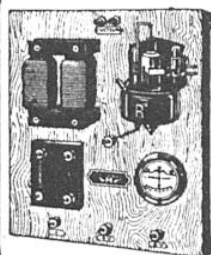
EN VENTE

dans les bons Garages et Maisons d'Accessoires
d'Automobiles.

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

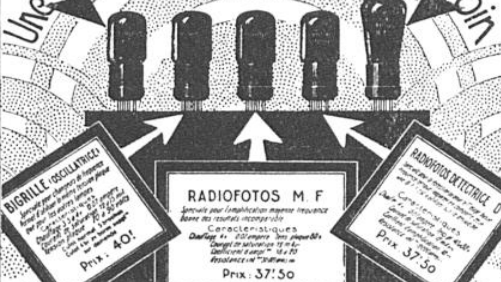
RADIOFOTOS H.F.

Caractéristiques
Déclatage 400 000 ampères
Pression 10 à 150 mm
Courant de démarrage 15 ampères
Déclatage 100 000 ampères
Déclatage 100 000 ampères
Déclatage 100 000 ampères

Prix : 37,50

LAMPES

FOTOS
Une lampe étudiée pour chaque besoin



FABRICATION GRAMMONT

Un résultat!

**DURÉE DOUBLE
MÊME PRIX**

La nouvelle Pile

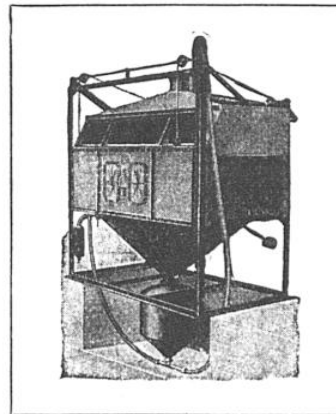
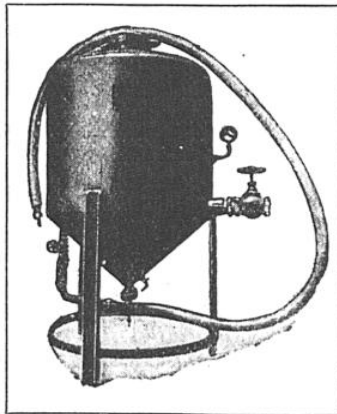
WONDER
"Rénovolt"



1737

DERUFFE

MACHINES A DÉCAPER AU JET DE SABLE
OU A LA GRENAILLE



SABLEUSES A JET LIBRE == CHAMBRES DE SABLAGE
TABLES == TONNEAUX ROTATIFS == MACHINES AUTOMATIQUES
CASQUES DE SABLEURS == INSTALLATION COMPLÈTE D'ATELIERS

"L'AIR" BREVETS ÉTABLISSEMENTS SLOAN LUCHAIRE SUCC^r

Société anonyme au capital de 4.000.000 de fr.

155
rue de la Chapelle
SAINT-OUEN (Seine)
Téléphone :
Nord 69-28 ; Nord 71-28

TRÉSORS CACHÉS

Toute Correspondance de Négociants, Banquiers, Notaires, Greffiers de paix et de Tribunaux, des années 1849 à 1880, renferme des Timbres que la Maison



Victor ROBERT, 83, rue Richelieu, Paris

paye à prix d'or
Fouillez donc vos archives

Renseignements et Catalogue Timbres-poste sont envoyés franco grâces à toute demande.

ACHÈTE CHER LES COLLECTIONS



SOURDS

qui voulez
ENTENDRE

tout, partout,
dans la rue,
au théâtre

DEMANDEZ
le
MERVEILLEUX

“PHONOPHORE”

Appareil Électro-Acoustique puissant
Simple, peu visible, améliorant progressivement
l'acuité auditive.

Demandez la notice S à

SIEMENS-FRANCE, S. A.

Département : SIEMENS & HALSKE

17, rue de Surène, 17 -:- PARIS-8°

Téléph. : Anjou 04-01 et 04-02

Les Stéréoscopes Auto-Classeurs

MAGNÉTIQUES

45×107 **PLANOX** 6×13

Breveté France et Etranger

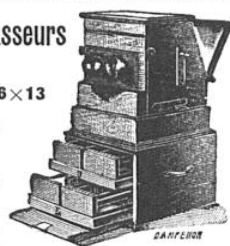
PLANOX ROTATIF

Super-classeur à paniers interchangeables
100 clichés 6×13 ou 45×107,
sans intermédiaires, en noir ou cou-
leurs, 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

L'Aérofiltre SAV

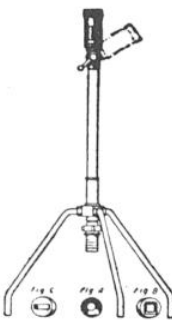


Efficacité : 98 0/0

DEMANDEZ NOTICE
DESCRIPTIVE

SOCIÉTÉ ANONYME VENTILATION

44, avenue Daumesnil, 44
PARIS-XII^e



L'Arroseur «IDÉAL» E.G.

Breveté S. G. D. G.
France et Etranger

Le plus moderne des appareils
donne l'arrosage en rond, en
carré, en rectangle et par côté.
Il arrose depuis les plates-
bandes les plus étroites jus-
qu'aux étendues les plus vas-
tes. Il est indéréglable et d'une
durée illimitée.

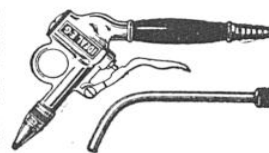
En vente partout

E. GUILBERT, Constructeur, 160, Avenue de la Reine, BOULOGNE-sur-SEINE

Le Pistolet «IDÉAL» E.G. Modèle 1928

Breveté S. G. D. G. France et Etranger

Vous permettra, par la
combinaison de ses
trois jets, le lavage de
votre voiture sans dom-
mage pour les peintures
fragiles et avec écono-
mie d'eau et de temps.
Il a aussi son utilité
dans la serre et le jardin.



LE PULVÉRISATEUR «LE FRANÇAIS»
Notice «S» franco sur demande

HYGIÈNE ET ASSAINISSEMENT DES VILLES ET DES HABITATIONS**TOUT A L'ÉGOUT**

par Procédés

J. HOROWITZ

INGÉNIEUR-CONSTRUCTEUR

Téléphone : Roquette 28-73

104, rue Amelot, PARIS-XI^e**TOUT A LA MER**

brevetés s.g.d.g.

