

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

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

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

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

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

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

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

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

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

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

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

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

Notice du Volume	
Auteur(s) volume	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Volume	Tome 35. n. 140. Février 1929
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1929
Collation	1 vol. (LII p.-p.[87-174]) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 140
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.140

France et Colonies : 4 fr.

N° 140. - Février 1929

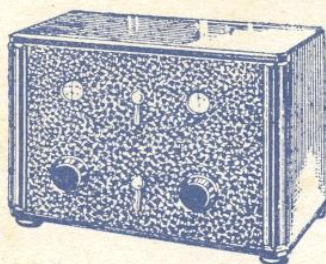
LA SCIENCE ET LA VIE



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

Du meilleur marché...

SICRA



SICRA-JUNIOR
au
plus somptueux..



SICRA-VII Meuble

Demandez les Notices

L'usine de la SICRA est la plus
importante usine européenne pour
la construction du matériel amateur
de T. S. F.



SICRA

Récepteurs normaux :

de montage perfectionné et de
construction très soignée.

SICRA-Junior, à 4 lampes, sur
antenne, montage neutrodyne
à bigrille. Prix : fr. **495**

SICRA-Senor, à 6 lampes, sur
cadre, montage à changement de
fréquence par bigrille. Prix : fr. **700**
Cadre. Prix : fr. **150**
**

Récepteurs de luxe :

les plus beaux appareils réalisés
à ce jour.

SICRA-IV, à 4 lampes, sur
antenne, montage neutrodyne à
bigrille. Prix : fr. **1.650**

SICRA-VII, à 7 lampes, sur
cadre, montage à changement
de fréquence par bigrille, avec
moyenne-fréquence neutrodynée
Prix avec cadre : fr. **3.800**

SICRA-VII Meuble, à 7 lam-
pes, sur cadre.
Prix avec tous accessoires : fr. **8.000**
**

Récepteurs portatifs :

réunissant le maximum de commo-
dités à une présentation luxueuse.

SICRA-Valise, à 6 lampes, sur
cadre, montage à changement
de fréquence par bigrille.
Prix avec tous accessoires : fr. **3.000**
**

Pièces détachées :

Série variée, de construction exception-
nellement soignée.

**SOCIÉTÉ INDÉPENDANTE
DE CONSTRUCTIONS RADIOÉLECTRIQUES
POUR AMATEURS**

78 et 80, Route de Châtillon à Malakoff (Seine)
Capital : 3,500,000 francs

Téléph. : Vaug. 32.92 C. Ch. Post. : Paris 1154-94
(3 lignes) R. C. Seine : 226-176 B.

Agents Demandés

L'ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE

DE

L'École du Génie CivilDirecteur : J. GALOPIN, , I, Ingénieur CivilPLACÉE SOUS LE HAUT PATRONAGE DE L'ÉTAT (25^e Année)152, Avenue de Wagram — PARIS (17^e)

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

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

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

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

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

Principales sections de l'École :

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

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

COMPRESSEURS LUCHARD

HAUTE PRESSION
BASSE PRESSION
COMPRESSEURS SPÉCIAUX

Établ^{ts} LUCHARD

*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



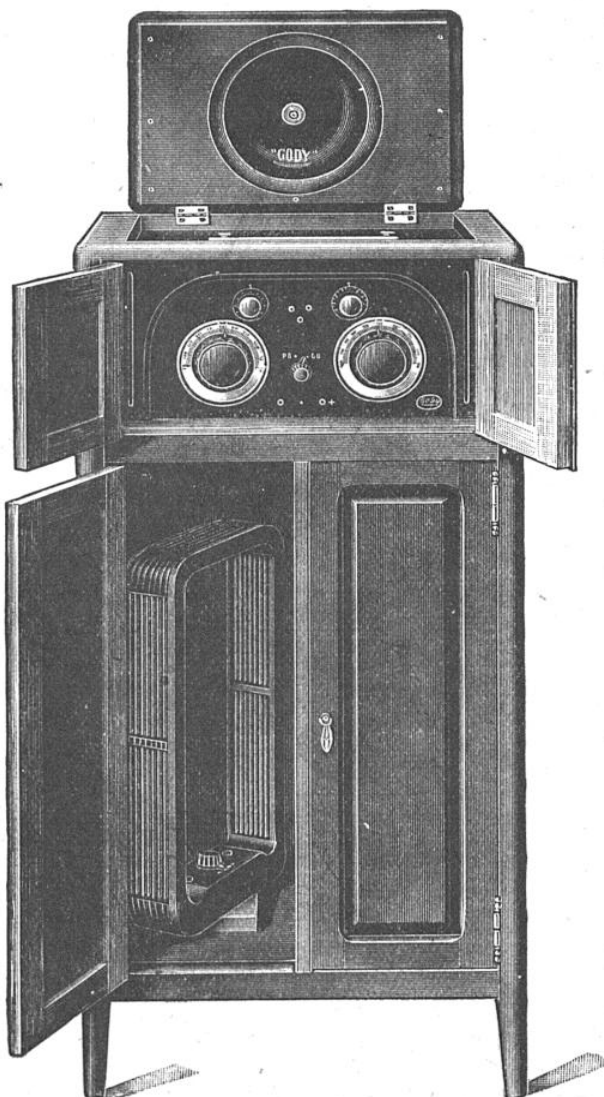
"Radiola"

79, B^d HAUSSMANN - PARIS

vente à crédit aux conditions les plus avantageuses

GODY

SPÉCIALISÉ EN T.S.F. DEPUIS 1912

FOURNISSEUR BREVETÉ DE LA
COUR ROYALE DE ROUMANIEvous recommande
son

G.6 Ter

== POSTE ==

6 LAMPES

Changeur de Fréquence



Nu.. .. 700 fr.

Complet.. .. 1.485 fr.

Le même, dans le meuble ci-contre
en acajou massif, verni au tampon :

3.000 fr.

(AVEC TOUS ACCESSOIRES)

UNE PETITE MERVEILLE

TOUS RENSEIGNEMENTS
ET NOTICES GRATUITES AUX

Etablissements GODY, à AMBOISE

SUCCURSALES à PARIS, 24, boulevard Beaumarchais (Téléph. : Roquette 24-08);

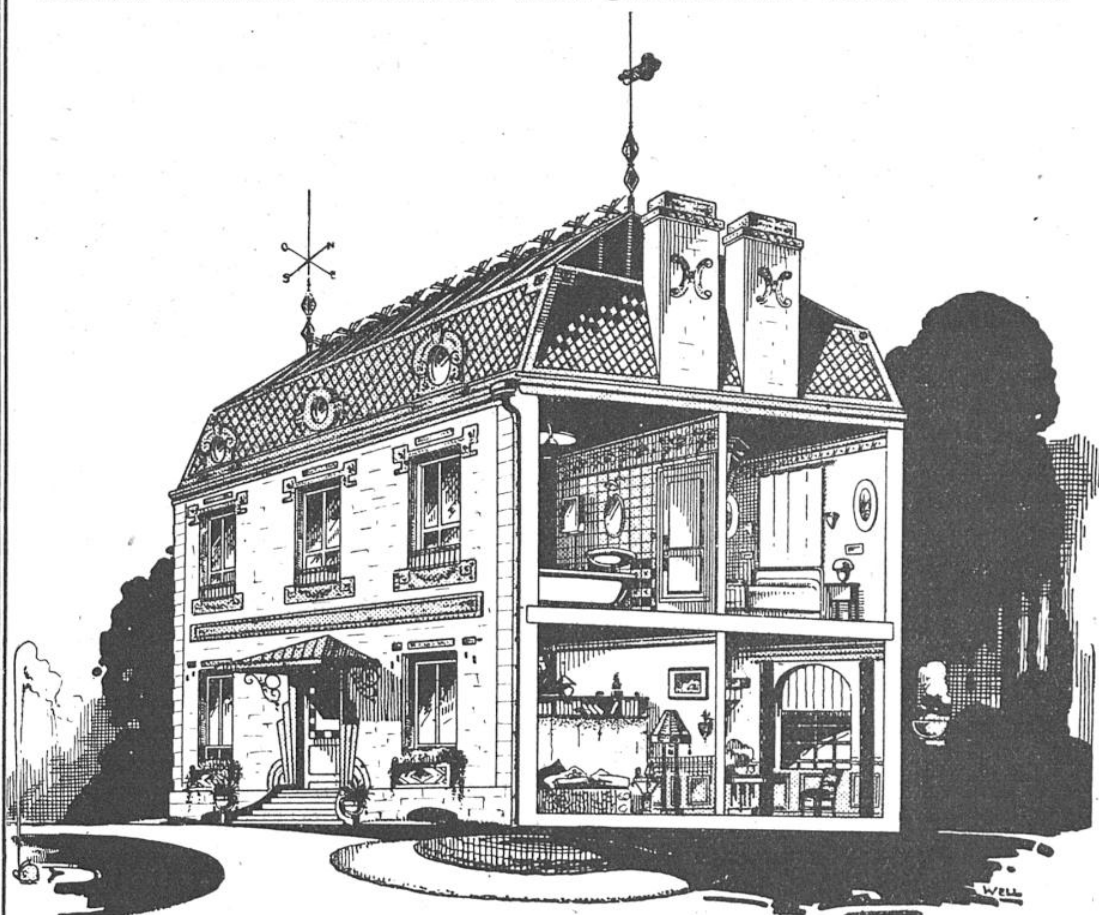
ORLÉANS, 225, rue de Bourgogne (Téléphone : 35-11); ANGERS, 49, rue du Mail (Téléphone : 5-65);

POITIERS, 68, rue de la Cathédrale (Téléphone : 8-57); TOURS, 6, place Michelet (Téléphone : 21-01);

CLERMONT-FERRAND, 29, rue Georges-Clemenceau (Téléphone : 17-52)

ET CHEZ TOUS NOS AGENTS ET DÉPOSITAIRES

Toutes les applications du **ZINC** à la maison
SONT RÉALISÉES PAR LA
COMPAGNIE ROYALE ASTURIENNE DES MINES



ÉLÉMENTS DE COUVERTURE ET ACCESSOIRES
TOUS MOTIFS DÉCORATIFS INTÉRIEURS ET EXTÉRIEURS

Le **ZINC**, par son **PRIX**, sa **LÉGÈRETÉ** et sa **DURÉE** (due à sa résistance à l'action corrosive de l'atmosphère), remplace avantageusement le **CUIVRE**, le **BRONZE**, le **PLOMB** et le **FER**, dont il peut prendre la teinte et la patine et épouser tous les usages.

Demandez à votre architecte ou à votre entrepreneur de nous consulter pour tout ce qui concerne la couverture, la décoration et l'aménagement de votre maison.

NOTICES GRATUITES FRANCO SUR DEMANDE A LA

COMPAGNIE ROYALE ASTURIENNE DES MINES
1, rue du Cirque, PARIS-8^e

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).

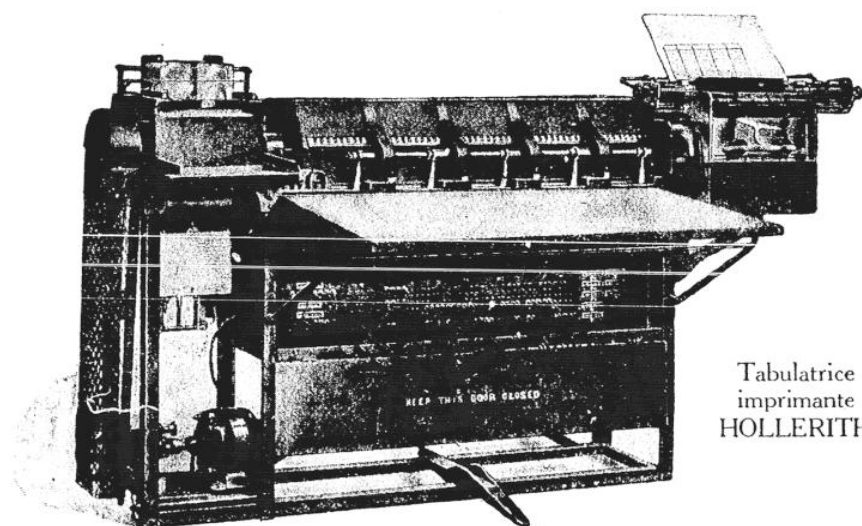
La clarté dans les affaires

GRACE AUX

**MACHINES A STATISTIQUES
ET COMPTABLES**

HOLLERITH

Les meilleures
Les plus souples
Les machines qui paient



Tabulatrice
imprimante
HOLLERITH

Brochures et Etudes sans frais ni engagement

SOCIÉTÉ INTERNATIONALE DE MACHINES COMMERCIALES

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

R. C. Seine 147.080

TOUS SPORTS ET JEUX — T. S. F.

ACCUMULATEURS

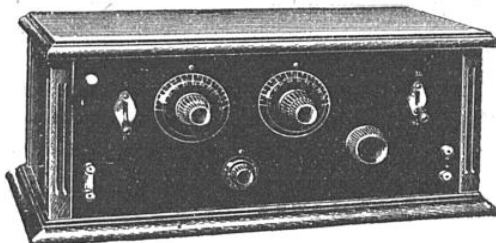
FILS

LAMPES

POSTES
RÉCEPTEURS

CASQUES

etc., etc...



AMPLIFICATEURS

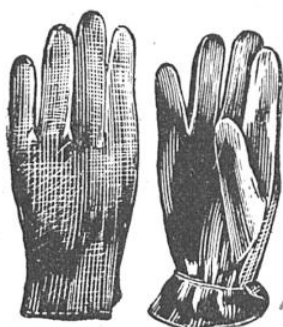
HAUT-PARLEURS

PILES

TOUTES PIÈCES
DÉTACHÉES

Auditions, de 5 heures à 7 heures

CATALOGUE illustré S. V. (200 pages, 1.000 gravures, 10.000 articles), franco sur demande



GANTS spéciaux en chamois, dessus de la main ventilé, main gauche renforcée, peau blanche. Haute nouveauté. *La paire* 59. »



CHAUSSURES cuir gras, semelle cousue, bombée, forme "MAC-GREGOR". Article très résistant et recommandé. *La paire* 68. »

CHAUSSURES "CAMBRIAN MEB" légères, confortables, durables, tige souple en veau naturel, bout rapporté cuir durci, semelles arrondies, crampons coniques. *La paire* 115. »



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

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



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

Type **Champion**, 12 sect. 110. »

Briton 85. »

Glory 90. »

Queen Meb 80. »

CLUBS DE GOLF

"FORGAN"

CROWN SELECTED

Driver, Brassie, Spoon :

135. »

Mid-Iron, Mashie, Mashie-Niblick, Niblick-Géant, Putter : 125. »

Grand choix de Caddies : 70. » à 1.300. »

SACS

pour

cannes de golf,

tissu spécial

imperméable

et très résis-

tant .. 220. »

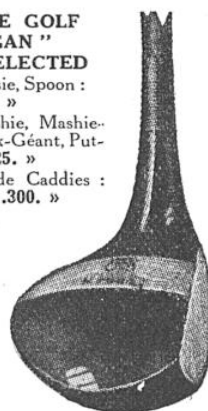
Le même, avec

fermeture

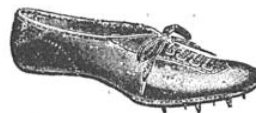
métallique

"Eclair" :

380. »



Toutes marques de balles en magasin



SOULIERS à pointes courtes pour le cross-country, en vachette box, à pointes forgées à la main, longueur 1 cm. 1/2, noirs, œillets blancs, sans talon, semelle acier, type perfectionné. *La paire* 70. »

Les mêmes, à pointes longues pour la piste, élégants, solides, à pointes forgées à la main, longueur 2 cm. 1/2, box-calf noir extra-supérieur, 1^{er} choix, cousu chausson main, avec talon et courroie, semelle acier, type nouveau modèle. *La paire* 87. »

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

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

Catalogue S. V. : SPORTS ET JEUX, 496 pages, 8.000 gravures, 25.000 articles ; franco : 5 francs

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

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

5 LAMPES en 1929 = 8 LAMPES en 1928

EN EFFET AVEC NOTRE POSTE

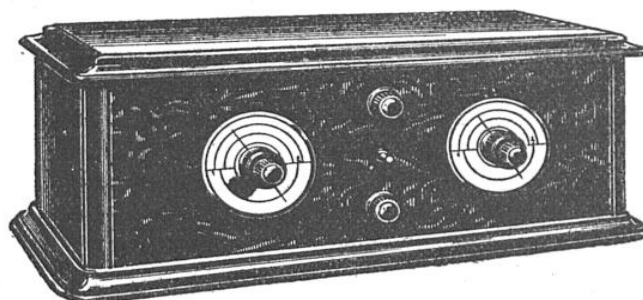
SELECT HÉTÉRODYNE MODÈLE - 1929 -

employant les lampes nouvellement apparues sur le marché, vous obtiendrez des résultats équivalents en puissance à ceux obtenus avec n'importe quel poste à 8 lampes et d'une pureté incomparablement supérieure.

Pour vous convaincre, des auditions sont faites chaque jour à Paris, en notre Salon, **10, Place Vintimille**, ainsi que tous les jeudis soir, de 21 h. à 23 heures.

En Province, chez nos Agents, dans chaque grande ville
(ADRESSE SUR DEMANDE)

NOTICE
GRATUITE
sur
demande



CATALOGUE
GÉNÉRAL
contre :
France . 1.50
Etranger 2.50

E^{ts} MERLAUD & POITRAT

Usine et Bureaux : 5, RUE DES GATINES, PARIS - Tél. MÉNILMONTANT 70-94

PUBL. G. TANNEUR

Si vous savez mesurer
avec un mètre vous pouvez
avec la même facilité vous servir
de cette règle à calcul.