Adr, télégr. : Comprima 103 Paris

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

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

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

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

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

ÉTUDES - PROJETS - DEVIS

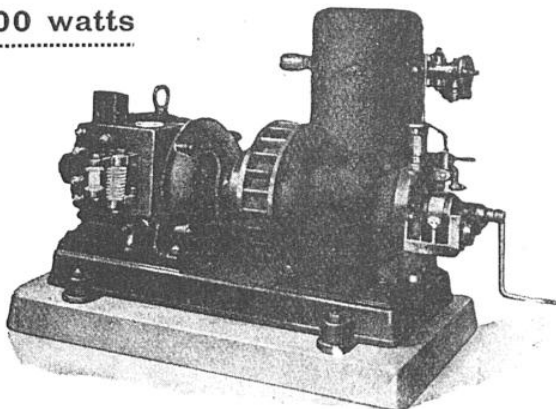
DÉBIT HORAIRE DES	{	AC ²	3 m ³ à 5 m ³	C.....	10 m ³ à 20 m ³
DIFFÉRENTS TYPES D'APPAREILS		AC.....	5 m ³ à 10 m ³	D.....	50 m ³
		E.....			400 m ³

Groupe Électrogène Monobloc Type B**2 CV. - 800 à 1.000 watts**

SON PRIX DE REVIENT EST DE
50 % PLUS BAS QUE CELUI DES
MEILLEURS GROUPES ÉTRANGERS

SA DÉPENSE EN CARBURANT EST
ÉGALEMENT DEUX FOIS MOINDRE

LA NOTICE AVEC EXTRAIT DU
CERTIFICAT DES ARTS & MÉTIERS
EST ENVOYÉE FRANCO A TOUTE
PERSONNE SE RECOMMANDANT
DE " LA SCIENCE ET LA VIE "



Établissements S.E.R. 12, rue Lincoln - PARIS (8^e)
AGENTS DEMANDÉS

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^e



votre super vous permet

d'obtenir en haut-parleur les postes
européens émettant sur longueurs
d'ondes normales de Broadcasting.

Vous pouvez étendre au monde entier
le rayon de réception de votre appa-
reil en captant les ondes courtes.

vous y réussirez

sans transformation de votre appareil et
sur petite antenne (même intérieure).

et vous obtiendrez

en haut-parleur : Schenectady, Java,
Nauen, Pittsburg, Melbourne, etc.
avec les postes récepteurs

NOTICE
n° 29



sur
demande

Établissements DUJARDIN & CROZET

RADIO-PROVINCE

18, Av. de la République, PARIS - Tél. Roq. 28-30

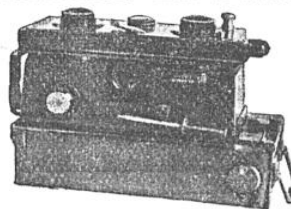
Pub. J. Bejannin - Paris.

VÉRASCOPES

J. RICHARD

Magasin de Vente : 7, rue La Fayette

BAISSE de PRIX



NOUVEAUX MODÈLES

45 x 107 6 x 13 7 x 13

POUR LES DÉBUTANTS

GLYPHOSCOPES

Nouveaux Modèles 45 x 107 et 6 x 13

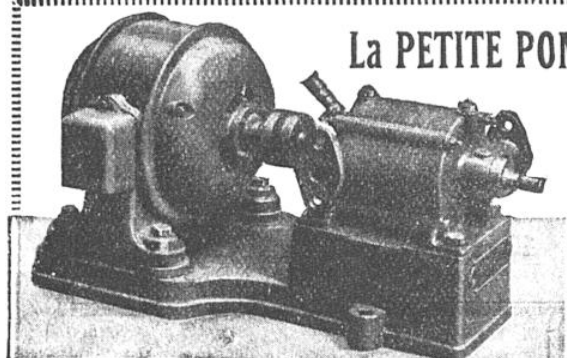
POUR LES DILETTANTES

L'HOMEOS

27 vues stéréoscopiques sur pellicule

Catalogue B sur demande aux

Étab^ls J. RICHARD, 25, rue Mélingue



La PETITE POMPE MULTICELLULAIRE DAUBRON

CENTRIFUGE : Débit de 1.000 à 4.000 l/h.

Elévation de 10 à 40 mètres

ENCOMBREMENT... 0^m500 x 0^m300

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

**Chaudfez,
Ouvrez,**
*l'allumage
est instantané*



**LE FOURNEAU
SECIP**
à
pétrole gazéifié

est
le plus moderne
des appareils de cuisine
pour la campagne

**ÉCONOMIE
SÉCURITÉ ABSOLUE**
LA PLUS GRANDE SIMPLICITÉ
— POUR L'ALLUMAGE —

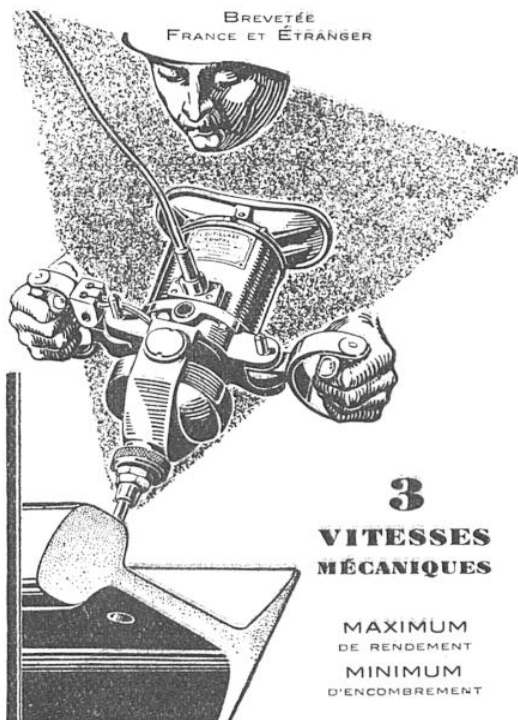
DÉPOSITAIRES PARTOUT EN FRANCE
Liste sur demande — Franco Notice S.V.

SÉCIP
18, rue du Président-Krüger, 18
COURBEVOIE (Seine)

FOURNISSEUR DES COMPAGNIES DE CHEMINS
DE FER POUR TOUS APPAREILS AU PÉTROLE

LA PERCEUSE ÉLECTRIQUE "CONTAL"

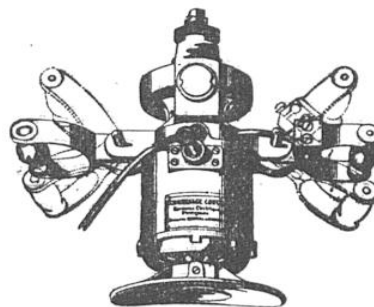
BREVETÉE
FRANCE ET ÉTRANGER



**3
VITESSES
MÉCANIQUES**

MAXIMUM
DE RENDEMENT
MINIMUM
D'ENCOMBREMENT

POIGNÉES ORIENTABLES



FABRICATION GARANTIE

L'OUTILLAGE "CONTAL"

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 1.200.000 FR.
23, Rue du Buisson-Saint-Louis, 23
Paris (10^e) Tél. : Nord 39-32

Pub. H. DUPIN. PARIS



Il manque quelque chose à votre Poste de T.S.F. !...

Rendez-le vraiment pratique par l'adjonction du

Conjoncteur-Disjoncteur automatique Watching

qui coupera **automatiquement**, à l'heure que vous désirez,
l'alimentation totale de votre poste.

3 MODÈLES - PRIX AU COMPTANT : 225, 250 ET 275 FR. - VENTE A CRÉDIT
Nous construisons aussi des appareils plus simples et meilleur marché

Notice détaillée franco : SPÉCIALITÉS PRATIQUES, 21, avenue Augustine
LA GARENNE-COLOMBES (Seine)

Voir description p. 257, n° Septembre

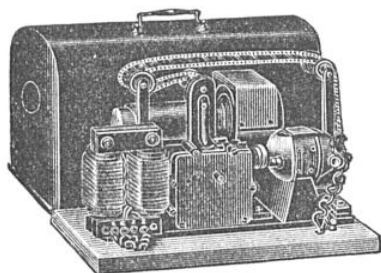
Chèques Postaux Paris 95-98

Etab^{ts} MOLLIER

67, rue des Archives, Paris

Magasin de vente : 26, avenue de la Grande-Armée

"L'AUTOPUBLICISTE"



Appareil automatique de publicité lumineuse
pour vues et textes sur films cinématogra-
phiques, par bandes de 50 images.

APPAREILS CINÉMATOGRAPHIQUES
ET DE PROJECTION FIXE

"L'ÉBLOUISSANT"

Amplificateur de lumière pour Pathé-Baby

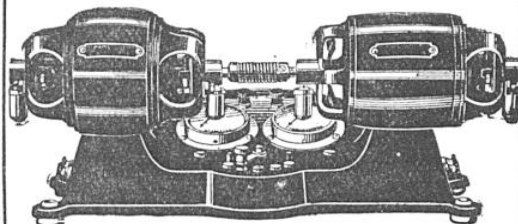
Décidément

LE

Convertisseur GUERNET

44, rue du Château-d'Eau, PARIS-10^e

EST LE SEUL APPAREIL PARFAIT
POUR CHARGER LES ACCUS



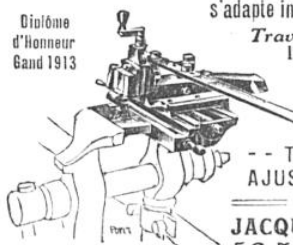
TYPE SECTEUR, 4 volts, 5 ampères - 80 volts, 80 milliampères

Complet avec conjoncteurs, disjonc-
teurs, ampèremètres, rhéostat de réglage

Pour 4 et 6 volts seulement 580.»

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



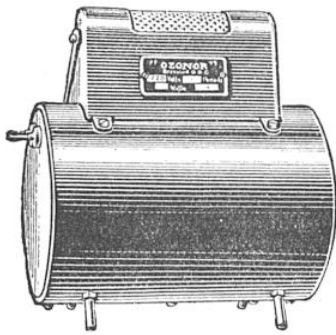
JUST

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



PURIFIEZ L'AIR QUE VOUS RESPIREZ

Pour 1 centime de l'heure

Vous pouvez assainir l'air dans votre habitation, en le purifiant avec

L'OZONOR

Dissipe les mauvaises odeurs — Détruit les germes de maladies
Fonctionne sur alternatif 110 ou 220 volts — NOTICE FRANCO

Etablissements OZONOR (CAILLIET, BOURDAIS & Co), 12, rue St-Gilles, Paris-3^e
Téléphone : Turbigo 85-38



Vient
de
Paraître...



UN BON ÉCLAIRAGE

doit être

Abondant

Bien réparti — Bien diffusé.

Vous l'obtiendrez

AVEC LA LAMPE
MAZDA
PERLE

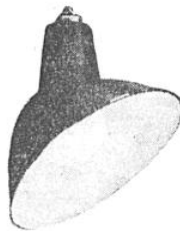
"SÉRIE STANDARD"

et les appareils d'éclairage

de la

COMPAGNIE DES LAMPES

41, Rue La Boétie - PARIS (VIII^e)



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



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



Breveté S. G. D. G.
à feu vif ou continu.

UN
SEUL

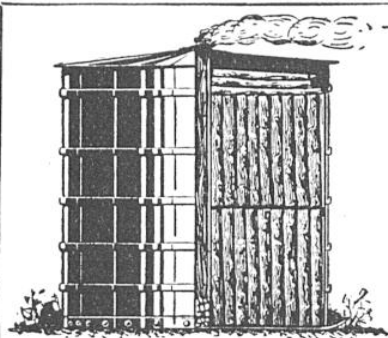
SANS ANTHRACITE ROBUR SCIENTIFIC

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, 2, 5, 7, 10, 15, jusqu'à 1.000 stères de capacité,
à éléments démontables instantanément

◇◇◇◇◇

CARBONISATION DE BOIS DE FORÊTS, DÉBRIS
DE SCIERIE, SOUCHES DE DÉFRICHAGE, ETC...

Catalogue S sur demande.

LE FAMEUX MATÉRIEL



AUTOPOLARISEUR

polarise automatiquement les grilles
BF, à la valeur optimum et rend la
réception pure et forte.

REDRESSEUR "CELO"

résout pratiquement l'alimentation
complète des postes sans surveillance.

DIFFUSEUR ELCOSA-ELODENE

est le haut-parleur des gens de goût.

CHARGEURS D'ACCUS - PICK-UP

ÉLECTRO-CONSTRUCTIONS S.A.

STRASBOURG - MEINAU



PEINTURE SPÉCIALE POUR LE CIMENT

Béton, Bois dur, Carrelage, Plâtre, etc.