LA RÈGLE À CALCULS DE POCHÉ
"MARC"

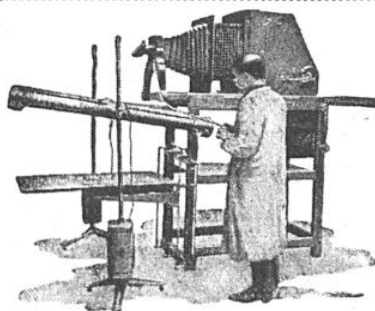
Grandeur réelle. Epaisseur: $3\frac{m}{m}$

La règle en celluloïd, livrée avec étui peau 30 fr.
et mode d'emploi :

Elle est étudiée pour votre poche et aussi indispensable que votre stylo

DÉTAIL : Maisons d'appareils de précision, Papetiers, Opticiens, Libraires

GROS :
CARBONNEL & LEGENDRE
FABRICANTS
12, rue Condorcet, PARIS (9^e)
Tél. : Trudaine 83-13



Le REPROJECTOR

donne directement et rapidement, sur le papier, donc sans clichés, des copies photographiques impeccables, en nombre illimité, de tous documents : dessins, plans, esquisses, pièces manuscrites, contrats, chèques, comptes courants, gravures, dentelles, tissus.

Il réduit ou agrandit automatiquement à l'échelle jusqu'à cinq fois; photographie le document aussi bien que l'objet en relief; utilise le papier en bobine aussi bien que la plaque sèche (le papier en bobine se déroule automatiquement devant l'objectif); projette les corps opaques aussi bien que les clichés sur verre. Simplicité de fonctionnement. Pas d'apprentissage spécial.

Démonstrations, Références, Notices : **DE LONGUEVAL & C^{ie}, const^{rs}, 17, rue Joubert, Paris**

TOUT LE MONDE PEUT DESSINER

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

La méthode appliquée par l'A. B. C. utilise tout simplement l'habileté graphique que vous avez acquise en apprenant à écrire et vous permet ainsi d'exécuter, dès votre première leçon, des croquis d'après nature fort expressifs. Enfin, vous pourrez aujourd'hui, grâce à notre méthode, apprendre *très rapidement* à dessiner sans subir de longues et fastidieuses études. Même si vous êtes débutant, quels que soient votre âge, votre lieu de résidence, vos occupations, vous pouvez, dès maintenant, suivre les cours de l'Ecole A. B. C. en recevant par correspondance les leçons de ses éminents professeurs. En dehors des leçons traitant du dessin en général, vous pouvez vous spécialiser dans le genre de dessin qui a vos préférences : le croquis, la caricature, le paysage, le dessin d'illustration pour livres et journaux, le dessin de modes, le dessin pour annonces et affiches, la décoration, etc., etc...



Croquis rapide, d'un beau mouvement, pris par un de nos élèves, à son sixième mois d'études.



Après six mois d'études, un de nos élèves a exécuté ce croquis directement au stylo.

ALBUM D'ART OFFERT GRATUITEMENT

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

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

ÉCOLE A. B. C. DE DESSIN (Studio 9)

12, rue Lincoln (Champs-Élysées), PARIS


LES ÉTABLISSEMENTS
RADIO-PLAIT

39, RUE LAFAYETTE - PARIS - OPERA
 / UCC : 104, RUE DE RICHELIEU - PARIS - BOURSE
vous offrent un
CHOIX IMMENSE
DE POSTES DE TOUTES MARQUES

N'hésitez pas à venir les entendre dans nos
SALONS D'AUDITION-VENTE
(les plus agréables et les mieux agencés de Paris)
et vous pourrez choisir en toute certitude, guidés
d'ailleurs des conseils d'un personnel d'élite.

TOUS
 ACCESSOIRES /
 DE T. S. F.
TOUTES
 PIÈCES /
 DÉTACHÉES

... LE POSTE
 DONT
 VOUS RÊVEZ !



CATALOGUE 1929 GRATUIT

Les deux Frères



INOXYTYL

LE STYLO POUR TOUS

Plume acier durci inoxydable



MINOXYTYL

Portemine

inoxydable et indérégable

INOXYTYL 12.50
 MINOXYTYL 7.50

Les deux pièces :

20 frs

FRANCO FRANCE ET COLONIES

Etranger : 25 francs

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

Le MINOXYTYL
 est livré avec six mines noires

SERTIC

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

Compte chèque postal : Paris 737.30



vitez le gaspillage et les corvées!

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

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

SUPPRIMEZ
ce gaspillage de temps et d'argent

AVEC UN

APPAREIL D'ALIMENTATION

BARDON

SUR COURANT ALTERNATIF

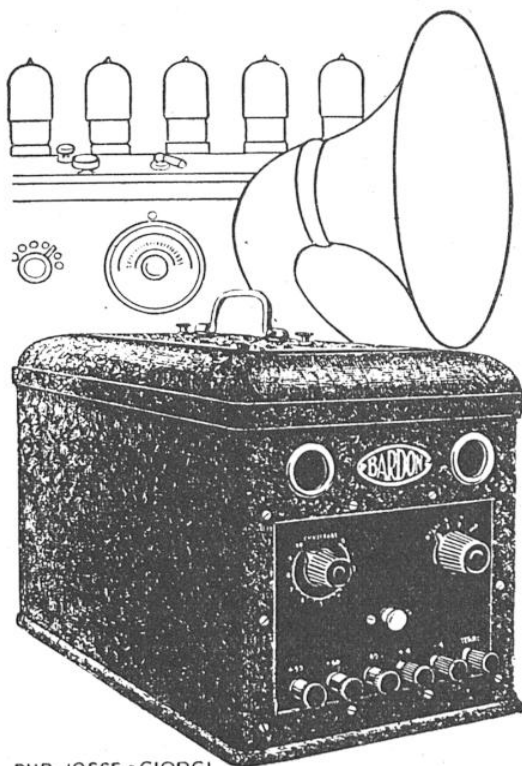
Il remplace piles et accus

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

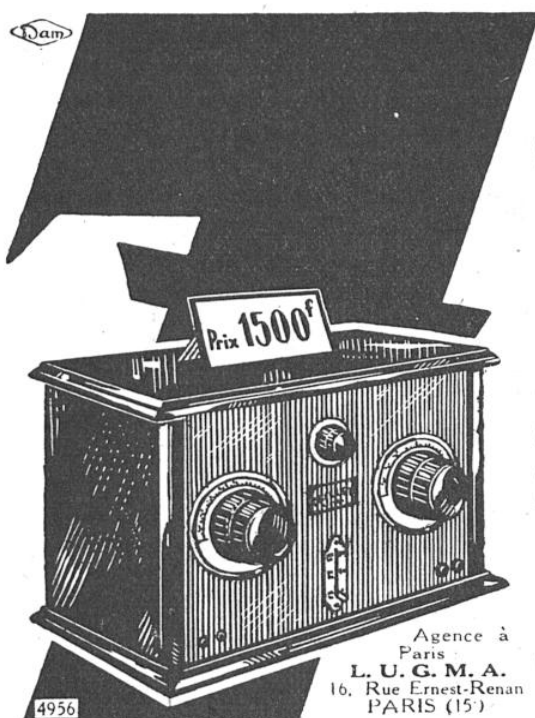
AVANTAGES. — Réception aussi pure qu'avec les accus. - 4 centimes par heure d'écoute pour un Superhétérodyne 7 à 8 lampes. Se branche instantanément à la place des batteries.

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

NOTICES FRANCO SUR DEMANDE AUX
Etab^{ts} BARDON 61, boul. Jean-Jaurès, CLICHY
Tél. Marcadet 63-10 et 63-11



PUB. JOSSE & GIORGI



Agence à
Paris
L. U. G. M. A.
16, Rue Ernest-Renan
PARIS (15)

raisons de préférer un Grillet-Sept

à tout autre superhétérodyne

- 1° - Le haut rendement de son changement de fréquence à hétérodyne séparée
- 2° - Pas d'oscillatrice à changer pour passer des P O aux M. O. et aux G. O.
- 3° - Sélectivité extrême par l'étalonnage rigoureux des tesla et transfo M. F et par le blindage séparé de chaque élément.
- 4° - La sensibilité telle qu'en plein jour aux environs de Paris on peut recevoir un grand nombre de postes européens.
- 5° - La qualité de ses étages B. F avec polarisation séparée permettant une réception des plus fidèles ;
- 6° - Son faible encombrement : $420^{\text{mm}} \times 270^{\text{mm}} \times 220^{\text{mm}}$
- 7° - Son élégante présentation et son prix intéressant.

Demandez la notice spéciale S envoyé franco

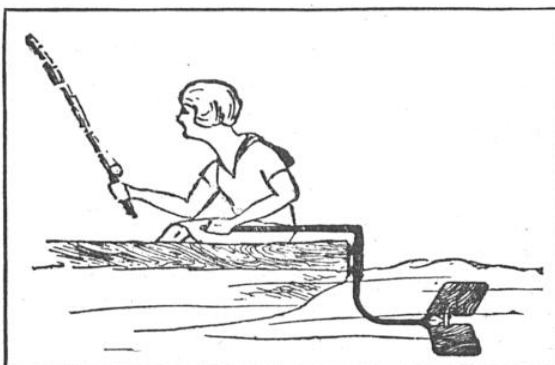
CONSTRUCTIONS RADIO-ELECTRIQUES

GRILLET

ANNECY

Pour la Promenade, la Pêche
et pour la Chasse sur l'eau

LA QUEUE DE POISSON



Le propulseur LA QUEUE DE POISSON, dont chacun peut se servir sans apprentissage préalable, permet d'avancer et de se diriger avec la même vitesse et la même sûreté qu'avec des rames. A la fois propulseur et gouvernail, il permet de se diriger face à la route. Il est le seul moteur absolument silencieux. Il est indé réglable, amovible, léger (3 k. 500) et le moins cher :

Prix : 275 fr.

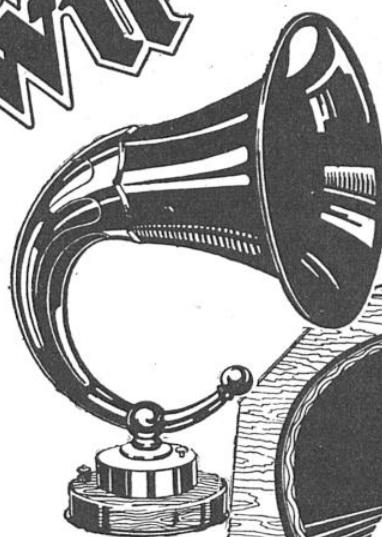
Ecrire à l'agent général de LA QUEUE DE POISSON
9bis, passage Ménilmontant, PARIS-XI^e

Brown

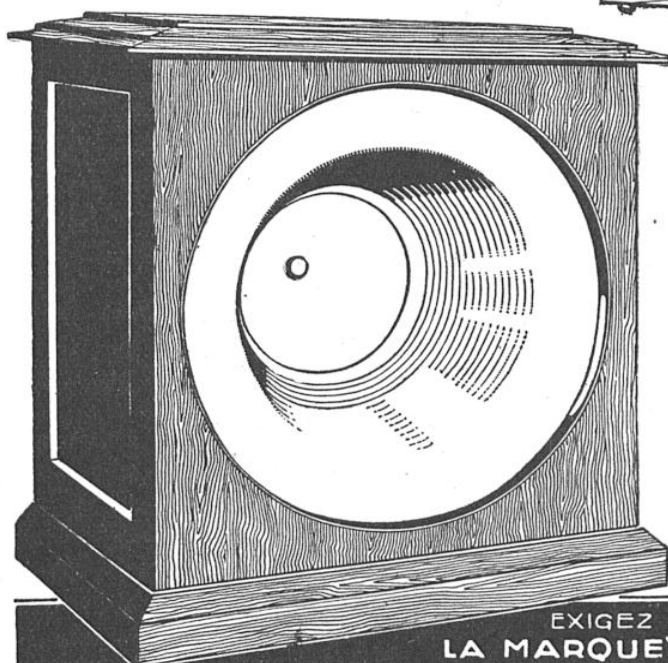
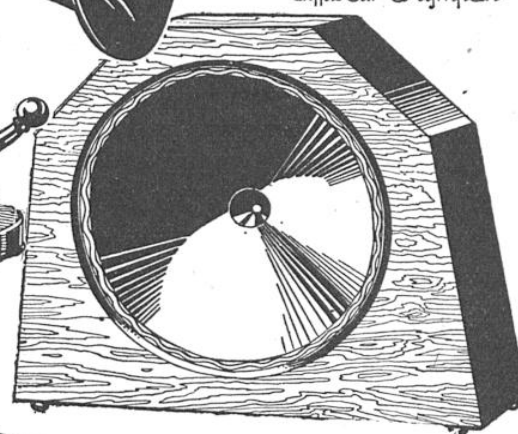
**SUPER-
STANDARD**

La supériorité des appareils
BROWN s'affirme dans tous
les domaines.

CUBIST
système électrodynamique



MASCOT
diffuseur à tympan



Ces trois appareils, basés sur
des principes différents, pos-
sèdent au plus haut degré les
trois qualités fondamentales
suivantes :

Sensibilité Puroté

Enorme volume de son

EXIGEZ SUR TOUS LES APPAREILS
LA MARQUE "Brown" en lettres gothiques

CATALOGUE COMPLET FRANCO en se référant de *La Science et la Vie*

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

PUISSANCE. SOUPLESSE. ÉCONOMIE

**LE VAPORISEUR
LE CARBONE**



**ATOMISE ET VAPORISE
L'ESSENCE**

RÉGULARISE LE DÉBIT

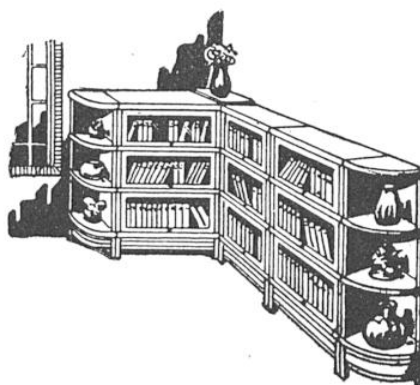
BREVETÉ EN FRANCE ET À L'ÉTRANGER. M. S. 10.116.

SOCIÉTÉ "LE CARBONE" GENNEVILLIERS
CAPITAL 2.800.000 FRANCS

BIBLIOTHÈQUE M.D

9, rue de Villersexel, 9 - PARIS-7^e

— Téléphone : Littré 11-28 —



**Bibliothèques extensibles
et transformables à tous moments**



Demandez notre **catalogue 71** envoyé
gratuitement avec le tarif complet

.....
FACILITÉS DE PAIEMENT

En quoi le “ **Système Pelman** ” peut-il m’être utile ?

TELLE est la première question de ceux qui s’adressent à nous pour suivre notre cours par correspondance.

Voulez-vous notre réponse ? Retournez-nous rempli le questionnaire ci-dessous, et nous vous dirons, à titre gracieux, sans que cette consultation vous lie, ce que vous pouvez personnellement attendre du SYSTÈME PELMAN.

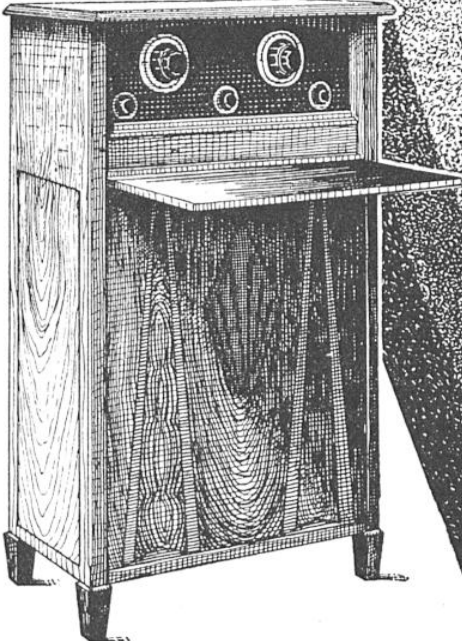
Déjà notre commentaire de vos réponses vous sera un gain matériel et moral appréciable : quel profit ne retireriez-vous pas de l’étude intégrale de notre cours ! C’est alors que s’offrira à vous une nouvelle manière de vivre, à la fois plus riche et plus heureuse.

QUESTIONNAIRE

à retourner rempli à l’INSTITUT PELMAN, 33, rue Boissy-d’Anglas, Paris-8^e

1. Lisez-vous aisément un ouvrage ou un article sérieux ?
2. Que retenez-vous des livres que vous lisez, des pièces que vous voyez jouer ?
3. Avez-vous l’habitude d’achever un travail ?
4. Redoutez-vous la contradiction ?
5. Savez-vous convaincre les indifférents ?
6. Et ceux qui vous sont opposés ou hostiles ?
7. Eprenez-vous un sentiment de malaise ou d’infériorité en présence de certaines personnes ?
8. Résolvez-vous facilement les difficultés de l’existence ?
9. Les luttes que vous avez soutenues vous ont-elles grandi ou amoindri ?
10. Avez-vous, autant que vous l’auriez pu, amélioré votre situation, ces deux dernières années ?

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....



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

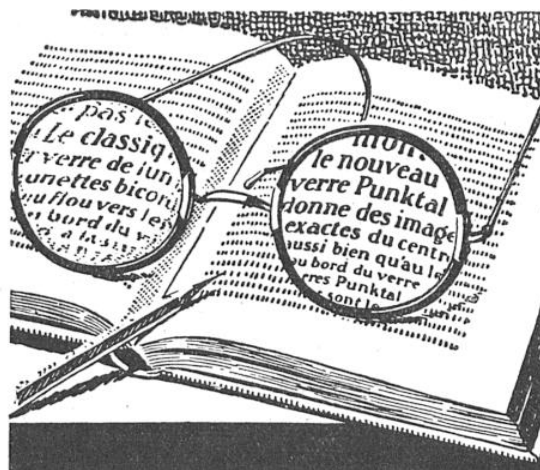
AROPHONE
Ensembles radiophonographiques comprenant un pick-up avec amplificateur électrique combiné avec un **ARODYNE**
8 lampes.

MEUBLES DE STYLE

ARODYNE
GABRIEL GAVEAU ET C^e
RADIOPHONIE

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

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



Pourquoi fatiguer vos yeux

avec des verres correcteurs de qualité inférieure, tels que celui de gauche ? Si vous ne regardez pas par le centre, l'image vous apparaît déformée. Au contraire, le verre de droite offre un grand champ parfaitement net, quelle que soit la direction du regard. C'est un **Verre Punktal Zeiss**. Quand vous les aurez essayés une fois, vous ne voudrez plus porter d'autres verres.