CONTRE LA POUSSIÈRE

RÉSISTANCE À TOUTE ÉPREUVE
INCONNUE À CE JOUR

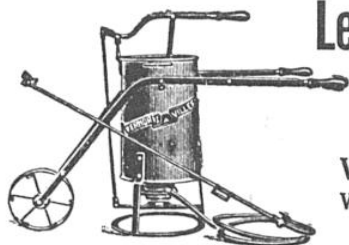


RENÉ VILLEMER

CONCESSIONNAIRE POUR LA FRANCE
98, Av. de la République, AUBERVILLIERS

Notice et Carte de Coloris
Franco sur demande.

BLANCHIMENT - DÉSINFECTION
par le BADIGEONNEUR MÉCANIQUE



Le PRESTO

Établissements
VERMOREL
VILLEFRANCHE
(Rhône)

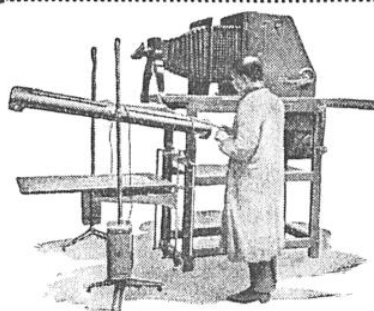
Les Études chez Soi

Spécialisées en toutes matières,
vous permettent d'obtenir rapidement
les Diplômes de

1. Comptable, Secrétaire, Ingénieur commercial.
2. Ingénieur, Electricien, Mécanicien, Chimiste, Géomètre, Architecte, Filateur.
3. Dessinateur artistique, Professeur de musique.
4. Agronome, Régisseur, Directeur de laiterie.
5. Licencié et Docteur en Philosophie, Lettres, Droit, Sciences physiques, sociales, etc., etc.

Demandez Catalogue général

INSTITUT PHILOTECHNIQUE (26^e année)
94, rue Saint-Lazare, Paris-9^e



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.

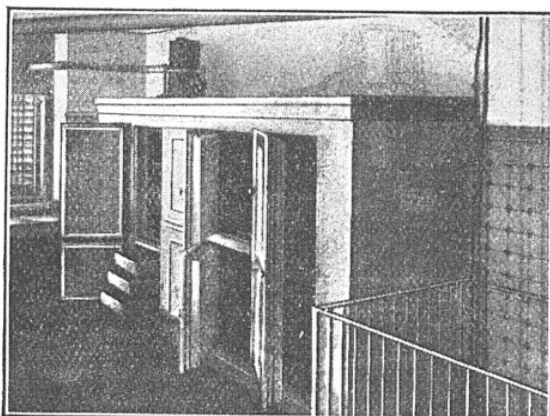
Démonstrations, Références, Notices : **DE LONGUEVAL & C^{ie}, const^{rs}, 17, rue Joubert, Paris**

INSTALLATIONS FRIGORIFIQUES AUTOMATIQUES AUTOFRIGOR

ESCHER WYSS & C^{ie}, 39, rue de Châteaudun, 39 — PARIS (IX^e)

POUR USAGES COMMERCIAUX ET MÉNAGERS

Plus de 10.000 appareils installés

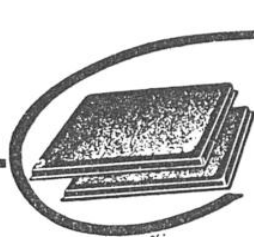


*Chambres froides — Glacières
Fabriques de crème glacée, etc.*

PROJETS ET DEVIS
GRATUITS SUR DEMANDE

QUELQUES RÉFÉRENCES :

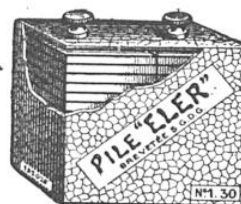
CAFÉ DE LA PAIX, Paris..	7 appareils
GRANDS MAGASINS DU PRINTEMPS, Paris..	3 —
GRAND HOTEL, Paris ..	17 —
HOTEL DE PARIS, Paris..	8 —
HOTELS NORMANDY ET ROYAL, Deauville.	3 —
STÉ COMMERCIALE DE BOUCHERIE, Paris.	5 —
M. LAVOLLÉ, charcutier, 3, rue de Vaugirard, Paris.	
MM. MILLIER, boucherie, 145, rue St-Charles, Paris.	
RESTAURANT WEBER, Paris.	
BARUS & LIGER, laiterie, 32, rue de Chaillot, Paris,	
etc..., etc...	



*La plaque
bi-polaire*

est le principe nouveau qui donne à la

PILE "ELER"



PLUS DE SOUDURES
PLUS DE SELS GRIMPANTS

SA FORMIDABLE SUPÉRIORITÉ

VOLUME TRÈS RÉDUIT
Conservation et capacité considérables

Notice franco en vous recommandant de « La Science et la Vie »

ROUSSEAU, ingénieur A.-et-M., 79, rue de Paris, Bagnolet (Seine)

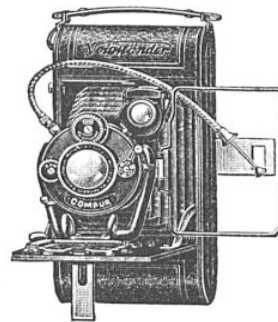
IL existe depuis fort longtemps des appareils bon marché, de même des appareils de qualité; mais des appareils aussi remarquables, à des prix aussi avantageux que les

Nouveaux Modèles VOIGTLÄNDER

c'est incontestablement une **innovation**.

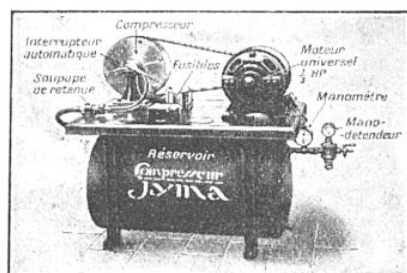
.....
Demandez à votre revendeur habituel de vous faire la démonstration des nouveaux modèles VOIGTLÄNDER, ou faites-vous adresser le catalogue illustré.

.....
SCHOBER et HAFNER, 3, r. Laure-Fiot, Asnières (Seine)



COMPRESSEURS JYMA

SPÉCIALISTES DU PETIT
COMPRESSEUR AUTOMATIQUE
FONCTIONNANT
SUR TOUT COURANT LUMIÈRE



Compresseur JYMA, type M R 2, à moteur Universel - Débit : 3.600 litres à l'heure.

APPLICATIONS :

Peinture -- Décoration
Transvasement des liquides
et boissons
Retouche photographique
Gonflement des pneumatiques, etc.