ZEISS

Punktal

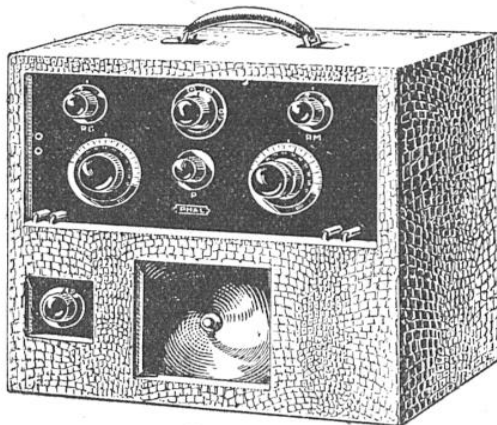
“ Rien de mieux pour vos yeux ”

Les verres Punktal ZEISS sont en vente chez les bons opticiens, qui en assurent l'adaptation rigoureuse. Envoi franco de la brochure illustrée « Punktal 353 » par le représentant pour la France :

SOCIÉTÉ OPTICA

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





LE Super PHAL

6 lampes - TYPE 29 -

en coffret-valise, complet à 2.000 fr.

**est le seul poste
dont la sélectivité
soit prouvée**

HC 65984



L'an mil neuf cent vingt huit, le TROIS
DECEMBRE.

A la requête de la Société des Postes de
T.S.F. PHAL, dont le siège est à Paris,
7 rue Darboy.

Je, Henri Alexandre DAUTIER, huissier audiencier
au Tribunal Civil de la Seine, séant à Paris, y
demeurant, 6 Boulevard Beaumarchais, soussigné,

Me suis transporté, accompagné d'un ingénieur
de ladite société, porteur d'un poste SUPER PHAL,
type 29, No de série 3402-48, au pied de l'antenne
du poste de RADIO-PARIS à CLICHY ..

Un premier essai a eu lieu, entre les numéros
3 et 5 de l'impasse du Mur, à environ 30m. du
milieu de l'antenne, à SEIZE heures 10'. Le
commutateur de cadre fixé à la position grandes
ondes, le condensateur de droite (d'hétérodyne)
fixé à la position 59, un déplacement de 5 divisions
sur le condensateur de gauche (cadre) faisant
alternativement et à volonté passer de l'écoute
de RADIO-PARIS à celle de DAVENTRY, chacune d'elle
est absolument distincte de l'autre, sans aucune
interférence. L'identification de DAVENTRY a été
donnée par les mots "LONDON CALLING", celle de
RADIO-PARIS, par le nom de la station.

Un deuxième essai a eu lieu, rue du Général
Roguet, à environ 15m. du pylône ouest de l'antenne:
le résultat a été identique, la séparation des
deux postes étant complète.

La disposition des lieux m'a empêché de me
rapprocher davantage de l'antenne, celle-ci se
trouvant dans une propriété entièrement close
de murs.

De tout ce que dessus, j'ai fait et rédigé le
présent procès-verbal de constat pour servir et
valoir ce que de droit.

Coût : SOIXANTE DIX SEPT FRANCS 35 centimes.

*Engagé à Paris (20 rue) le 30 décembre 1928, 14h 30
signé par le demandeur*



Les Postes de T.S.F. PHAL
9, rue Darboy

PARIS-XI^e

Exigez les pièces détachées J.D.

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

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

== PRIX ==
intéressants

Toutes Maisons
de T. S. F. et..... **RADIO-J.D.**
— SAINT-CLOUD (Seine-et-Oise) —

Agent pour la Belgique: BLETARD
43, rue Varin, LIÈGE — 15, rue Deneck, BRUXELLES

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

GONFLEUR R.V. TYPE GA2

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

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

*De l'air pur
pour vos pneus*

AIR
COMPRESSOR
R.V.
COMPRESSEUR
D'AIR

OFFICE TECHNIQUE DE PNEUS

MAGASINS DE VENTE :

PARIS-XII^e
RENÉ VOLET

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

LILLE
Société Lilloise
RENÉ VOLET

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

BRUXELLES
Société Anonyme Belge
RENÉ VOLET

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

LONDRES E. C. 1
RENÉ VOLET

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

AGENTS : ESPAGNE, S. A. M. Fenwick, Bruch 96 y Aragon 314, Barcelone. — HOLLANDE, N. V. v. h. B. Pfälzer, Spui 12, Gebouw Eensgezindheid, Amsterdam. — ITALIE, S. A. Italiana Fratelli Fenwick, 1, Via San Anselmo, Turin. — TCHÉCOSLOVAQUIE, V. Weiss, Stresovice 413, Prague. — AFRIQUE DU NORD, A. Georgier, 7, Rue Drouillet, Alger. — MADAGASCAR, L. Teilliet, Avenue Grandidier, Tananarive. — INDOCHINE, Poinard et Veyret, Comptoirs d'Extrême-Orient, Saigon, Phnom-Penh, Haiphong, Hanoi. — AUSTRALIE, A. et E. Mac Carthy Ltd, Adelaide. — 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. — GRECE, P. M. C. O'Callaghan, 4, Aristides St., Athenes. — HONGRIE, « Adria » V., Vaci-Ut, 24, Budapest V. — NORVEGE, O. Houm, Skippergaten, 4, Oslo. — POLOGNE, Polskie Towarzystwo Dla Handlu Z Francja, Ks Skorupki, 8, Varsovie. — YOUgosLAVIE, L. Piedzicki, Strahinitcha Bana, 42, Belgrade. — PORTUGAL, Joao Felix da Silva Capucho, 121, Rua de S. Paulo, 129, Lisbonne. — SUISSE, Arthur-V. Piaget, 8, boulevard de Grancy, Lausanne.

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

Veillez (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 :

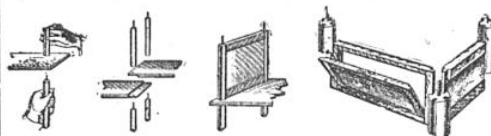
= la menuiserie interchangeable

SYSTÈME

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

RAYONS ET MEUBLES

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



"LE MEUBLE DÉMONTABLE"

131, rue Lafayette, PARIS



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

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

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

PRIX : Hêtre naturel 529 fr.

Ciré façon noyer, rustique ou acajou 635 fr.

L'ÉTAGÈRE D'ANGLE seule, avec une niche descendante à chaque bout, 1 m 90 x 1 m : hêtre naturel. 339 fr.

Ciré façon noyer, rustique ou acajou 407 fr.

Les angles se montent indifféremment à droite ou à gauche.

Joindre montant à la commande (chèque sur Paris, ou chèques postaux Paris 420-68).

TARIFS ET NOTICES SUR DEMANDE

ÉTUDES CHEZ SOI

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

P'ENSEIGNEMENT PRIMAIRE

et de **P'ENSEIGNEMENT SECONDAIRE.**

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

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

BREVETS et BACCALAURÉATS.

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

et à tous les concours d'accès aux

CARRIÈRES ADMINISTRATIVES.

L'efficacité des cours par correspondance de

l'Ecole Universelle

PLACÉE SOUS LE HAUT PATRONAGE DE L'ÉTAT

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

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

Brochure n° 3702 : *Classes primaires complètes* (Certificat d'études, Brevets, C.A.P., Professorats, Inspection primaire) ;

Brochure n° 3712 : *Classes secondaires complètes, Baccalauréats, Licences* (Lettres, Sciences, Droit) ;

Brochure n° 3718 : *Toutes les Grandes Ecoles spéciales* (Agriculture, Industrie, Travaux publics, Mines, Commerce, Armée et Marine, Enseignement, Beaux-Arts, Colonies) ;

Brochure n° 3723 : *Toutes les Carrières administratives* (France, Colonies) ;

Brochure n° 3746 : *Langues vivantes* (anglais, espagnol, italien, allemand, portugais, arabe, esperanto) ;

Brochure n° 3749 : *Orthographe, Rédaction, Rédaction de lettres, Versification, Calcul, Calcul extra-rapide, Dessin, Ecriture* ;

Brochure n° 3756 : *Carrières de la Marine marchande* ;

Brochure n° 3764 : *Solfège, Piano, Violon, Flûte, Saxophone, Accordéon, Harmonie, Transposition, Composition, Orchestration, Professorats* ;

Brochure n° 3776 : *Arts du Dessin* (Caricature, Dessin d'illustration, Composition décorative, Aquarelle, Travaux d'agrément, Figurines de modes, Peinture, Pastel, Gravure, Décoration publicitaire, Métiers d'art et professorats) ;

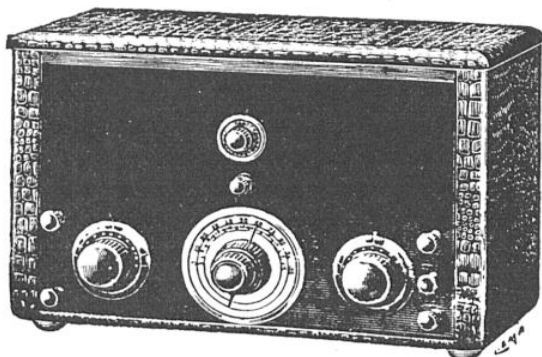
Brochure n° 3780 : *Les Métiers de la Coupe et de la Couture* (petite main, seconde main, première main, vendeuse, vendeuse-retoucheuse, représentante, coupeur, coupeuse) ;

Brochure n° 3784 : *Journalisme* (Rédaction, Fabrication, Administration) ; *Secrétariats*.

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

ÉCOLE UNIVERSELLE, 59, boulevard Exelmans, PARIS-16

NOUVEAUTÉS 1929



LE NOUVEAU Modulateur 6 lampes

Système LEMOUZY

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

PRIX NU
(licence comprise) :**700 fr.**

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

50 fr.

GARANTIES :

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



Le nouveau CADRE à 4 enroulements LEMOUZY

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

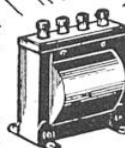
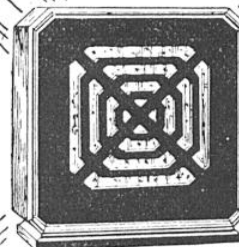
PRIX (taxe de luxe comprise) : **250 fr.**

AGENTS COMPÉTENTS DEMANDÉS PARTOUT

Notice 67 sur demande à

LEMOUZY 121, boulevard St-Michel
PARIS

LE SUCCES DE CEMA S'AFFIRME CHAQUE JOUR

LE
DIFFUSEUR
DANTELE
DIFFUSEUR
SMARTTRANSFORMATEUR BF
BLINDECONDENSATEUR A
DEMULTEPLICATEURLE
HAUT-PARLEUR**STANDARD.C**236. AVENUE D'ARGENTEUIL
ASNIÈRES

DEVENEZ ÉCRIVAIN

IL n'existe pas en ce monde un être sur dix qui n'ait souhaité, à quelque moment de sa vie, de pouvoir exprimer, avec force et avec charme, ses idées, ses sentiments, ses impressions, ses souvenirs. Mais, vous ne le savez que trop, l'art d'écrire ne s'apprend pas au collège, et la plupart des manuels qui prétendent l'enseigner n'ont jamais réussi qu'à décourager les vocations naissantes. Demandez aux plus illustres



(Photo Manuel fr.)

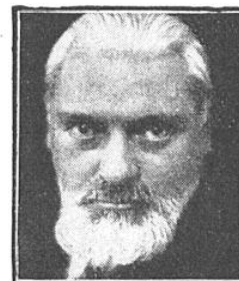
MARCEL PRÉVOST

littérateurs d'aujourd'hui, aux conteurs, aux romanciers, aux poètes, aux journalistes qui ont su vous émouvoir, le secret de leur pénétrante action sur votre esprit ; ils vous répondront : « Nous avons travaillé selon notre cœur, nous sommes allés tout droit où nous guidaient nos préférences. » Leur talent était en eux, il s'est épanoui magnifiquement le jour où ils eurent trouvé leur voie.

A vous que tourmente le désir d'écrire, mais qui cherchez encore votre voie, nous apportons la première méthode qui ne vise pas à vous former un talent artificiel, mais à éveiller vos dons naturels, une méthode attrayante qui ne s'adresse pas à votre mémoire, mais à votre goût et à votre intelligence, une méthode qui ne ressemble à aucune de celles dont vous avez pu entendre parler jusqu'ici. Par elle, en quelques mois, vous pourrez acquérir le savoir pratique et l'expérience que vos aînés ne possédèrent qu'après une longue fréquentation des sujets et des mots. Vous discernerez clairement vos vraies aptitudes et vous les verrez avec joie se développer sans autre effort que celui qu'exige la persévérance dans une voie bien tracée.

L'opportunité même de cette méthode, nos amis et conseillers de la première heure : Colette, Marcel Prévost, de l'Académie Française ; Jean Ajalbert et Gaston Chérau, de l'Académie Goncourt ; Claude Farrère, Henri Duvernois, Pierre Mille, Pierre Benoît, Romain Coolus, Lucie Delarue-Mardrus, Maurice Renard, ont été unanimes à le reconnaître. Que vous nourrissiez l'ambition de devenir un romancier, un poète ; que le journalisme, le théâtre, le cinéma vous tentent, ou que votre intention soit seulement d'acquérir un réel talent dans la correspondance, dans la rédaction des rapports, mémoires, études, etc., il est indispensable que vous connaissiez ce que nous avons voulu faire et ce que nous avons fait.

Écrivez-nous aujourd'hui même, nous vous enverrons *gratuitement* un petit volume très soigneusement édité : *l'Art d'écrire*, dans lequel vous trouverez l'exposé clair et détaillé de notre programme d'études.



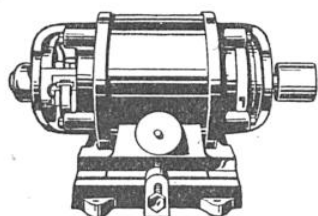
(Photo Martinie)

CLAUDE FARRÈRE

L'ÉCOLE A. B. C., Cours de Rédaction littéraire (Groupe 32)

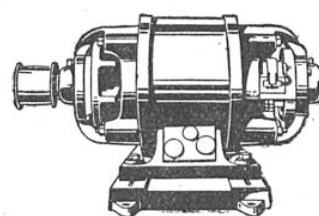
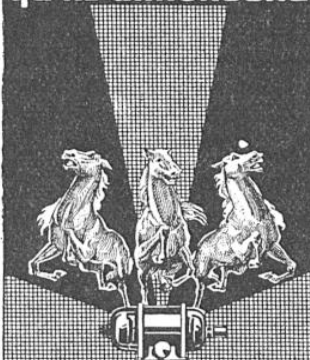
12, rue Lincoln (Champs-Élysées), PARIS

Nos moteurs
"UNIVERSEL"
 possèdent comme Force



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

LES CHEVAUX
 qu'ils annoncent



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

CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES MINICUS

Société Anonyme au Capital de 450.000

39, RUE DE PARIS - ASNIÈRES

— TELEPHONE : GREZILLONS 07-71 —

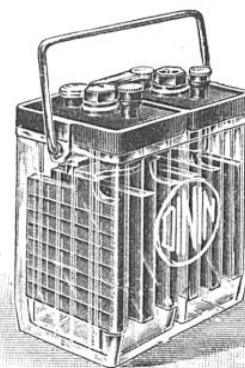
Demandez notre tarif B. 15

Les
**ACCUMULATEURS
 DININ**

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

MODÈLES SPÉCIAUX
 POUR POSTES D'AMATEURS

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

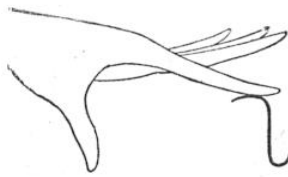


SOCIÉTÉ DES ACCUMULATEURS ÉLECTRIQUES

(Anciens Etablissements Alfred DININ)

Capital : 10 Millions

NANTERRE (Seine)



Une légère pression
sur les touches...

LE MOTEUR FAIT LE RESTE



5_10_12_15_20 copies à la fois

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

DEMANDEZ UNE DÉMONSTRATION GRATUITE A DOMICILE, AUX

Etablissements LAFFAY, MOREAU & C^{ie}

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

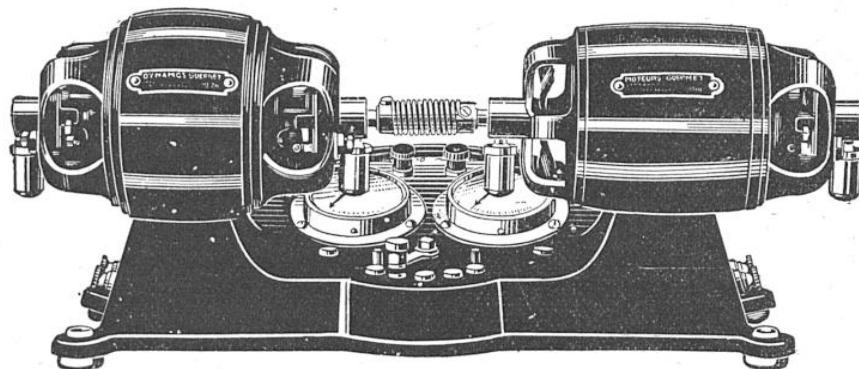
MERCÉDÈS ÉLECTRIQUE

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 **780 fr.**
Complet avec conjoncteurs, disjoncteurs, ampèremètres, rhéostat de réglage

Pour 4 et 6 volts seulement, type 40 watts **580 fr.**

Type **GARAGE**, 15 volts, 100 watts **950 fr.**

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

ETABLISSEMENTS GAIFFE-GALLOT & PILON

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 12.000.000 DE FRANCS

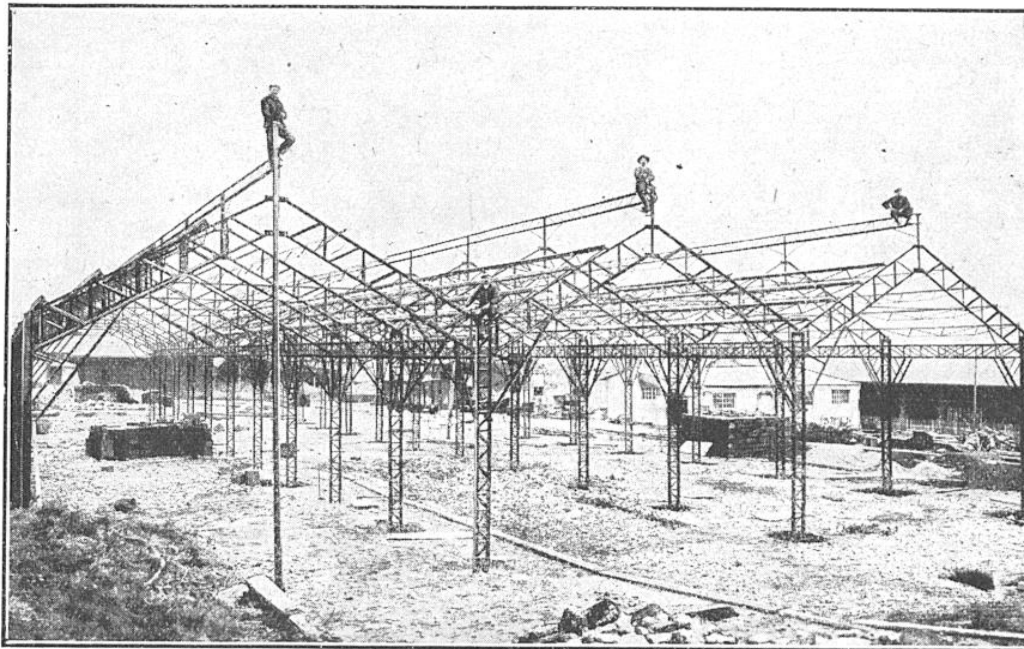
23, rue Casimir-Périer, 23 - PARIS (7^e arrond^t)

Téléph. : Littré 26-57 et 26-58

R. C. SEINE 70.761

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

LA SÉRIE 39 A BELLEGARDE (Ain)



La photographie que nous soumettons ce mois-ci à nos estimés lecteurs représente la CHARPENTE EN ACIER d'une USINE A TROIS NEFS, que nous avons eu l'honneur de fabriquer pour les Usines Gallay, à Bellegarde, dans l'Ain.

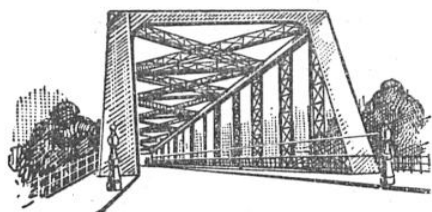
La construction de cette usine nous a donné beaucoup de mal et nous sommes heureux de pouvoir profiter de cette occasion pour présenter à nos honorés clients nos excuses pour une livraison retardée de certains éléments de leur construction — livraison qui nous a demandé quatre mois, au lieu de 20 à 25 jours, selon nos habitudes.

Toutefois, la fabrication de cette usine, tout en nous donnant du mal, nous a fait du bien aussi, car cette charpente est la première d'une *nouvelle série* de fermes en acier étudiées pour des toitures en tuiles avec *lanterneaux surélevés*. Notre photographie représente le projet presque terminé. Il comporte trois nefs ayant 50 mètres de long sur 8 mètres de large ; la hauteur des poteaux est de 5 m. 25 à partir du sol, la portée du lanterneau est de 3 mètres. Les poteaux, au lieu d'être en acier à double T selon notre fabrication habituelle, sont à treillis. Une caractéristique spéciale de cette construction est que nous remplaçons nos entretoises sablières habituelles par des poutres genre caisson. Ces caissons, qui relient entre elles les fermes de la nef centrale, sont agencés pour recevoir des chaises pendantes supportant des arbres de transmission de 30 mètres de long. Une caractéristique spéciale de cet agencement est celle-ci : les arbres de transmission, au lieu de travailler en « porte à faux » pour ainsi dire, passent à travers le treillis de chaque poteau, de sorte que la transmission de la force motrice est parfaitement équilibrée entre les deux rangées de machines commandées par l'arbre.

Nous voudrions pouvoir dire que la conception des usines Gallay a été notre propre idée ; pourtant, ce serait nous vanter de trop. Non, le projet était conçu par l'honoré architecte des usines Gallay (M. Vial, de Genève). Notre seule bonne idée d'un bout à l'autre a été l'agencement de la transmission.

Toute réflexion faite, nous sommes très contents de notre partie du travail. Nous aurions dû la livrer plus rapidement peut-être, mais, maintenant qu'elle est terminée, nous pouvons organiser, sur une base sérieuse, la *fabrication en série d'usines complètes*, avec toitures en tôle ondulée, fibrociment ondulé et tuiles — chaque toiture agencée pour recevoir des lanterneaux. Toute cette fabrication entre dès maintenant dans la SÉRIE 39, laquelle nous détaillons dans une petite brochure, que nous enverrons à tout honoré lecteur qui se donnera la peine de nous écrire.

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



Pont sur la rivière Klang (Etats malais), efficacement protégé par le NORUSTO, malgré le climat particulièrement destructeur.

Le NORUSTO

s'applique directement sur le métal et il le protège efficacement en toutes circonstances.

Etes-vous...

parmi les participants à la perte annuelle, dépassant 60 milliards de fr., qu'amène chaque année la **rouille** ?

probablement...

et pourtant vous n'avez pas d'excuse, puisque...



de beaucoup
la meilleure
peinture bitumineuse

est là

pour vous assurer,
malgré humidité,
acides ou alcalis, des
tuyaux, charpentes,
hangars, réservoirs,
ponts, wagons, etc...,
toujours
solides et résistants.

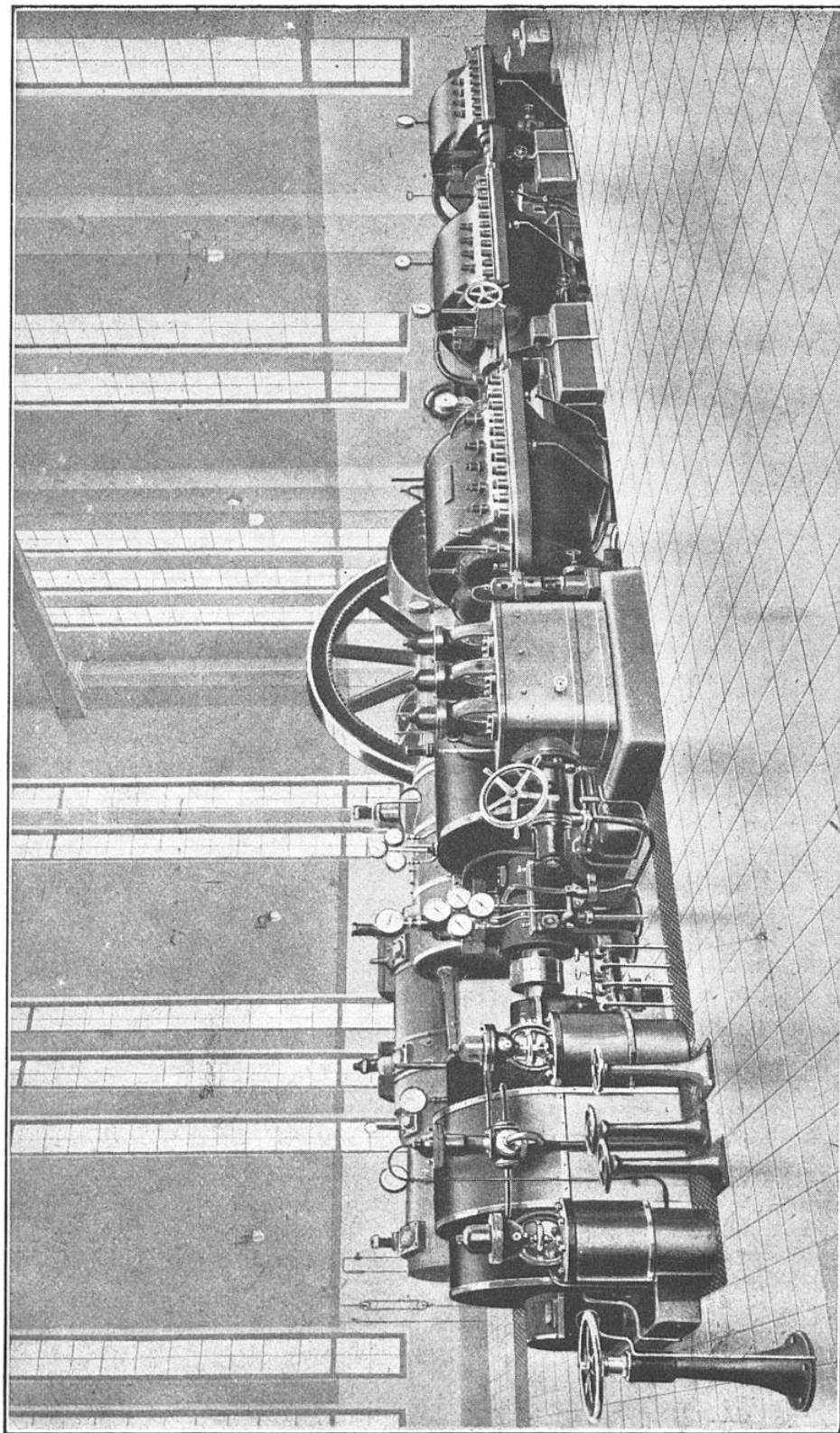


Réservoirs de purification d'eau, traitant près de 5 millions de litres par jour, protégés intérieurement et extérieurement au NORUSTO.

DEMANDEZ _____
la brochure et le tarif _____
Et. SOLIGNUM, 9, rue des Arènes, PARIS-5^e

Dans l'industrie moderne, la production de la « frigorie » devient aussi importante que celle de la « calorie ». Comment on fabrique le froid, ses applications industrielles	L. Marchis 89 Professeur à la Faculté des Sciences de Paris.
Qu'entend-on par affinité chimique? Les théories scientifiques modernes ont engendré de nombreuses et puissantes industries	Marcel Boll 99 Agrégé de l'Université, Docteur ès sciences.
Vers l'extraction industrielle des gaz très rares de l'air. Un nouveau procédé Georges Claude	J. M. 108
Vers le rendement maximum de la machine à vapeur : dans une chaudière à vapeur moderne, on réalise aujourd'hui des hyperpressions de 224 kilogrammes, alors qu'il y a cent ans on atteignait 4 kilogrammes à peine	Jean Labadié 109
Chaque insecte a sa signature.	C. Pierre 119
L'usine à gaz moderne est devenue un véritable laboratoire de chimie industrielle. L'évolution de l'industrie gazière en France	Charles Brachet 127
Grâce à la manutention mécanique, des trains entretiennent et posent devant eux leur voie ferrée	Jacques Maurel 137
Le progrès technique du véhicule automobile industriel est un facteur de progrès économique	Capère. 141
Les diverses solutions pratiques pour alimenter les postes récepteurs de téléphonie sans fil.	René Doncières 151
Sans secteur électrique, l'amateur de T. S. F. n'a d'autre ressource que la pile	R. D. 151
Les accumulateurs, alimentation idéale en T. S. F. Comment on les entretient.	R. D. 157
La recharge des accumulateurs	R. D. 160
Convertisseurs et redresseurs de courant mécaniques.	R. D. 160
Les valves	R. D. 163
La T. S. F. et les Constructeurs.	J. M. 166
Comment le « fil parlant » reproduit les sons.	L. F. 169
Les A côté de la science (Inventions, découvertes et curiosités)	V. Rubor 170
Chez les éditeurs	J. M. 174

L'entretien des voies ferrées est un des problèmes qui préoccupent le plus les ingénieurs des chemins de fer, car de sa bonne exécution dépendent en grande partie la régularité et la sécurité des trains. Ce travail exige non seulement des visites minutieuses de la voie, mais surtout des opérations diverses, dont les principales sont le rechargement du ballast — sur lequel reposent les rails par l'intermédiaire des traverses — et le remplacement des sections de voie en mauvais état. Ces deux phases de l'entretien des voies sont encore effectuées généralement à la main. Cependant, deux nouvelles solutions mécaniques ont été imaginées et adoptées tout récemment en Amérique, où deux trains spéciaux assurent les opérations précitées. La couverture originale de ce numéro représente la grue du « train poseur de voies » au moment où elle va « poser » sur le ballast un élément de voie complètement assemblé. (Voir l'article sur les nouveaux procédés d'entretien mécanique des voies ferrées, à la page 137 de ce numéro.)



UNE MACHINE CAPABLE DE PRODUIRE 26 TONNES DE GLACE A L'HEURE

Vue d'ensemble d'un turbo-compresseur de six millions de frigories-heure des établissements Kaiseroda, de la Kali-industrie, à Cassel (Prusse), installé par la société Brown-Boveri pour la préparation du sel de Glauber (sulfate de sodium cristallisé). Utilisé comme matière première dans l'industrie du verre et employé en grandes quantités dans celle des matières colorantes, ce sel se prépare industriellement en le précipitant de sa solution par le froid. La température exigée n'est pas très basse (-5°C), mais les énormes masses de solution traitées journellement (2.40 millions cubes) exigent des appareils très puissants. La machine ci-dessus (l'une des plus puissantes qui existent) pourrait fournir 26 tonnes de glace à l'heure.

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, Février 1929 - R. C. Seine 116.544

Tome XXXV

Février 1929

Numéro 140

LA PRODUCTION DE LA « FRIGORIE » DEVIENT AUSSI IMPORTANTE QUE CELLE DE LA « CALORIE »

Par L. MARCHIS

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE PARIS

PROFESSEUR DU COURS SUPÉRIEUR DU FROID A L'ÉCOLE DES TRAVAUX PUBLICS

La production de la « frigorie » (1) présente, dans l'industrie moderne, un intérêt aussi grand que celle de la « calorie » (2). Qu'il s'agisse des industries alimentaires (conservation des denrées périssables, etc.) ou des industries chimiques de synthèse (fabrication de l'ammoniaque synthétique, etc.), dont les matières premières sont parfois isolées à de très basses températures, la production du froid présente une importance primordiale pour leur exploitation. Aussi, les machines à produire les frigories ont-elles pris, au cours de ces dernières années, un développement considérable, tant par leur perfectionnement que par leur puissance. C'est ainsi que l'on réalise aujourd'hui des machines capables de fournir des millions de frigories à l'heure et de débiter jusqu'à 60 tonnes de glace en soixante minutes ! La plus puissante installation de ce genre fonctionne actuellement pour préparer le sel de Glauber — qui n'est autre chose que, du sulfate de sodium cristallisé — l'une des principales matières premières de la verrerie moderne. Elle est située en Prusse, à Cassel, dans les vastes Etablissements Kaiseroda de la Kali-Industrie ; en une seule journée de travail, elle traite 6.000 mètres cubes de sel de Glauber, en vue d'en obtenir la cristallisation. Outre ces industries qui font appel à la production du froid, il faut en citer également d'autres utilisant de très basses températures, telles que celle qui permet l'extraction de l'oxygène et de l'azote de l'air et celle qui aboutit à l'extraction de l'hydrogène des fours à coke (3). Nous montrons ici l'évolution de l'industrie frigorifique, tant en France qu'à l'étranger, évolution qui a rendu de très grands services aux industries chimiques et à celles de l'alimentation. C'est grâce aux progrès mécaniques et métallurgiques que les constructeurs ont pu réaliser ces magnifiques turbo-compresseurs à grande vitesse (4), qui sont aujourd'hui à la base des industries frigorifiques, et aussi les divers appareils ingénieux si élégamment inventés et mis au point par notre éminent collaborateur, M. Georges Claude, pour préparer l'hydrogène, l'oxygène et l'azote, le néon, etc.

Comment on fabrique le froid

L'INDUSTRIE frigorifique utilise, pour la production de températures allant de 30 à 40 degrés au-dessous de zéro, des gaz liquéfiés, tels que l'ammoniaque, l'anhydride carbonique, l'anhydride sulfureux, le

chlorure de méthyle, le chlorure d'éthyle, auxquels sont venus se joindre, aux États-Unis, certains carbures d'hydrogène, tels que l'éthane, le propane et le butane, dont l'emploi, d'ailleurs, n'est pas sans danger d'explosion.

Ces liquides, vaporisés par aspiration par-

(1) Pour fixer les idées, on peut dire que la frigorie est le contraire de la calorie. C'est, en somme, la quantité de chaleur qu'il faut enlever à un kilogramme d'eau pour abaisser sa température de 1 degré C.

(2) Voir, dans *La Science et la Vie*, n° 112, page 275, l'article : *Qu'est-ce que la chaleur ?* par Marcel Boll.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 108, page 489.

(4) Voir *La Science et la Vie*, n°s 136, page 331, et 137, page 411.

tielle, empruntent la chaleur nécessaire à leur vaporisation au milieu qui entoure le serpentin (*évaporateur*) dans lequel ils sont contenus. Cette absorption de *calories*, ou, plutôt, cette production de *frigories*, est utilisée pour congeler l'eau (fabrication de la glace), ou pour maintenir des denrées solides ou liquides fermentescibles à des températures assez basses, afin de ralentir les fermentations et d'assurer ainsi la conservation de ces denrées.

une température trop élevée, une détente au travers de la *vanne de régulation* le ramène dans son état primitif dans l'évaporateur.

Dans une machine frigorifique dite à *compression* (type le plus répandu en Europe), il y a absorption de chaleur dans l'évaporateur (effet utile), absorption de travail pendant la compression et dégagement de chaleur dans le liquéfacteur.