.....
Demandez Catalogue et Renseignements
Compresseurs JYMA - 37, Rue Lafayette, PARIS (IX^e)

L'ÉLECTRIFIÈRE RENAULT

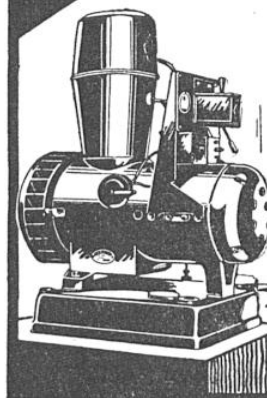
met à la portée de chacun la possibilité d'éclairer sa ferme ou sa maison de campagne. Robuste et simple, cet appareil ne nécessite que le minimum d'entretien et de dépense

Prix : 4.200 FRs

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



AIROFILTRE

FILTRE à AIR à BASE VISQUEUSE

LE SEUL

qui protégera efficacement vos

Automobiles

Moteurs

Compresseurs

sans provoquer de résistance

.....
3, rue de la Poste, ASNIÈRES (Seine)

.....
TÉLÉPHONE 778 ASNIÈRES



Avant d'acheter une bibliothèque, consultez nos modèles spéciaux, demandez notre catalogue n° 71 envoyé franco.

**Bibliothèques extensibles et transformables
à tous moments**

.....
Bibliothèque M.D., 9, rue de Villersexel, Paris-7^e

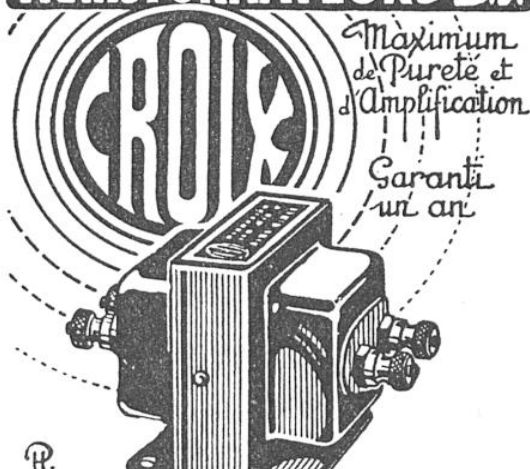
FACILITÉS DE PAIEMENT

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

COMPRESSEURS POMPES A VIDE ROTATIFS S.L.M. A **WINTERTHUR**

AGENCE EXCLUSIVE : Etabl^{ts} Georges ANGST, 2, rue de Vienne, PARIS-8^e - LABORDE 75-20 et 75-21

TRANSFORMATEURS B.F.



Constructions Électriques "CROIX"
3, Rue de Liège, 3 - PARIS
Téléph. : RICHELIEU 90-68 - Télégr. : RODISOLOR-PARIS

AGENCES
AMSTERDAM - BRUXELLES - BUDAPEST - COPEN-
HAGUE - LISBONNE - LONDRES - OSLO - PRAGUE
STOCKHOLM - VARSOVIE - VIENNE - ZURICH

8 JOURS

A L'ESSAI

1.600 fr

5 lampes
complet
avec cadre

Les Postes

ORA

A 5-6 & 7 LAMPES

57 Bd de Belleville, Paris 11^e

LE FRIGORIGÈNE A-S

MACHINE ROTATIVE À GLACE & À FROID

BREVETS AUDIFFREN & SINGRÜN

TOUTES APPLICATIONS INDUSTRIELLES & DOMESTIQUES

SÉCURITÉ ABSOLUE

Les plus hautes Récompenses
Nombreuses Références

GRANDE ÉCONOMIE

SOCIÉTÉ D'APPLICATIONS FRIGORIFIQUES - 92, Rue de la Victoire, PARIS - Catalogue & Devis gratuits sur demande

INDUSTRIELS, COMMERÇANTS, AGRICULTEURS, TOURISTES,
Montez vous-mêmes la remorque dont vous avez besoin avec une garniture DURAND.



N° 1 charge utile	250 kgs.	pour Roues Michelin	4 trous
N° 2 —	500 —	—	4 —
N° 3 —	1.000 —	—	6 —
N° 4 —	1.500 —	—	8 —

ÉMILE DURAND

80, Avenue de la Défense, COURBEVOIE (Seine)
Téléphone : Défense 06-03

MOTEURS AMADOU

A HUILE LOURDE

Industriels et Agricoles
Groupes Marins et Moto-Compresseurs

LES MEILLEURS

LES MOINS CHERS

Départ instantané à froid

Agent général : **P. JOSSET**, 98, avenue de Ceinture
ENGHIEN-LES-BAINS (S.-et-O.). Tél. 304



Chauffez-vous avec le Calorplane invisible !

Se place dans toutes les cheminées et les empêche de fumer. - Répond une chaleur prodigieuse par air brûlant avec feu joyeux visible. - Résultats inespérés. - Est expédié franco à l'essai. - Demandez catalogue à S.V. CALORI, 29, al. St-Etienne, Toulouse.



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.

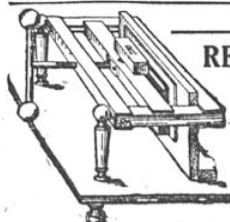
Vente avec faculté échange en cas non-convenance. Expéditions dans le monde entier. Bonne arrivée garantie à destination.

SELECT-KENNEL, Berchem-Bruxelles (Belgique) Tél.: 604-71



TIMBRES-POSTE AUTHENTIQUES DES MISSIONS ÉTRANGÈRES

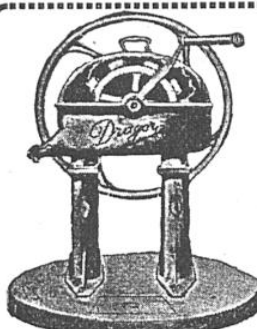
Garantis non triés, vendus au kilo
Demandez la notice explicative au Directeur de l'Office des Timbres-Poste des Missions, 14, rue des Redoutes, TOULOUSE (France).
R. C. TOULOUSE 4.568 A



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. FOGÈRE & LAURENT, à ANGOULÈME



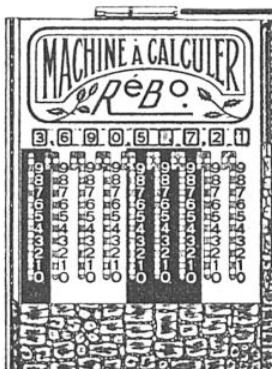
Voir article, n° 83, page 446.