Pour une absorption donnée de chaleur à l'évaporateur, il y a donc intérêt à dépenser le

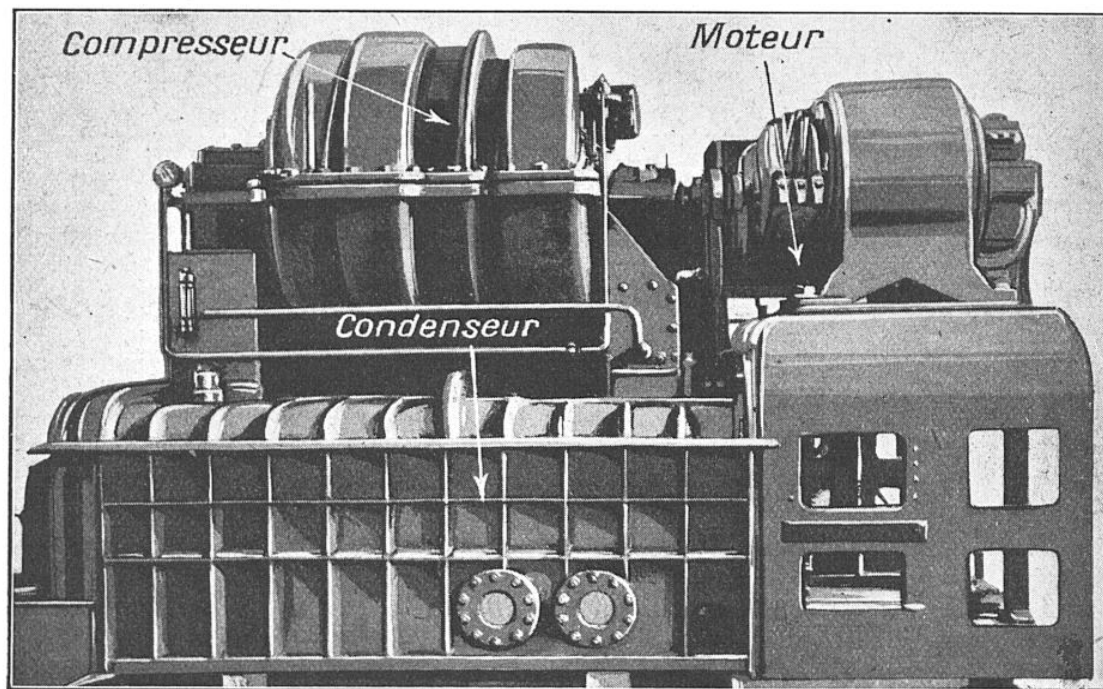


FIG. 1. — VUE D'ENSEMBLE D'UN PUISSANT TURBO-COMPRESSEUR DE 600.000 FRIGORIES-HEURE
Le compresseur rotatif, monté sur le condenseur, est accouplé au moteur électrique qui l'entraîne.

Si les gaz liquéfiés étaient sans valeur marchande, une machine frigorifique pourrait se réduire à un *évaporateur*, dans lequel une pompe aspirante ferait un vide partiel et rejetterait dans l'atmosphère les vapeurs aspirées.

Comme ces liquides sont coûteux, on les régénère afin de réduire les pertes. Ce rôle est dévolu au *compresseur*, au *liquéfacteur* et à la *vanne de régulation*.

Le compresseur est une pompe aspirante et foulante qui, par dépression, provoque la vaporisation du liquide, aspire les vapeurs et les comprime. La compression est telle que ces vapeurs se condensent de nouveau dans un condenseur (*liquéfacteur*), autour duquel circule généralement de l'eau froide. Comme le liquide ainsi produit est à

moins possible d'énergie mécanique et à favoriser le refroidissement dans le liquéfacteur.

Le rendement d'une installation frigorifique est représenté par le nombre de kilogrammes de glace produits par cheval et par heure. De bonnes installations produisent environ 25 kilogrammes de glace par cheval-heure, lorsqu'elles fonctionnent entre les températures suivantes : évaporateur, -10° ; liquéfacteur, $+25^{\circ}$.

Le rendement baisse notablement quand la température s'abaisse à l'évaporateur et s'élève au liquéfacteur. Une installation qui fonctionne à -30° à l'évaporateur et à $+25^{\circ}$ au liquéfacteur ne produit plus que 11 kilogrammes de glace par cheval-heure, soit 14 kilogrammes de glace de moins.

Le froid produit avec une basse température à l'évaporateur et une température élevée au liquéfacteur est donc d'un prix de revient élevé. Dans certaines applications, notamment dans l'industrie chimique, on est parfois obligé de fonctionner à basse température à l'évaporateur. Il en résulte une grande élévation de température à la fin de la compression. Supposons, par exemple, que, dans une machine à ammoniacque, la pression de liquéfaction soit de 10 atmo-

et l'évacue dans un réservoir, où elle arrive à la température de 60° , au lieu de 178° , et où elle est ensuite refroidie jusqu'à $+15^{\circ}\text{C}$.

Un deuxième cylindre, dit *cylindre haute pression*, aspire cette vapeur et la comprime jusqu'à la pression de 10 atmosphères. A la fin de cette seconde compression, la vapeur est portée à la température de 96° et refoulée dans le liquéfacteur où elle se refroidit et se liquéfie pour revenir à l'évaporateur par la vanne de

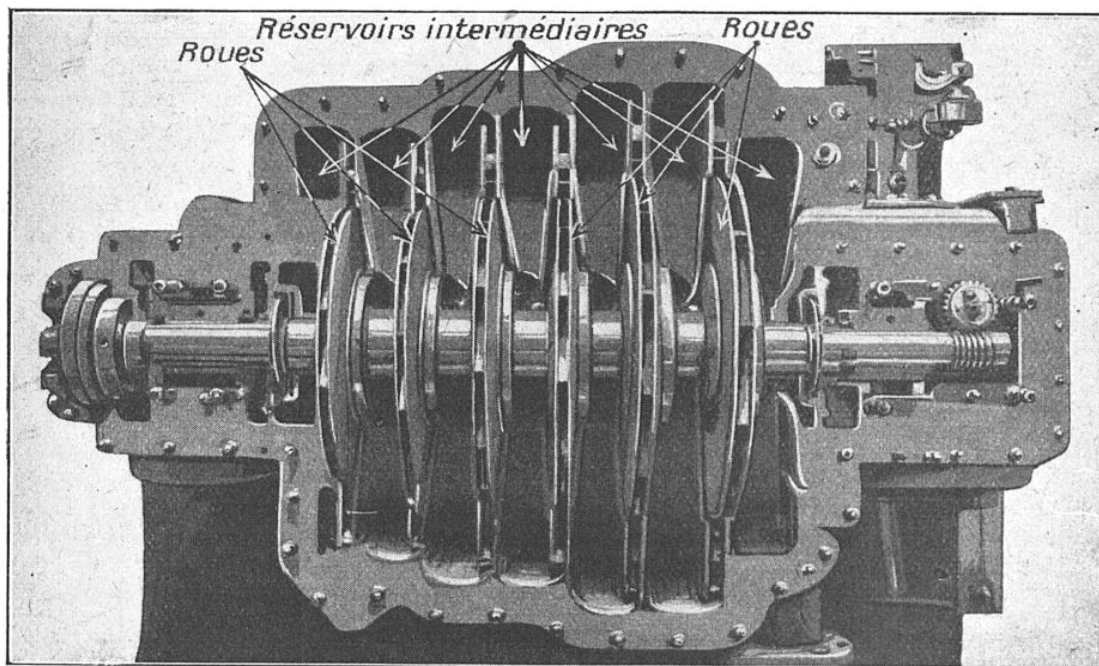


FIG. 2. — VUE INTÉRIEURE DU TURBO-COMPRESSEUR DE 600.000 FRIGORIES-HEURE

La vapeur passe successivement à travers les roues de la turbine, qui la compriment vers la périphérie par la force centrifuge, puis dans les refroidisseurs (réservoirs intermédiaires) ménagés entre chaque roue.

sphères ; la compression de la vapeur, depuis la pression de 0,9 atmosphère (température -35°) dans l'évaporateur jusqu'à 10 atmosphères, produit un échauffement de 178° ; une telle température est défavorable pour le graissage et l'étanchéité du compresseur ; elle diminue le rendement de l'installation et nécessite une grande dépense d'eau froide au liquéfacteur.

On remédie à ces inconvénients en opérant la compression par étages, dont nous exposons ci-dessous le principe.

Un premier cylindre, dit à *basse pression*, aspire dans l'évaporateur de la vapeur d'ammoniacque à la température de -35° . Il comprime cette vapeur, non plus à 10 atmosphères, mais à 3,5 atmosphères seulement

régulation. Dans ces conditions les difficultés de graissage et d'étanchéité disparaissent et le rendement est amélioré.

Le gain de rendement n'est pas très grand, à peine 1 kilogramme de glace par cheval-heure ; mais il se multiplie dans les très grosses installations, ainsi que nous le verrons plus loin.

Rien n'empêche d'imaginer une compression à quatre ou cinq étages par exemple. Si nous opérons avec cinq étages séparés par des refroidissements dans des réservoirs intermédiaires, nous ne dépasserons pas la température de 50° pour la vapeur à la fin de chacune des compressions, et nous augmenterons le rendement en nous rapprochant des conditions optima de fonctionnement.

Les turbo-compresseurs à grande vitesse sont aujourd'hui les plus puissants producteurs de froid

Si on peut réaliser la compression en deux étages au moyen de deux cylindres conjugués dans lesquels se déplacent des pistons à mouvement alternatif, la compression à multiples étages ne peut être réalisée que dans un compresseur centrifuge, avec roues à aubes montées sur un axe et tournant dans des chambres séparées.

Considérons un appareil de ce type représenté sur les figures 1 et 2. La vapeur sortant de l'évaporateur pénètre à l'intérieur de l'axe de rotation et arrive au centre de la première roue ; par suite de la rotation de celle-ci, elle est refoulée à la périphérie par la force centrifuge : elle acquiert une certaine pression. Elle est ensuite dirigée, après son passage dans un premier refroidisseur, dans la chambre suivante ; elle arrive au centre de la deuxième roue, qui la refoule à la périphérie en augmentant sa pression. Un deuxième réservoir intermédiaire la conduit à une troisième roue, et ainsi de suite.

Comme le *turbo-compresseur* tourne à une très grande vitesse, on peut produire de très grandes puissances frigorifiques avec des roues dont le diamètre ne dépasse pas 1.300 millimètres. Ces appareils peuvent être commandés directement par des turbines à vapeur, solution qui réduit l'encombrement des installations.

Ainsi trois turbo-compresseurs à six roues pouvant produire chacun 6.400 kilogrammes de glace à l'heure, accouplés avec des turbines à vapeur de 300 chevaux, sont installés très à l'aise dans une salle de machines mesurant 9 m 80 sur 16 m 50. Les roues ont des diamètres variant de 610 à 810 millimètres et tournent à 3.500 tours par minute.

D'autre part, les roues étant parfaitement centrées sur leur axe, les vibrations sont annulées et les fondations des turbo-compresseurs peuvent être réduites. Comme aucun graissage n'est nécessaire à l'intérieur des diverses chambres dans lesquelles tournent les roues, on ne trouve aucune trace d'huile dans les vapeurs du fluide producteur de froid. Dans les machines à piston, les séparateurs d'huile n'empêchent ni son entraînement ni l'encrassement des serpentins du liquéfacteur et de l'évaporateur, encrassement si préjudiciable au refroidissement de la vapeur dans le liquéfacteur et à l'effet utile de l'évaporateur.

Toutefois ces turbo-compresseurs ne sont pas avantageux, au point de vue rendement, que

pour les grandes installations, dans lesquelles on aspire à la minute plus de 50 mètres cubes de fluide producteur de froid, et qui sont telles que le rapport entre la pression au liquéfacteur et la pression à l'évaporateur est au moins égal à 5. Aussi ne peut-on pas utiliser un fluide quelconque dans un turbo-compresseur. Cette utilisation dépend du volume qui doit être aspiré à l'évaporateur pour la production de frigorifiques à une température déterminée. Par exemple, avec l'ammoniaque, à une température de -20° , l'aspiration de 50 mètres cubes de vapeur par minute produit 10 tonnes de glace à l'heure. On ne peut donc employer l'ammoniaque dans les turbo-compresseurs que lorsque la production de froid est égale ou supérieure à 10 tonnes de glace à l'heure. Pour des productions plus faibles, on emploie des fluides, tels que l'anhydride sulfureux ou le chlorure d'éthyle, qui produisent au minimum, dans ces conditions, 3,5 tonnes à l'heure pour l'anhydride sulfureux et 2 tonnes pour le chlorure d'éthyle.

Pour une température de $+25^{\circ}$ au liquéfacteur, le nombre convenable des roues tournant à une vitesse périphérique de 200 m par seconde varie avec la température à l'évaporateur et avec la nature du fluide producteur de froid. Par exemple, avec une roue de 700 millimètres de diamètre tournant à 50 tours par seconde ou 3.000 tours par minute, il faut, avec l'ammoniaque, onze roues si l'évaporateur est à la température de -10° et vingt roues s'il est à -30° . Avec l'anhydride sulfureux, le chlorure de méthyle et le chlorure d'éthyle, le nombre des roues varie seulement de quatre à six.

La plus puissante installation frigorifique du monde

Nous avons dit, au début de cet article, que les plus puissantes installations frigorifiques sont réalisées actuellement dans l'industrie chimique. La plus puissante installation existant actuellement est celle de la fabrique de sel de Glauber des Etablissements Kaiseroda, de la Kali-Industrie de Cassel.

Le sel de Glauber est du sulfate de sodium cristallisé, qui entre comme matière première dans la fabrication du verre ; il est également employé en grandes quantités dans l'industrie des matières colorantes. Le froid y est utilisé pour la précipitation de ce sel de sa dissolution. Dans cette industrie, l'abaissement de la température de la dissolution ne dépasse pas -5°C ; mais les masses traitées journellement sont considérables et nécessitent, pour cette raison,

une énorme production de froid. C'est ainsi que, pour un traitement journalier de 2.400 mètres cubes de dissolution, la production de froid est équivalente à celle qui serait nécessaire pour la fabrication de 27,5 tonnes de glace à l'heure. Aussi, l'installation de la Kaiseroda présente-t-elle les deux groupes de machines frigorifiques les plus puissants qui existent actuellement.

Le premier comprend un compresseur à pistons à ammoniacque, construit en 1923 par la Maison Sulzer de Winterthur (Suisse).

quant pour installer deux autres compresseurs à piston, un turbo-compresseur, d'une production horaire de 50 à 60 tonnes de glace, fut commandé à la Société Brown-Boveri, de Baden (Suisse). Il est à trois étages de compression, entre lesquels se trouvent deux réfrigérants intermédiaires ; ces étages de compression comprennent chacun cinq roues pour assurer la circulation des 172 mètres cubes d'ammoniaque aspirés par minute ; le turbo-compresseur tourne à 6.000 tours par minute. Suivant les nécessités

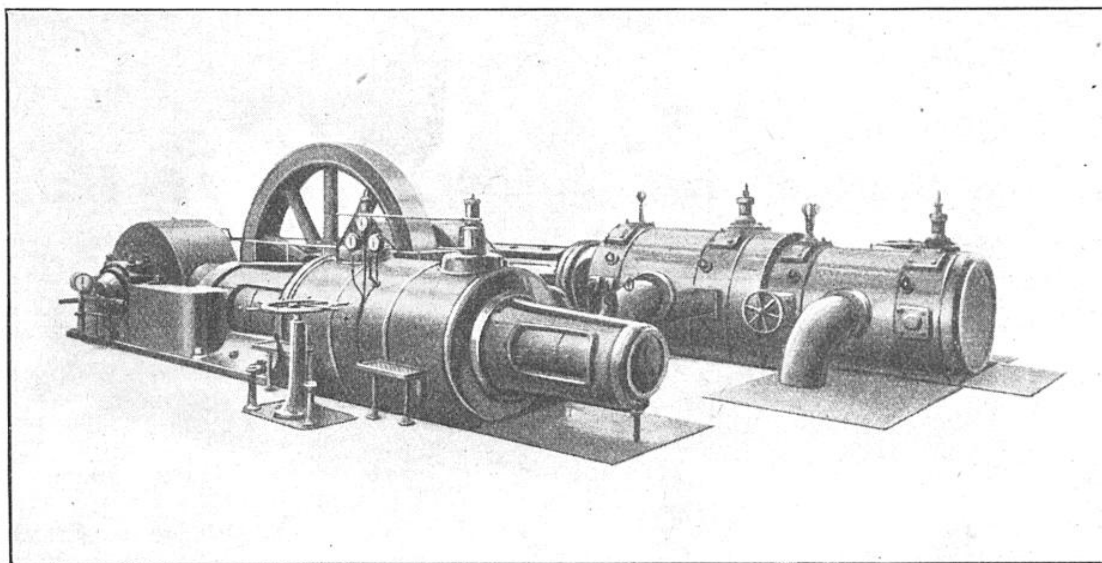


FIG. 3. — COMPRESSEUR COMPOUND A AMMONIAQUE DE 4 MILLIONS DE FRIGORIES-HEURE INSTALLÉ PAR LA SOCIÉTÉ SULZER AUX ÉTABLISSEMENTS KAISERODA DE LA KALI-INDUSTRIE DE CASSEL (PRUSSE) POUR LA FABRICATION DU SEL DE GLAUBER (SULFATE DE SODIUM)

Ce groupe vient d'être doublé par un compresseur de même puissance, ce qui porte à 8 millions de frigories-heure la puissance de l'installation. Une seule machine à vapeur entraîne les deux compresseurs.

C'est un compresseur à deux étages dont les cylindres ont leurs axes dans le prolongement l'un de l'autre (cylindres en tandem). Ces cylindres ont des diamètres respectifs de 750 et 575 millimètres, et les pistons, une course commune de 725 millimètres. La production ordinaire de ce compresseur est, pour une température d'évaporation de -10° et une température de liquéfaction de $+25^{\circ}$, de 26 tonnes de glace à l'heure. Il est commandé par une machine à vapeur d'environ 1.200 chevaux. Ce groupe occupe une superficie de 10 m 15 sur 6 m 70.

Ce premier groupe, mis en marche en 1924, devint insuffisant pour satisfaire aux besoins toujours croissants de l'usine, qui exigeait un supplément de production de 52 tonnes de glace à l'heure. L'emplacement man-

de l'usine, en hiver ou en été, on peut marcher avec deux étages. Pour une température d'évaporation de -15° et une température de liquéfaction de $+30^{\circ}$, la production de froid est équivalente à celle de 50 tonnes de glace à l'heure. Le compresseur est commandé directement par une turbine à vapeur de 2.600 chevaux, à pression de vapeur d'alimentation égale à 24 atmosphères.

Ce second groupe, deux fois plus puissant que le premier, occupe 11 m 710 sur 4 m 20, ce qui a permis de laisser un espace libre pour l'installation d'un groupe de même puissance. Dans un hall de 16 mètres sur 30 mètres, on pourra donc installer des machines frigorifiques capables de produire 126 tonnes de glace à l'heure.

Une telle installation est capable de trai-

ter journallement 6.000 mètres cubes de dissolution de sel de Glauber.