DRAGOR

Élévateur d'eau à godets pour puits profonds et très profonds

A la main et au moteur. - Avec ou sans refoulement. - L'eau au premier tour de manivelle. - Actionné par un enfant à 100 mètres de profondeur. - Incongélabilité absolue. - Tous roulements à billes. - Pose facile et rapide sans descente dans le puits. Donné deux mois à l'essai comme supérieur à tout ce qui existe. - **Garanti 5 ans**

Élévateurs DRAGOR
LE MANS (Sarthe)



Fait toutes opérations

Vite, sans fatigue, sans erreurs
INUSABLE — INDÉTRACABLE

En étui portefeuille, 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 rembourser Etrang., paiem. d'av. port en sus

S. REYBAUD, ingénieur
37, rue Sénac, MARSEILLE
CHÈQUES POSTAUX : 90-63

LE MEILLEUR ALIMENT MÉLASSÉ

4-GRANDS PRIX 4 HORS CONCOURS
MEMBRE DU JURY DEPUIS 1910

PAÏL'MEL



POUR CHEVAUX ET TOUT BÉTAIL

USINE FONDÉE EN 1901 À TOURY'EURE-LOIR,
Reg. Comm. Chartres B. 41

Pendulette-Réveil incassable CAOUTCHOUC

3 mouvements

PRIX EN BAISSÉ

Sans réveil, .. 44 fr. au lieu de 48.50

Avec réveil, .. 60 fr. — 64.50

Radium av. rév. 72 fr. — 76.50

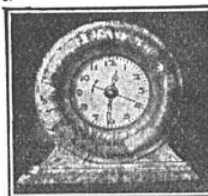
Envoi contre remb., port en sus : 1.95

IMITATION PARFAITE DU MARBRE

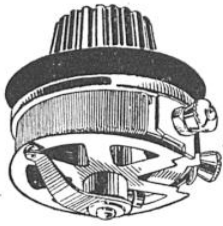
Teintes : Rose et blanc, bleu et blanc, noir et blanc.

Voir la description dans le n° de Mars

A. BRIÈRE, horloger
18, r. Michel-de-Bourges, Paris-20°



Les nouveaux Rhéostats et Potentiomètres REXOR SANS FROTTEUR



BREVETÉ S. G. D. G.

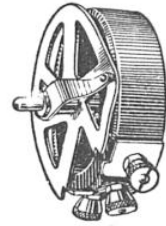
Suppriment Coupures et Crachements. Assurent un Contact parfait

**LA PLUS BELLE PRÉSENTATION
LE MEILLEUR FONCTIONNEMENT**
Toute une gamme de cadrans : aluminium, celluloïd blanc et noir,
enjoliveur niché, etc...

CATALOGUE GÉNÉRAL N° 31 franco

GIRESS, 40, Boulevard Jean-Jaurès, Clichy (Seine)

Téléphone : MARCADET 37-81



Vue mécanique



4687

Cnam

construisez vous-même un poste moderne

Pour 5 frs seulement vous
aurez un schéma de montage
"STYGOR"

pour Résonadyne 4 lampes, superhétérodyne 5 et 6 lampes avec bloc M. F. STYGOR, qui vous permettra de construire, sans risque d'erreur, sans la moindre difficulté, un poste conforme aux plus récents progrès de la T. S. F. Demandez à votre fournisseur de T. S. F. le schéma de votre choix, (prix 5 frs) ainsi que toutes pièces "STYGOR" nécessaires à sa réalisation : leur qualité hors pair appréciée des meilleurs constructeurs garantit votre réussite.

Catalogue complet franco : 3 frs.

STYGOR

10, rue de Chéroy -- PARIS (17°)

la lampe de marque, la pièce de choix



LE FREIN AVANT ÉLECTRIQUE

SE POSE RAPIDEMENT SUR TOUTES VOITURES
SIMPLE, PEU COUTEUR

"ECLAIR"

ST^E LA FOURNAISE - 120 RUE DE LA GARE - ST DENIS. **TELEPHONE: NORD 11-14 67-63**

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

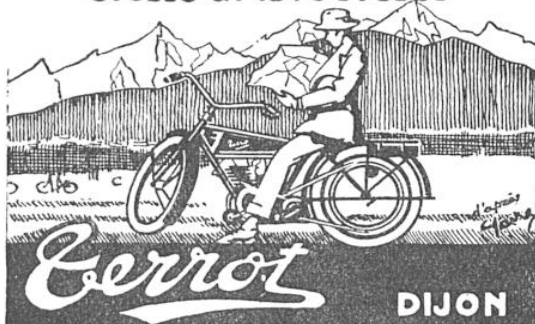
DEMANDEZ AUJOURD'HUI

ÉCOLE SPÉCIALISÉE

LA BROCHURE GRATUITE

FONDÉE EN 1912

NOMBREUSES RÉFÉRENCES

19, B^D MONTMARTRE, PARIS-2^e**CYCLES & MOTOCYCLES**

Location sans Chauffeur

Kms illimités assurances comprises

40 frs par jour

Séjour 55.26

43 bis rue Bénard

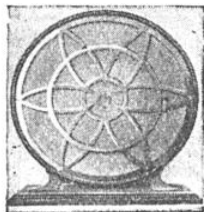
métro Alésia

UN HAUT-PARLEUR DE QUALITÉ

FIDÈLE

APÉVOX

SENSIBLE



PUISSANT

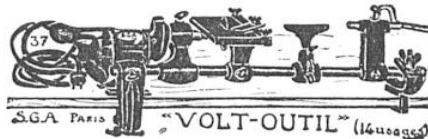
APÉVOX

NET

Lire la description dans le présent numéro.

A. PLANCHON, Constr., 30 bis, Place Bellecour - LYON

Notice contre 0.50

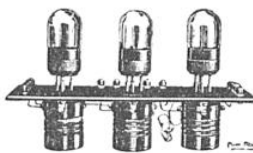
S.G.A.S. ingén.-Const^{rs} 44, rue du Louvre, Paris-1^{er}
Nos machines ont été décrites par « La Science et la Vie »

Qui que vous soyez (artisan ou amateur), **VOLT-OUTIL** s'impose chez vous, si vous disposez de courant-lumière. Il forme 20 petites machines-outils en UNE SEULE. Il perce, scie, tourne, polit, meule, etc..., bois et métaux pour 20 centimes par heure.

SUCCÈS MONDIAL

SPÉCIALITÉ DE BOBINAGES pour LABORATOIRES

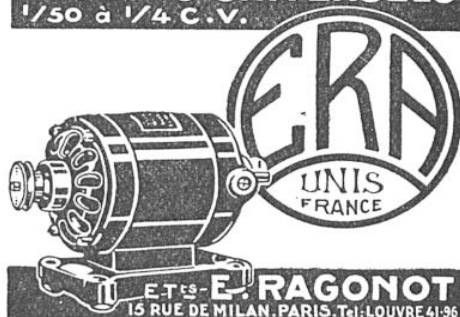
Transformateurs HF — Oscillatrices — Tous transfos moyenne fréquence — Selfs semi-apériodiques — Selfs de choc, etc.

**AMPLIFICATEURS M F** complets, depuis 330 fr.**TRANSFORMATEURS** et filtre séparés, dep. 35 fr.

Catalogue général 37 contenant nombreux schémas et plans de réalisation : France, 0 fr. 50. Étranger, 1 fr. 50.

ATELIERS LAGANT 170-172, Rue de Silly BILLANCOURT (Seine)

Tél.: Molitor 12-01 - Chèques postaux Paris 95.308

MOTEURS UNIVERSELS
1/50 à 1/4 C.V.**AUX VICTIMES DES INCENDIES**Pour **ANNULER LES PERTES** et ramener la prospérité**UNIQUE MOYEN** loyal, honnête & efficace**H. de TERMORI, au VERDON (Gironde)**

Radio-Programmes

EDITE PAR "LE PETIT PARISIEN" LE SEUL QUOTIDIEN DE T. S. F.

Il publie chaque jour, horairement, les programmes des stations de radio-diffusion, ceux des postes d'essais et d'amateurs du monde entier, que vous pouvez entendre.



**Vous y trouverez,
en outre :**

Des informations utiles, des conseils pratiques,
le coin du lecteur, les longueurs d'ondes tenues
à jour, le moyen d'identifier les postes.

EN VENTE PARTOUT
AU
PRIX DE

10 cent.

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

MANUEL-GUIDE GRATIS
INVENTIONS
 BREVETS, MARQUES, Procès en Contrefaçon

H. Boettcher Fils
 Ingénieur - Conseil PARIS
 21, Rue Cambon

DIMANCHE-ILLUSTRÉ

SPÉCIMEN FRANCO SUR DEMANDE
 20, Rue d'Enghien, PARIS



MAGAZINE ILLUSTRÉ EN COULEURS
 POUR LES GRANDS ET LES PETITS
 AMUSANT - DOCUMENTAIRE - INSTRUCTIF
 16 pages - PRIX : 50 cent.



A B O N N E M E N T S

	3 mois	6 mois	1 an
France, Colonies et Régions occupées.	6 frs	12 frs	24 frs
Belgique.	9 frs	18 frs	35 frs
Etranger.	15 frs	28 frs	55 frs

SOURD qui voulez entendre !
 Ecrivez au Directeur des Etablissements de Prothèse auriculaire, 16, boul. Magenta, à Paris, qui vous enverra gratuitement sa brochure illustrée, expliquant clairement et prouvant scientifiquement l'action salutaire et efficace de l'ACOUSTISONOR.



TIMBRES DES MISSIONS

Au kilo, par paquets de 500, 250, 125 grammes. Beaucoup d'Afrique du Nord. Notice gratis. Bien des kilos. Annonces ordinaires. "Timbres Missions". Boîte 268, Casablanca.

LE NUMÉRO
 SPÉCIAL
Omnia-Salon

ÉDITION
 DE GRAND LUXE

sera un événement sensationnel pour tous les automobilistes.



Mise en vente en Octobre, au prix de
25 francs



ÉLECTRICITÉ

Toutes fournitures générales

PRIX SANS CONCURRENCE
 Album franco G sur demande

JEAY, 9, Rue Meslay, Paris

INVENTEURS
 Pour vos
BREVETS
 Adr. vous à: WINTHER-HANSEN, Ingénieur-Conseil
 35, Rue de la Lune, PARIS (2^e) Brochure gratis!

INVENTIONS ET RÉALISATIONS FINANCIÈRES

SOCIÉTÉ D'ÉTUDE ET DE VALORISATION EN PARTICIPATION

22, rue d'Athènes, 22 - PARIS (9^e) — Téléphone : Louvre 50-06

Brevets d'invention en France et à l'Étranger. — Toutes opérations relatives à la Propriété industrielle. — Négociation des brevets. — Valorisation des inventions. — Recherche de capitaux. — Constitution de Sociétés industrielles.



Le DENTOL (eau, pâte, poudre, savon) est un dentifrice à la fois souverainement antiseptique et doué du parfum le plus agréable. — Créé d'après les travaux de Pasteur, il raffermi les gencives. En peu de jours, il donne aux dents une blancheur éclatante. Il purifie l'haleine et est particulièrement recommandé aux fumeurs. Il laisse dans la bouche une sensation de fraîcheur délicieuse et persistante.

Le **DENTOL** se trouve dans toutes les bonnes maisons vendant de la parfumerie et dans toutes les pharmacies.

Dépôt général : Maison FRÈRE, 19, Rue Jacob, Paris

CADEAU Il suffit de retourner à la MAISON FRÈRE, 19, rue Jacob, Paris (6^e), la présente annonce de *La Science et la Vie*, sous enveloppe affranchie à 0 fr. 50, en indiquant lisiblement son nom et son adresse, pour recevoir gratis et franco un échantillon de **Dentol**.

R. C. SEINE 124.350

INSTITUT DE MÉCANIQUE & D'ÉLECTRICITÉ PAR CORRESPONDANCE

DE

l'Ecole du Génie Civil

(23^e année) 152, avenue de Wagram, PARIS-17^e (23^e année)

Les prix comprennent la fourniture des cours, des devoirs et leur correction

MÉCANIQUE GÉNÉRALE

DIPLOMES D'APPRENTIS ET OUVRIERS

Arithmétique, géométrie, algèbre (Notions). — Dessin graphique. — Technologie de l'atelier. — Ajustage.
Prix de cette préparation 185 fr.

DESSINATEURS ET CONTREMAITRES D'ATELIER

Arithmétique. — Algèbre. — Géométrie pratique. — Notions de physique et de mécanique. — Eléments de construction mécanique. — Croquis coté et dessin industriel. — Technologie.
Prix de la préparation 325 fr.