Une autre application intéressante du froid vient d'être faite par la *Société Fédérale des Huiles de pétrole* dans les nouveaux ateliers de fabrication d'huile de graissage que cette société vient de mettre en route à ses usines de Courchelettes, près de Douai (Nord).

Le froid est l'agent auquel on a recours pour séparer la paraffine (à l'état amorphe ou cristallisé) des produits de distillation

l'air, et l'extraction de l'hydrogène du gaz de fours à coke.

La liquéfaction des mélanges gazeux se fait dans les conditions spéciales suivantes :

Un corps pur, tel que l'oxygène ou l'azote, passe à l'état liquide à une température donnée sous une pression déterminée. A partir du moment où, à température constante, une première goutte de liquide apparaît, la pression reste constante quand on diminue le volume occupé par la vapeur, tant qu'il

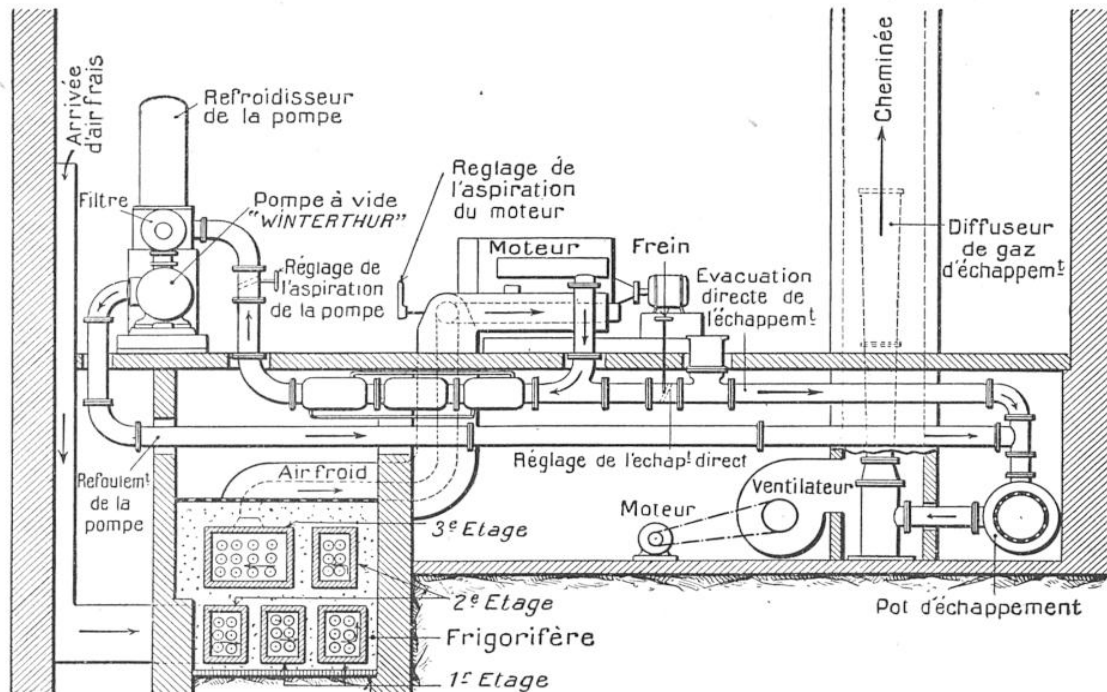


FIG. 4. — SCHÉMA DE L'INSTALLATION FRIGORIFIQUE EXÉCUTÉE PAR LA SOCIÉTÉ ESCHER WYSS POUR L'ÉTUDE DES CARBURATEURS DES MOTEURS D'AVIATION DANS DES CONDITIONS DE FROID SEMBLABLES A CELLES QUI RÈGNENT AUX HAUTES ALTITUDES

qui donneront ensuite les huiles lubrifiantes que l'on a en vue de produire. La Société Dyle et Bacalan, qui a fait l'installation, emploie un compresseur à ammoniac à deux étages dont les cylindres basse pression et haute pression ont leurs axes parallèles (cylindres jumelés). La puissance frigorifique serait capable de produire 3,1 tonnes de glace à l'heure, avec une température de -35° à l'évaporateur et de $+30^{\circ}$ au liquéfacteur. Un moteur électrique de 290 chevaux commande ce compresseur.

Les grands progrès de l'industrie des très basses températures

Ce domaine comprend l'extraction, par liquéfaction, de l'oxygène et de l'azote de

reste de la vapeur au-dessus du liquide. Quand tout le corps est passé à l'état liquide, la pression augmente de nouveau avec la diminution de volume.

Il n'en est plus de même pour un mélange d'oxygène et d'azote. Si, maintenant la température constante, nous diminuons le volume de ce mélange, la pression augmente constamment, aussi bien à partir du moment où une première goutte de liquide apparaît et tant qu'il y a de la vapeur au-dessus du liquide, qu'à partir du moment où toute la vapeur est transformée en liquide.

Considérons, d'une part, le liquide et, d'autre part, la vapeur.

Dans le liquide et dans la vapeur, on trouve un mélange d'oxygène et d'azote ;

mais la composition du mélange liquide n'est pas la même que celle du mélange gazeux. Par exemple, l'air, dont la teneur moyenne est égale à 21 % d'oxygène en volume, commence à se liquéfier à $-191,5$ sous la pression atmosphérique, en donnant du liquide contenant 48 % d'oxygène, alors que l'air n'en contient que 21 %.

A mesure que la liquéfaction se poursuit à température constante, la composition du liquide reste toujours différente de la composition de la vapeur. La teneur en oxygène

ment le plus difficilement liquéfiable ou le plus volatil), il se refroidit. Par exemple, prenons l'air atmosphérique sous pression de l'atmosphère.

La première goutte de liquide apparaît à $-191,5$; elle contient 47 % d'oxygène et 53 % d'azote et de gaz rares.

A -193 , le liquide titre 34 % d'oxygène et 66 % d'azote et de gaz rares.

A -194 , le liquide titre 21 % d'oxygène et 79 % d'azote et de gaz rares.

Sous pression constante, à mesure que le

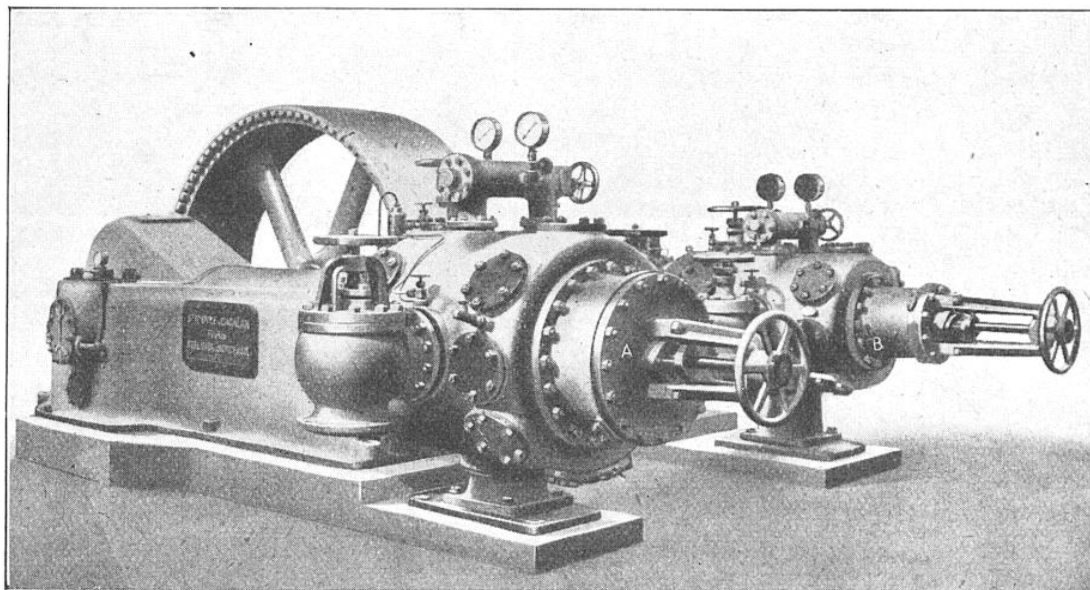


FIG. 5. — COMPRESSEUR A DEUX ÉTAGES DE 1 MILLION DE FRIGORIES-HEURE, INSTALLÉ A LA SOCIÉTÉ GÉNÉRALE DES HUILES DE PÉTROLE DE COURCHELLETES PAR LA SOCIÉTÉ DES ATELIERS ET CHANTIERS MARITIMES DU SUD-OUEST (ANC. SOCIÉTÉ DYLE ET BACALAN)

Au premier plan, le cylindre haute pression ; au second plan, le cylindre basse pression.

diminue constamment dans le liquide depuis la valeur initiale 48 % jusqu'à 21 %, quand tout l'air est transformé en liquide. Il en est de même de la vapeur, dont le titre en oxygène diminue depuis 21 % (valeur initiale) jusqu'aux environs de 7 %, alors qu'il n'y a plus qu'une bulle de vapeur au-dessus du liquide.

Nous devons conclure de là qu'en laissant en contact, dans un même récipient, le liquide et sa vapeur, nous n'avons aucune chance de séparer par liquéfaction l'oxygène de l'azote.

Mais, en opérant non plus à température constante, mais à pression constante, nous faisons la constatation intéressante suivante.

A mesure que, dans la liquéfaction progressive, le liquide s'enrichit en azote (élé-

ment le plus difficilement liquéfiable, il se refroidit. Or, dans le mélange, l'azote est l'élément le plus volatil, puisqu'il bout sous la pression atmosphérique à -195 , alors que l'oxygène bout à -192 . On peut donc dire que, dans la liquéfaction d'un mélange gazeux, lorsque le liquide s'enrichit en l'élément le plus volatil, c'est-à-dire le plus difficilement liquéfiable, il se refroidit.

Nous possédons maintenant les connaissances nécessaires pour étudier la séparation des éléments de l'air et plus particulièrement de l'oxygène et de l'azote qui fait aujourd'hui l'objet d'une importante industrie.

Les procédés Georges Claude

Différentes méthodes permettent d'arriver à ce but. Nous indiquerons ici le procédé

de notre savant compatriote M. Georges Claude, procédé dit de *retour en arrière*.

Supposons qu'ayant liquéfié l'air, nous séparions le liquide de sa vapeur. Imaginons, d'autre part, que le liquide ainsi obtenu rencontre, en se séparant de la vapeur, une masse de vapeur plus riche en oxygène. Le liquide est *plus froid* que la masse de vapeur, par suite de son enrichissement en azote au moment de sa formation. L'équilibre n'est pas possible entre cette vapeur et ce liquide trop froid par rapport à elle. Une partie de l'oxygène plus condensable de la vapeur va se liquéfier ; cette liquéfaction dégage de la chaleur. Ce dégagement de chaleur provoque la vaporisation de l'azote. L'oxygène va donc prendre, dans le liquide, la place de l'azote. Mais on s'arrange pour que le liquide qui s'enrichit en oxygène et la vapeur qui s'enrichit en azote ne restent pas en contact et se séparent en suivant des chemins opposés. On obtient donc ainsi :

D'une part, un liquide très riche en oxygène ;

D'autre part, de l'azote gazeux presque pur.

La séparation du liquide et de la vapeur se fait par la pesanteur.

Une sorte de petite chaudière tubulaire *F* a ses tubes refroidis extérieurement par de l'oxygène liquide. A l'intérieur de ces tubes, on fait arriver de l'air comprimé et froid. Cet air, en montant dans les tubes, se liquéfie progressivement en donnant des liquides de plus en plus riches en azote et de plus en plus pauvres en oxygène. Les liquides formés retombent, par l'effet de la pesanteur, vers la partie inférieure des tubes (voir le schéma figure 6 ci-dessus).

Ces liquides, de plus en plus froids (par leur enrichissement en azote), rencontrent en retombant, c'est-à-dire par *retour en arrière*, des vapeurs plus riches qu'eux en oxygène ; ils condensent cet oxygène et laissent échapper de l'azote, qui remonte vers la partie supérieure du faisceau tubulaire.

Il se dégage finalement, à la partie supérieure du faisceau tubulaire, de l'azote prati-

quement pur, tandis que du liquide suroxygéné s'amasse à la partie inférieure.

C'est ainsi qu'avec un faisceau de tubes de 12 millimètres de diamètre et de 2 mètres de longueur, on obtient un liquide suroxygéné titrant 50 % d'oxygène et un gaz résiduel formé d'azote à 97 %.

Il faut maintenant traiter ce mélange suroxygéné pour en extraire de l'oxygène aussi pur que possible.

Pour cela, dans une colonne de rectification, figure 6, on fait circuler :

1° De bas en haut, des vapeurs d'oxygène pratiquement pur ;

2° De haut en bas, par les tuyaux 3 et 4, des liquides très riches en azote et d'autant plus froids qu'ils sont plus riches en azote.

Ces liquides condensent l'oxygène qui prend la place de l'azote. Les liquides descendants s'enrichissent donc en oxygène, tandis que les gaz montants s'enrichissent en azote. Si la colonne est suffisamment haute, le liquide qui s'écoule à la base est de l'oxygène pur ; les gaz qui s'échappent à la partie supérieure sont formés d'azote pur. Afin de réaliser des liquides suffisamment riches en azote, on condense les gaz sortant à la partie supérieure de la chaudière tubulaire en les amenant, par le tuyau 4, dans une partie très froide de la colonne de rectification ; ces gaz liquéfiés sont ensuite déversés à la

partie supérieure de la colonne de rectification et retombent de haut en bas.

L'azote contient alors à peine 2 pour 1.000 d'oxygène et peut être utilisé à la fabrication de la cyanamide.

L'usine de Boulogne-sur-Seine, qui prépare de l'oxygène, a un appareil produisant 500 mètres cubes d'oxygène à l'heure et plusieurs appareils capables de produire 125 et 250 mètres cubes à l'heure ; elle est actuellement la plus puissante usine d'oxygène du monde.

La plus grande usine d'azote du monde, fonctionnant suivant les procédés Claude, fut établie, pendant la guerre, par le gou-

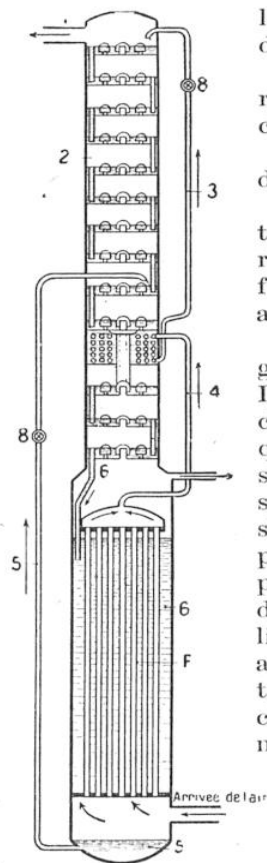


FIG. 6. — APPAREIL « CLAUDE » A DOUBLE RECTIFICATION, POUR LA SÉPARATION DE L'OXYGÈNE ET DE L'AZOTE DE L'AIR

1, azote à 99,8 % ; 2, colonne de rectification ; 3, azote liquide ; 4, mélange d'azote et d'oxygène riche en azote ; 5, air liquide suroxygéné ; 6, oxygène liquide ; 8, robinets ; F, chaudière tubulaire.

vernement américain ; elle comportait trente appareils Claude de 12.000 mètres cubes d'azote par jour *chacun*.

Les appareils à oxygène sont répandus dans tous les pays. La *British Oxygen Cy* contrôle, en Angleterre, vingt usines fonctionnant avec des appareils Claude. L'*Air Reduction Cy* en exploite vingt-cinq aux États-Unis ; la *Griesheim Elektron*, une vingtaine en Allemagne. Enfin, l'*Air Liquide* exploite lui-même quinze usines en France, trois en Belgique, trois au Japon.

Comment on extrait par le froid l'hydrogène des gaz de fours à coke, pour la préparation de l'ammoniaque synthétique

L'ammoniaque synthétique nécessite la fabrication industrielle de l'hydrogène, que l'on tire du gaz des fours à coke. Ces fours, destinés à la fabrication du coke métallurgique pour les hauts fourneaux, produisent en même temps des gaz contenant, outre de l'hydrogène et de l'azote, du méthane, de l'oxyde de carbone, de l'anhydride carbonique, des carbures d'hydrogène lourds. Quand, par des méthodes bien connues de l'industrie chimique, on a séparé les carbures lourds et l'anhydride carbonique, il reste un mélange gazeux, duquel il faut éliminer le méthane et l'oxyde de carbone pour avoir un mélange pur d'hydrogène et d'azote utilisé dans la synthèse de l'ammoniaque.

Le procédé de M. G. Claude est une application de la méthode du *retour en arrière*, dont nous venons de donner le principe.

La colonne de rectification est divisée en trois parties, dont les températures s'abais-

sent à mesure qu'on monte dans la colonne. Le faisceau inférieur F_1 , refroidi par du méthane (CH_4) bouillant sous la pression atmosphérique, condense la plus grande partie du méthane du gaz de fours à coke. Le faisceau médian F_2 , refroidi par de l'oxyde de carbone (CO) bouillant sous la pression de l'atmosphère, condense la plus grande partie de l'oxyde de carbone. La partie supérieure F_3 de la colonne de rectification est refroidie par l'hydrogène du gaz de fours à coke que l'on a fait se détendre dans un moteur en produisant du travail.

Cette détente abaisse la température jusqu'à -210° , température nécessaire pour éliminer complètement l'oxyde de carbone, qui est un poison pour le catalyseur employé dans la synthèse de l'ammoniaque.

Mais à ces très basses températures aucun lubrifiant ne peut résister ; l'éther de pétrole lui-même devient un magma solide ainsi que l'oxyde de carbone ; toutefois, l'hydrogène ne se liquéfie pas et ne peut assurer la lubrification dans le cylindre de détente. M. G. Claude a tourné la difficulté en ajoutant un peu d'azote à l'hydrogène qui va se détendre ; cet azote se résout en buée à la fin de chaque détente, et comme il ne gèle qu'à -211° , il assure la lubrification, et le moteur actionné par l'hydrogène fonctionne.

Finalement, aux divers étages de la colonne de rectification, on recueille du méthane, de l'oxyde de carbone, enfin un mélange d'hydrogène et d'azote.