CHEFS D'ATELIER ET CHEFS DE BUREAU DE DESSIN

Arithmétique. — Algèbre. — Géométrie. — Trigonométrie. — Physique. — Mécanique. — Résistance des matériaux. — Règle à calcul. — Construction mécanique. — Outillage et machines-outils. — Croquis coté et dessin industriel.
Prix de la préparation 600 fr.

SOUS-INGÉNIEURS DESSINATEURS ET SOUS-INGÉNIEURS D'ATELIER

Compléments d'algèbre et de géométrie, de résistance des matériaux, de construction mécanique. — Cinématique appliquée. — Règle à calcul. — Electricité industrielle. — Machines et moteurs.
Prix de cette préparation 800 fr.

INGÉNIEURS DESSINATEURS ET INGÉNIEURS D'ATELIER

Eléments d'algèbre supérieure. — Mécanique théorique. — Mécanique appliquée. — Résistance des matériaux. — Usinage moderne. — Construction mécanique. — Règle à calcul. — Construction et projets de machines-outils. — Machines motrices. — Croquis coté. — Dessin industriel. — Electricité.
Prix de la préparation 1.250 fr.

DIPLOME SUPÉRIEUR

Préparation ci-dessus, avec en plus : Calcul différentiel. — Calcul intégral. — Géométrie analytique. — Mécanique rationnelle. — Résistance des matériaux. — Physique industrielle. — Chimie industrielle. — Géométrie descriptive.
Prix de ce complément 600 fr.

ÉLECTRICITÉ

DIPLOME D'APPRENTI-MONTEUR

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) CONTREMAITRE-ÉLECTRICIEN

Notions d'arithmétique, algèbre, géométrie et physique. — Electricité industrielle. — Dessin électrique. — Prix 250 fr.

b) DESSINATEUR-ÉLECTRICIEN

Même préparation que ci-dessus, avec en plus : compléments de dessin. — Technologie du dessin électrique. — Résistance des matériaux. — Arithmétique. — Géométrie et algèbre pratiques. — Notions de mécanique. — Règle à calcul.
Prix du complément de préparation 250 fr.
De l'ensemble a et b 450 fr.

c) CONDUCTEUR-ÉLECTRICIEN

Arithmétique. — Algèbre. — Géométrie. — Physique. — Trigonométrie. — Mécanique. — Résistance des matériaux. — Règle à calcul. — Technologie de l'atelier. — Construction mécanique. — Machines industrielles. — Electricité industrielle. — Dessin. — Prix 700 fr.

d) SOUS-INGÉNIEUR ÉLECTRICIEN

Même préparation que conducteur, avec en plus : Chimie. — Physique. — Dangers des courants. — Unités. — Conduites des appareils. — Bobinage. — Notions d'hydraulique. — Mesures. — 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. — Projets. — Prix 1.250 fr.

f) DIPLOME SUPÉRIEUR

Même préparation que ci-dessus, avec en plus : Mathématiques supérieures. — Mécanique rationnelle. — Electrotechnique. — Installation d'usines hydroélectriques. — Mesures.
Prix de cette partie. 500 fr. | Prix de e et f. 1.600 fr.

CHEMINS DE FER, MARINE, ÉCOLES

Préparation à tous les programmes officiels.

COURS SUR PLACE

L'ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL, 152, avenue de Wagram, Paris, répondra par lettre à toute demande complémentaire accompagnée d'un timbre pour la réponse.

Les prix indiqués sont pour le paiement par mois. — En payant au comptant, il est fait une réduction de 20 0/0.

L'École Universelle

par correspondance de Paris

la plus importante école du monde, vous offre les moyens d'acquérir chez vous, sans quitter votre résidence, sans abandonner votre situation, en utilisant vos heures de loisirs, avec le minimum de dépense, dans le minimum de temps, les connaissances nécessaires pour devenir :

**INGÉNIEUR,
SOUS-INGÉNIEUR,
CONDUCTEUR,
DESSINATEUR,
CONTREMAÎTRE,
Etc....**

dans les diverses spécialités :

**Électricité
Radiotélégraphie
Mécanique
Automobile
Aviation
Métallurgie
Mines
Travaux publics**

**Architecture
Béton armé
Chauffage central
Topographie
Industrie du froid
Chimie
Exploitation agricole
Agriculture coloniale**

Demandez l'envoi gratuit de la Brochure n° 2130.

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° 2139.

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. L., Ingénieur-Directeur

12, rue Du Sommerard et 3, rue Thénard
PARIS (V^e)

Polygone et Ecole d'Application
ARCUEIL-CACHAN, près Paris

1^o ÉCOLE DE PLEIN EXERCICE

RECONNUE PAR L'ÉTAT, AVEC DIPLOMES OFFICIELS D'INGÉNIEURS

900 élèves par an - 119 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

3^o Ecole supérieure de Mécanique
et d'Electricité

Diplôme d'Ingénieur Electricien

4^o Ecole supérieure de Topographie

Diplôme d'Ingénieur Géomètre

5^o Ecole supérieure du Froid industriel

Diplôme d'Ingénieur Frigoriste

SECTION ADMINISTRATIVE :

Pour la préparation aux grandes administrations techniques
(Ingénieur des Travaux publics de l'Etat, de la Ville de Paris, etc...)

Les Concours d'admission ont lieu, chaque année, en deux sessions :

la 1^{re}, dans la première quinzaine de Juillet ; la 2^e, dans la deuxième quinzaine de septembre.

2^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-sept ans, sous le nom d'ÉCOLE CHEZ SOI, l'Enseignement par Correspondance pour ingénieurs et techniciens, qui est donné au moyen de Cours imprimés ayant une réputation mondiale et représentant, à eux seuls, le prix de l'enseignement.

La méthode d'Enseignement par Correspondance, l'ÉCOLE CHEZ SOI, n'a, d'ailleurs, pas d'analogue dans aucun pays, et les diplômes d'Ingénieurs délivrés, bien que non officiels, ont la même valeur que ceux obtenus par l'ÉCOLE DE PLEIN EXERCICE, sur laquelle elle s'appuie et qu'elle est seule à posséder.

DIPLOMES ET SITUATIONS AUXQUELS CONDUIT L'ENSEIGNEMENT

1^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...

Notices, Catalogues et Programmes sur demande adressée à l'

ÉCOLE DES TRAVAUX PUBLICS

12 et 12^{bis}, rue Du Sommerard, Paris (5^e)

en se référant de “La Science et la Vie”