Actuellement, dans les cokeries, le méthane et l'oxyde de carbone, gaz combustibles, sont

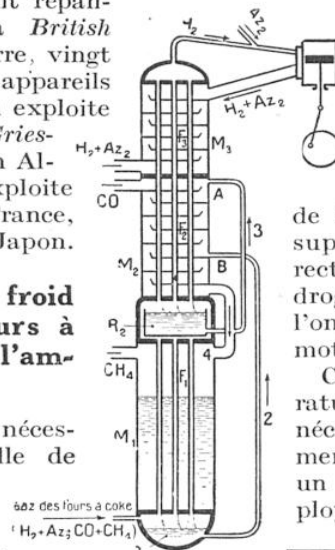


FIG. 7. — COLONNE DE RECTIFICATION A HYDROGÈNE (PROCÉDÉ GEORGES CLAUDE) POUR LE TRAITEMENT DE GAZ DE FOURS A COKE ET L'OBTENTION DE L'AMMONIAQUE

Par retour en arrière des gaz de fours à coke dans le faisceau F_1 , il se condense du méthane et se vaporise de l'oxyde de carbone. Le mélange qui arrive à la base du faisceau F_2 contient surtout de l'hydrogène, de l'azote et de l'oxyde de carbone. Le liquide formé sous pression au bas de la colonne en R_1 , liquide surtout riche en méthane, est déversé en B, par le tuyau 2 dans le manchon M_2 entourant le faisceau F_2 . Il rencontre la pression atmosphérique et se vaporise. Dans le faisceau F_2 se condensent l'oxyde de carbone et un peu d'azote ; le liquide formé retombe, à la base du faisceau F_3 , dans le récipient R_2 . L'oxyde de carbone liquide du récipient R_2 est déversé par le tuyau 3, en A, dans le manchon M_2 . L'oxyde de carbone rencontre la pression atmosphérique et se vaporise. Le liquide qui retombe condense les vapeurs du liquide riche en méthane amené en B, au-dessous de A ; l'oxyde de carbone condense le méthane, qui vient se déverser par le tuyau 4 autour du faisceau F_1 . On recueille du méthane gazeux presque pur à la partie supérieure du manchon M_1 et de l'oxyde de carbone presque pur à la partie supérieure du manchon M_2 . On achève de condenser la majeure partie de l'oxyde de carbone et un peu d'azote dans le faisceau F_2 , suivant le processus indiqué plus haut.

employés pour le chauffage des fours à coke. Mais on peut entrevoir le moment où la synthèse de l'alcool pourra se faire industriellement à partir de ces gaz restants, notamment du méthane et de l'éthylène.

Des appareils G. Claude, traitant 130.000 mètres cubes de gaz de fours à coke, peuvent produire, par jour, 20 tonnes d'ammoniaque.

Afin de montrer l'importance des nouvelles méthodes de traitement des gaz de fours à coke, établissons le bilan de ce traitement.

Dans le procédé Claude, donnant de l'hydrogène à 10 ou 15 % d'azote et nécessitant une compression à 20 atmosphères, la dépense d'énergie pourra être amenée à 1 kilowatt-heure par kilogramme d'ammoniaque fabriqué. Les bénéfices de l'opération sont d'ailleurs intéressants. La séparation du benzol (débenzolage) sous pression permet de récupérer 10 à 15 % de benzol, qui échappe au procédé ordinaire de séparation.

D'autre part, le procédé permet de récupérer l'anhydride carbonique, l'hydrogène sulfuré et de recueillir à part un gaz riche en éthylène.

Prenons, par exemple, une production de 20 tonnes d'ammoniaque par jour. Cette production nécessite le traitement de 130.000 mètres cubes de gaz de fours à coke.

Si on récupère seulement 60 % d'anhydride carbonique (teneur moyenne du gaz de fours à coke égale à 3,5 %), on obtient, par jour, 2.700 mètres cubes de ce gaz. Il permet, par des transformations sur lesquelles nous ne pouvons pas nous étendre ici, de préparer 15 tonnes d'un engrais appelé *potazote* (1) (mélange de chlorure de potassium et de chlorure d'ammonium) et 9 tonnes de *carbonate de soude*.

En estimant la teneur moyenne du gaz en hydrogène sulfuré à 10 grammes par mètre cube, on peut en séparer, par jour, 1.300 kilogrammes, que l'on peut, par exemple, brûler même en présence de l'anhydride carbonique.

(1) Voir l'article sur « Les engrais », dans *La Science et la Vie*, n° 135, page 197.

Le gaz anhydride sulfureux ainsi obtenu est susceptible de donner naissance à 3.700 kilogrammes d'*acide sulfurique à 66° Baumé*.

La récupération de l'éthylène permettra, dans peu de temps, de retirer 4.000 kilogrammes d'*alcool* par jour, un procédé industriel de synthèse étant actuellement en essais (1).

Enfin, le méthane et l'oxyde de carbone peuvent être extraits séparément.

Avec le méthane, on peut prévoir sa dissociation en *acétylène* et même la synthèse de l'*alcool*.

Avec l'oxyde de carbone, c'est la possibilité d'une synthèse économique de l'*acide formique et des formiates*.

M. G. Claude a, en France, quatre installations, d'une production totale de 12.000 mètres cubes à l'heure d'hydrogène ; à l'étranger, il a en fonctionnement et en commande six installations, d'une production totale de 20.000 mètres cubes à l'heure d'hydrogène.

En Allemagne, la Société Linde traite aussi le gaz des fours à coke pour en extraire l'hydrogène. Mais sa méthode est beaucoup trop complexe pour être exposée ici.

Ainsi, dans un avenir peu éloigné et grâce au froid, les cokeries alimenteront toute une série d'usines de produits chimiques (2).

Cet exposé synthétique de la production industrielle de la frigorifique montre combien sont variées et importantes les applications du froid. Non seulement les industries alimentaires, mais encore et surtout les industries chimiques — dont les progrès rapides modifient sans cesse les conditions de la vie économique — font une consommation de plus en plus intense de frigorifiques. L'énergie thermique — qu'elle apparaisse sous forme de calories ou de frigorifiques — est un facteur primordial de la production industrielle.

L. MARCHIS.

(1) Voir l'article « Les synthèses industrielles », dans *La Science et la Vie*, n° 138, page 497.

(2) Voir les études sur « La chimie du charbon », dans *La Science et la Vie*, n° 127, page 17, et n° 133, page 21.



QU'ENTEND-ON PAR AFFINITE CHIMIQUE ?

Par Marcel BOLL

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

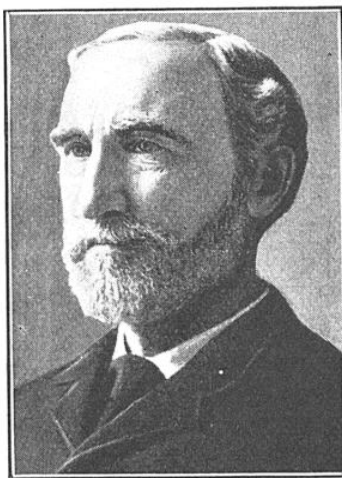
Pour suivre l'évolution de la chimie industrielle moderne, il est indispensable de comprendre ce que c'est qu'une réaction chimique (1) et ce qu'on entend par affinité. C'est, en effet, grâce à nos connaissances scientifiques sur la constitution des atomes que l'on est parvenu à « prévoir » les réactions auxquelles ils peuvent donner lieu, et à déterminer les conditions précises dans lesquelles elles s'effectuent. Ces recherches méthodiques, poursuivies au laboratoire, étayées par les conceptions théoriques des savants contemporains, ont permis de créer de toutes pièces des industries chimiques nouvelles, telles que celle de l'extraction de l'azote atmosphérique, pour la fabrication de l'acide nitrique, des nitrites, des nitrates, de l'ammoniaque... ; l'azote de l'air est ainsi utilisé à la préparation des explosifs et des engrais. On peut aussi mentionner le procédé dit « de contact », qui fournit l'acide sulfurique, qui est l'un des produits « clés » de l'industrie chimique actuelle. Signalons également les études concernant le fonctionnement des piles et accumulateurs, la chimie des très hautes températures, des fortes et basses pressions, etc... L'affinité chimique, nettement précisée dans l'esprit de chacun, permettra à tous de comprendre comment les théories de la science moderne sur la constitution de la matière ont engendré les industries de synthèse les plus modernes.

Au point de vue pratique, la chimie présente deux sortes d'applications bien différentes, dont les importances sont analogues :

1° Les premiers chimistes s'occupèrent surtout de préciser les *produits* obtenus à la suite des réactions chimiques ; sans être exclusif, ce point de vue reste, du moins, prépondérant dans toutes les industries chimiques proprement dites : qu'il s'agisse de fabriquer des métaux, des engrais ou des ciments, des matières colorantes, des parfums ou des produits pharmaceutiques, c'est surtout le résultat final qui importe, encore que le second aspect des choses intervienne constamment pour déterminer les rendements et évaluer les prix de revient ;

2° Toute réaction chimique comporte non seulement des transformations de matière, mais aussi des échanges d'énergie. Il ne faut pas perdre de vue que toute l'énergie mécanique produite par l'industrie est tirée de l'énergie chimique ; je dis bien

l'énergie mécanique « produite » par l'industrie — et non l'énergie mécanique qu'elle utilise, puisque la houille blanche consiste en énergie mécanique toute faite —. C'est ainsi que le travail musculaire trouve sa source dans les transformations chimiques de nos aliments, que le travail fourni par les moteurs thermiques provient de la combustion du charbon ou de gaz carburés, que les réserves d'énergie accumulées dans les explosifs sont aussi de l'énergie chimique. Si l'on tient compte, en outre, de ces faits que la plupart de nos procédés de chauffage restent d'origine chimique, que les accumulateurs sont des appareils tout autant chimiques qu'électriques, que la prise des vues, le développement des pellicules et des films sont des opérations chimiques, on mesurera tout l'intérêt qui s'attache à ce qu'on nommait



WILLARD GIBBS

*Savant américain (1839-1902),
l'un des fondateurs de la chimie
physique.*

jadis les « circonstances de production » des phénomènes chimiques.

Dans un précédent article (1), nous nous

(1) Voir l'article de M. Marcel Boll, dans *La Science et la Vie*, n° 128, page 112.

(1) Voir, dans *La Science et la Vie*, n° 128, l'article : « Qu'est-ce qu'une réaction chimique ? »

sommes placés presque uniquement au point de vue *produits fabriqués* ; aussi n'y reviendrons-nous qu'accessoirement pour préciser des détails essentiels de statique chimique (d'équilibre chimique). Notre but, aujourd'hui, sera plus spécialement de rechercher les *énergies* mises en œuvre pour produire de l'énergie chimique et les *énergies* qui apparaissent lorsque l'énergie chimique disparaît : c'est là de la dynamique chimique, où domine la notion d'affinité.

Pour plus de clarté, nous résumerons, en quelques lignes, les résultats essentiels sur lesquels nous avons précédemment insisté :

1° Il y a réaction chimique lorsque les *corps purs*, présents à la fin d'une expérience de laboratoire (ou d'une opération industrielle), ne sont pas les mêmes que ceux qu'on avait mis en contact ; on appelle *élément* ce qui passe d'un corps pur à un autre au cours d'une réaction ;

2° En employant le langage corpusculaire plus conforme à la réalité, on peut dire aussi : il y a réaction chimique lorsque les *molécules* subsistant dans l'état final sont différentes des molécules qui existaient tout d'abord ; on appelle *atome* ce qui passe d'une molécule à une autre pendant une réaction ;

3° Il existe une centaine d'éléments ou, ce qui revient au même, une centaine d'atomes. Tous ces atomes sont formés par des centres ou *noyaux*, autour desquels se trouvent des *électrons* (tous identiques). La composition des noyaux est complexe ; mais ces noyaux ne se brisent jamais au cours des réactions chimiques. Bien plus, dans toute l'« atmosphère » d'électrons qui entoure le noyau, seuls les électrons les plus extérieurs (électrons périphériques) jouent un rôle en chimie. La chimie est donc la science des électrons périphériques, au même titre que l'électricité, l'optique et la cohésion (1).

Nous avons reproduit (p. 101) la classification des éléments, telle qu'on peut la résumer à partir des théories les plus récentes ; les couches électroniques de chaque atome sont indiquées entre parenthèses, en commençant par l'intérieur. Si les éléments nos 93 et suivants sont inconnus, la raison en est que leurs noyaux sont très instables et qu'ils ont complètement disparu, si même ils existaient dans le passé.

Comment les éléments s'unissent-ils ?

Il y a une trentaine d'années, deux savants anglais montrèrent, dans l'air atmosphé-

(1) Au contraire, la physique des rayons X s'occupe des couches profondes d'électrons. La mécanique et la gravitation ont à tenir compte des noyaux, considérés comme immuables ; l'explosion des noyaux est l'objet de la radioactivité.

rique, la présence d'un certain nombre de *gaz rares* ; parmi ceux-ci, l'argon (n° 18) est employé dans les lampes électriques à atmosphère gazeuse et le néon (n° 10), dans des tubes pour obtenir une lumière rouge orangé, utilisée dans les réclames lumineuses. Ce que ces gaz ont de plus remarquable, c'est *qu'ils ne participent jamais à des réactions chimiques*, qu'ils sont parfaitement *inertes*. Par un curieux paradoxe, c'est précisément pour cela qu'ils sont éminemment intéressants au point de vue chimique et qu'ils forment, en quelque sorte, le pivot de la classification rationnelle des éléments.

Jetons un nouveau coup d'œil sur la page 101 ; nous y remarquons que les gaz inertes possèdent les nos 2, 10, 18, 36, 54, 86, 128. Leurs couches périphériques d'électrons sont saturées et, en général, saturées à huit électrons. C'est là une remarque fondamentale, sur laquelle les Allemands Abegg et Kossel ont, les premiers, attiré l'attention des savants : couche externe de huit électrons, inertie chimique (et aussi nombre des sommets d'un cube) (1) sont des phénomènes connexes.

Et voici l'intérêt de ces considérations. Occupons-nous, tout d'abord, du sel marin ou chlorure de sodium. Le chlore (2) est le n° 17 ; son atmosphère est constituée par (2+8+7) électrons. Le sodium (2), métal alcalin, n° 11, comprend (2+8+1) électrons. Lorsque ces deux atomes seront en contact, un électron sautera du sodium sur le chlore : le sel marin sera donc formé par la juxtaposition d'un ion chlore (2 + 8 + 8) et d'un ion sodium (2+8) ; *chacun des constituants prend ainsi la configuration externe d'un gaz inerte*, et c'est pour cela que le sel marin est si stable (non combustible, difficilement décomposable par la chaleur, etc.).

De la même manière, le bromure d'argent (des plaques et papiers photographiques) se formera quand le brome — n° 35 avec (2+8+18+7) électrons — rencontrera l'argent — n° 47 avec (2+8+18+18+1) électrons —. De même, enfin, la chaux vive va résulter de l'union d'un atome d'oxygène — n° 8 avec (2+6) électrons — avec un atome de calcium — n° 20 avec (2+8+8+2) électrons — ; mais ici ce seront deux électrons du calcium qui sauteront sur l'oxygène pour compléter à huit sa couche externe, primitivement formée de six électrons.

(1) Il est bien évident que les électrons seront généralement disposés *dans l'espace* et non rassemblés dans un plan (comme on le suppose pour plus de simplicité).

(2) Les atomes de chlore et de sodium sont représentés à la troisième ligne de la page 106.

The diagram illustrates the periodic table of elements, categorized into four main groups based on their chemical properties:

- MÉTALUX ALCALINS** (Alkali Metals): This group includes elements like Lithium (Li), Sodium (Na), Potassium (K), Rubidium (Rb), and Cesium (Cs). These elements are located on the left side of the periodic table.
- MÉTALUX ALCALINOTERREUX** (Alkaline Earth Metals): This group includes elements like Beryllium (Be), Magnesium (Mg), Calcium (Ca), Strontium (Sr), Barium (Ba), and Radium (Ra). These elements are located in the second column of the periodic table.
- GAZ** (Gases): This group includes elements like Hydrogen (H), Helium (He), Neon (Ne), Argon (Ar), Krypton (Kr), Xenon (Xe), and Radon (Rn). These elements are located on the right side of the periodic table.
- INERTES** (Inert Elements): This group includes elements like Boron (B), Carbon (C), Nitrogen (N), Oxygen (O), Fluorine (F), and Iodine (I). These elements are located in the upper right portion of the periodic table.

The diagram also shows the following elements and their atomic numbers:

- 1. HYDROGÈNE (1)**: Hydrogen
- 2. Hélium (2)**: Helium
- 3. Lithium (3)**: Lithium
- 4. Glucinium (4)**: Beryllium
- 5. Bore (5)**: Boron
- 6. Carbone (6)**: Carbon
- 7. Azote (7)**: Nitrogen
- 8. Oxygène (8)**: Oxygen
- 9. Fluor (9)**: Fluorine
- 10. Xénon (10)**: Xenon
- 11. Sodium (11)**: Sodium
- 12. Magnésium (12)**: Magnesium
- 13. Aluminium (13)**: Aluminium
- 14. Silicium (14)**: Silicon
- 15. Phosphore (15)**: Phosphorus
- 16. Soufre (16)**: Sulfur
- 17. Chlore (17)**: Chlorine
- 18. Argente (18)**: Argon
- 19. Potassium (19)**: Potassium
- 20. Calcium (20)**: Calcium
- 21. Scandium (21)**: Scandium
- 22. Titane (22)**: Titanium
- 23. Vanadium (23)**: Vanadium
- 24. Chrome (24)**: Chromium
- 25. Manganèse (25)**: Manganese
- 26. Fer (26)**: Iron
- 27. Cobalt (27)**: Cobalt
- 28. Nickel (28)**: Nickel
- 29. Cuivre (29)**: Copper
- 30. Zinc (30)**: Zinc
- 31. Gallium (31)**: Gallium
- 32. Germanium (32)**: Germanium
- 33. Arsenic (33)**: Arsenic
- 34. Sélénium (34)**: Selenium
- 35. Brome (35)**: Bromine
- 36. Krypton (36)**: Krypton
- 37. Rubidium (37)**: Rubidium
- 38. Strontium (38)**: Strontium
- 39. Yttrium (39)**: Yttrium
- 40. Zirconium (40)**: Zirconium
- 41. Colombium (41)**: Niobium
- 42. Molybdène (42)**: Molybdenum
- 43. Manganèse (43)**: Manganese
- 44. Ruthénium (44)**: Ruthenium
- 45. Rhodium (45)**: Rhodium
- 46. Palladium (46)**: Palladium
- 47. Argent (47)**: Silver
- 48. Cadmium (48)**: Cadmium
- 49. Indium (49)**: Indium
- 50. Etain (50)**: Tin
- 51. Antimoine (51)**: Antimony
- 52. Tellure (52)**: Tellurium
- 53. Iode (53)**: Iodine
- 54. Xénon (54)**: Xenon
- 55. Césium (55)**: Cesium
- 56. Barium (56)**: Barium
- 57. Lanthane (57)**: Lanthanum
- 58. Cérium (58)**: Cerium
- 59. Praseodyme (59)**: Praseodymium
- 60. Noddyne (60)**: Neodymium
- 61. Illinium (61)**: Promethium
- 62. Samarium (62)**: Samarium
- 63. Europium (63)**: Europium
- 64. Gadolinium (64)**: Gadolinium
- 65. Terbium (65)**: Terbium
- 66. Dysprosium (66)**: Dysprosium
- 67. Holmium (67)**: Holmium
- 68. Erbium (68)**: Erbium
- 69. Thulium (69)**: Thulium
- 70. Ytterbium (70)**: Ytterbium
- 71. Lufseium (71)**: Lutetium
- 72. Célium (72)**: Cerium
- 73. Tantalum (73)**: Tantalum
- 74. Tungstène (74)**: Tungsten
- 75. Rhenium (75)**: Rhenium
- 76. Osmium (76)**: Osmium
- 77. Iridium (77)**: Iridium
- 78. Platine (78)**: Platinum
- 79. Or (79)**: Gold
- 80. Mercure (80)**: Mercury
- 81. Thallium (81)**: Thallium
- 82. Plomb (82)**: Lead
- 83. Bismuth (83)**: Bismuth
- 84. Polonium (84)**: Polonium
- 85. Radium (85)**: Radium

En même temps nous nous rendons compte que les liaisons entre les atomes dans les molécules d'un corps pur sont de *nature électrique*; nous reviendrons sur ce point, tout à la fin de cette étude, lorsque nous développerons le plus simplement possible le calcul de l'affinité chimique à partir de considérations électriques.

Le problème de la chimie⁴, au point de vue *produits fabriqués*, peut s'énoncer à peu près dans les termes dont Auguste Comte s'était servi il y a un siècle : « Etant donné les propriétés de tous les éléments, trouver celles de tous les composés qu'ils peuvent former. » Signalons, tout d'abord, que le problème s'est à la fois élargi et simplifié : nous savons, aujourd'hui, que les atomes sont tous bâtis avec des grains d'électricité

négligeable (ou électrons) et des grains d'électricité positive (ou protons — le proton est le noyau de l'atome d'hydrogène —). Il s'agira donc de déduire toutes les propriétés de tous les corps matériels, en connaissant uniquement les propriétés de l'électron et du proton. Est-il bien utile de faire remarquer que nous n'en sommes pas encore là ?

Mais, même sous la forme que postulait Comte, la chimie est encore très éloignée de l'état parfait. Ainsi que le remarque J. Duclaux, si la science était achevée, il nous suffirait de connaître les propriétés des éléments et leurs proportions dans un composé pour pouvoir calculer toutes les propriétés de ce composé ; les traités de chimie se trouveraient réduits à une partie théorique suivie de tableaux de constantes, au lieu que ce ne sont encore que des lexiques, comme si les propriétés des corps étaient entièrement arbitraires.

Toutefois, un point important est acquis : toutes les propriétés peuvent se rattacher à deux origines distinctes. Les unes de ces propriétés dépendent des effets individuels des électrons ; les autres tiennent au comportement global des atomes et molécules.

1° *Propriétés électroniques.* — Citons, comme exemples : la conduction électrique, la conduction calorifique et l'éclat métallique ; les propriétés magnétiques ; la réfraction de la lumière ; l'émission et l'absorption des radiations. Toute l'importante question des matières colorantes rentre, en fin de compte, dans cette catégorie ; et on a accumulé un grand nombre de résultats sur la possibilité de réaliser telle ou telle coloration, dont l'industrie s'applique à tirer le meilleur parti ;

2° *Propriétés moléculaires.* — Ce sont principalement : la forme cristalline, la densité, la résistance aux déformations, la chaleur spécifique, les changements d'état (fusion

et vaporisation), les solubilités, les chaleurs de réaction. Il faut faire ici une place à part aux propriétés physiologiques qui sont utilisées en médecine ; on est ainsi parvenu à rassembler des données partielles, qui permettent de prévoir l'effet thérapeutique de tel ou tel groupement d'atomes. On distingue notamment : les anesthésiques généraux (chloroforme, éther), les anesthésiques locaux (cocaïne, novocaïne), les hypnotiques (chloral, véronal), les antipyrétiques (quinine, pyramidon), les vasoconstricteurs (adrénaline)

et les vasodilatateurs (nitrite d'amyle), les sédatifs nerveux (valériane, valériate d'ammonium), etc. En attendant une connaissance suffisamment complète des tissus et des phénomènes qui s'y passent, la chimie est devenue un auxiliaire précieux dans la lutte contre la maladie et contre la douleur.

La chaleur de réaction

De toutes les circonstances qui accompagnent les réactions chimiques,

il n'en est pas de plus générale que le dégagement de chaleur : les relations entre l'énergie chimique et l'énergie calorifique constituent une branche importante de la chimie physique, c'est la *thermochimie*, découverte, au milieu du siècle dernier, par les Danois Hess et Thomsen, puis développée par Berthelot, qui confondit, d'ailleurs, la chaleur de réaction et l'affinité.

Pour montrer, d'une façon concrète, l'importance des *chaleurs de réaction*, nous allons décrire deux expériences-types très simples, qui permettent, néanmoins, des mesures précises :

1° *Pouvoir calorifique du gaz d'éclairage.* — Notre figure 1 représente schématiquement le montage à employer : il suffit de disposer d'une canalisation de gaz et d'une canalisation d'eau, chose courante à une époque où la plupart des immeubles ont « eau et gaz à tous les étages ». On mesure les débits au

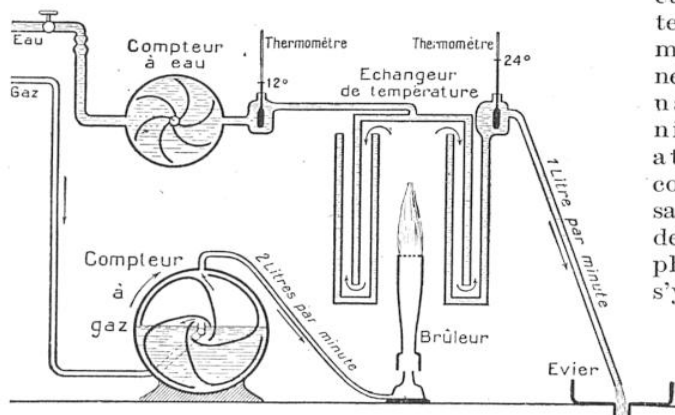


FIG. 1. — PREMIER EXEMPLE DE CHALEUR DE RÉACTION : COMBUSTION

Pour mesurer le pouvoir calorifique du gaz d'éclairage, on laisse dégager les gaz de la combustion à travers un échangeur de température parcouru par un courant d'eau. Si l'on connaît, par des compteurs, le débit du gaz et le débit de l'eau, il suffit de mesurer les températures de l'eau à l'entrée et à la sortie de l'échangeur : on trouve ainsi 10.000 petites calories par gramme de gaz brûlé (6.000 petites calories par litre).

moyen de deux compteurs : nous supposons que l'eau s'écoule à raison d'un litre par minute et le gaz, à raison de deux litres par minute. Les gaz de la combustion traversent un échangeur de température et on mesure, par deux thermomètres, les températures initiale et finale de l'eau : elles seront, par exemple, respectivement, de 12° et de 24°. Deux litres de gaz, en brûlant, dégagent donc une quantité de chaleur égale à :

$$(24 - 12) \times 1.000 = 12.000$$

petites calories (puisque la petite calorie est la quantité de chaleur nécessaire pour élever d'un degré 1 gramme — ou 1 centimètre cube — d'eau). Le pouvoir calorifique du gaz est donc 6.000 petites calories par litre ou bien, comme un litre de gaz pèse 6 décigrammes, 10.000 petites calories par gramme.

Notre appareil pourrait aussi bien servir pour les combustibles solides ou liquides, comme l'acide stéarique ou le pétrole ; il n'y aurait qu'à remplacer le brûleur par une bougie ou par une lampe à pétrole. Pour connaître la masse brûlée, il faudrait, naturellement, peser la bougie ou la lampe avant et après une expérience de durée connue.

2° *Chaleur de neutralisation d'une base par un acide.* — Chacun sait que les bases se combinent aux acides et que cette réaction produit un sel. Lorsqu'on veut réaliser la synthèse du sel, du sel ordinaire ou chlorure de sodium, la base doit être la soude et l'acide est « l'esprit de sel », de son nom exact : acide chlorhydrique. Pour l'expérience, il nous faut trois vases de verre : deux petits et un plus grand (fig. 2). Le grand contient un des petits, qui repose sur trois bouchons : il sert à rendre minimes les pertes de chaleur par rayonnement. Dans les deux petits verres, on a placé : d'une part,

2 g de soude, d'autre part, 50 centimètres cubes d'eau contenant 1 g 825 d'acide chlorhydrique. Chacune des solutions est à 18°.

On verse alors l'acide dans la base (on pourrait faire l'inverse) et on obtient ainsi 100 centimètres cubes d'eau salée et tiède, qu'on pourrait avaler sans danger, car acide et base primitifs ont disparu pour faire place à 2 g 9 de sel de cuisine, également en solution. C'est cette réaction qui a fait monter le thermomètre (fig. 3) de 18 à 25 degrés et demi : 7 degrés et demi d'élévation de tem-

pérature. En s'échauffant, les 100 centimètres cubes de liquide ont donc absorbé 750 petites calories. Conclusion : en neutralisant 1 gramme de soude par un acide (1), la chaleur de réaction est de 375 petites calories.

Le même dispositif pourrait servir pour n'importe quelle réaction chimique se poursuivant au sein de l'eau. En montrant comment on mesure une chaleur de combus-

tion et une chaleur de neutralisation, nous en avons assez dit pour que le lecteur comprenne sans peine, s'il en a besoin, les autres procédés qui, au fond, diffèrent peu de l'un des deux précédents.

Équilibres chimiques

Bien que cette idée soit peu répandue, l'équilibre en chimie est au moins aussi important qu'en mécanique. C'est grâce à l'existence d'équilibres que nous retrouvons tous les jours le monde dans l'état où nous l'avons laissé la veille, que les aliments peuvent être conservés pendant quelque temps sans se corrompre, que le bois des meubles et des poutres ne prend pas feu spontanément.

Mais, de tous les équilibres chimiques, les plus intéressants sont ceux qu'on nomme *équilibres mobiles* et qui correspondent à

(1) On démontre que l'acide peut être quelconque

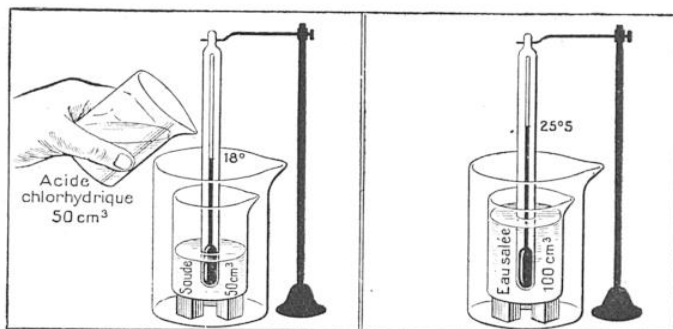


FIG. 2 ET 3. — DEUXIÈME EXEMPLE DE CHALEUR DE RÉACTION : NEUTRALISATION

L'eau salée peut s'obtenir par synthèse : il suffit de neutraliser la soude par l'acide chlorhydrique. 50 centimètres cubes d'eau contiennent 2 grammes de soude (le vase extérieur est là pour atténuer les pertes de chaleur) et le thermomètre marque 18°. On verse dans cette soude 50 centimètres cubes d'eau renfermant une quantité strictement équivalente d'acide chlorhydrique et à cette même température de 18°. On agite et on constate que le thermomètre s'élève jusqu'à 25°5. Élévation de température : 7°5. Chaleur dégagée : 750 petites calories pour 2 grammes de soude, soit 375 calories par gramme.

deux réactions chimiques, inverses l'une de l'autre et possibles l'une et l'autre, dans des conditions presque identiques. Un exemple familier va préciser ce qu'il convient d'entendre par là. Le carbonate de calcium n'est autre que la craie ; si on la chauffe, elle se scinde en deux de telle sorte qu'on peut écrire :

craie $\rightarrow$ chaux vive + gaz carbonique ;
il se forme de la chaux vive et le gaz carbonique se dégage. Mais, inversement, on peut avoir aussi :

gaz carbonique + chaux vive $\rightarrow$ craie.

Notre figure 4 nous indique un dispositif approprié à l'étude quantitative d'un phénomène chimique : rien que l'aspect complexe d'une telle figure eût stupéfié les anciens chimistes et montre nettement que la chimie a renoncé à se cantonner dans les phénomènes qu'on peut connaître au moyen de tubes de verre, de baguettes de verre et de vases de verre.

La chambre de réaction est en porcelaine ; elle communique, d'un côté, avec un manomètre à mercure, de l'autre avec une machine pneumatique en traversant un robinet *R*. On commence par faire le vide, puis on ferme *R*. L'expérience comporte, en outre, deux circuits électriques : l'un est un couple thermoélectrique *C* fermé sur un galvanomètre *G*, directement gradué en degrés (1) ; l'autre comprend une résistance chauffante — du genre de celle des radiateurs électriques — où on envoie le « courant du secteur » par l'intermédiaire d'un rhéostat de réglage.

Supposons que la température soit 910°. A cette température-là, le carbonate de calcium produit du gaz carbonique, dont la pression est précisément une atmosphère : les niveaux *B* et *A* sont dans un même plan horizontal.

1° En maintenant la température constante, nous versons du mercure en *A* ; ce faisant, nous augmentons la concentration

(1) Voir notre article sur la « thermoélectricité » dans le numéro 121 de *La Science et la Vie*.

du gaz carbonique dans la chambre de réaction. Mais, au bout de très peu de temps, les niveaux sont à nouveau à la même hauteur ; la chaux a absorbé le gaz carbonique en trop. D'où deux remarques essentielles :

a) Quand un système chimique est en équilibre, toute augmentation qu'on s'efforce de réaliser dans la concentration d'un des corps provoque la disparition de ce corps ; cette remarque est le point de départ de « la loi d'action de masse », énoncée, en 1867, par les Norvégiens Guldberg et Waage ;

b) A une température donnée, il n'y a qu'une seule pression d'équilibre. Lorsque la température est fixée, tout est fixé ; on dit, avec l'Américain Gibbs, que le système est *univariant*. Ce savant découvrit, en 1876, la célèbre « règle des phases », qui s'occupe aussi des autres cas possibles, c'est-à-dire des systèmes *invariants*, *bivariants*, *trivariants*, etc...

2° Si nous chauffons à 915° (au lieu de 910°), la dénivellation entre *A* et *B* (*A* plus haut que *B*) sera de 6 centimètres ; la pression d'équilibre à 915° est :

$$\frac{76 + 6}{76} = 1 \text{ atmosphère } 08.$$

3° Inversement, si nous ne chauffons plus qu'à 905°, la dénivellation entre *B* et *A* (*B* plus haut que *A*) sera également 6 centimètres ; la pression d'équilibre à 905° est :

$$\frac{76 - 6}{76} = 0 \text{ atmosphère } 92.$$

Nous voyons maintenant ce que sont deux réactions possibles en sens inverse. Le Hollandais van't Hoff a, d'ailleurs, montré que, quand deux réactions inverses sont ainsi possibles, celle qui *dégage* de la chaleur est celle qui a lieu à la température la plus basse. Ainsi, en refroidissant de 915° à 910°, la pression d'équilibre diminue : il se combine donc du gaz carbonique à la chaux, et c'est, d'après van't Hoff, cette synthèse du carbonate de calcium qui dégage de la chaleur ; pour 1 gramme de craie formée, la chaleur de réaction est 2.700 petites calories.

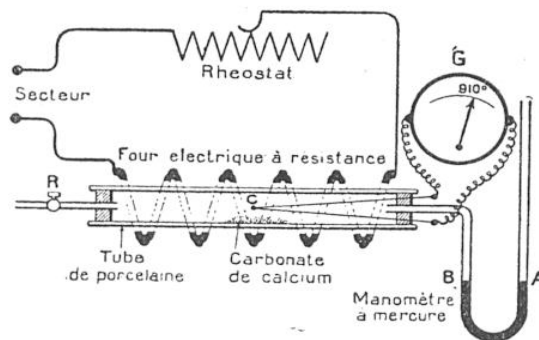


FIG. 4. — UN ÉQUILIBRE CHIMIQUE : LA DÉCOMPOSITION DU CARBONATE DE CALCIUM
Un four électrique à résistance est de tous points analogue à un radiateur électrique. On fait le vide dans l'appareil, puis on ferme *R*. On lit les températures sur un galvanomètre *G*, branché sur le couple thermoélectrique *C* et gradué en degrés. Lorsque la température est 910°, les niveaux *A* et *B* sont à la même hauteur. Cette expérience montre bien que la chimie ne se borne plus à l'usage d'un entonnoir et d'une baguette de verre.

L'affinité chimique

Nous sommes, maintenant, en mesure de comprendre en quoi consiste l'affinité, sans la confondre avec la chaleur de réaction.

Reprenons la figure 4, en admettant que nous ayons remplacé le robinet *R* et le tube par un piston mobile dans les deux sens (étanche et sans frottement). La température initiale est toujours 910°.

Portons l'appareil à 911° : du gaz carbonique va se dégager, le piston va se déplacer de gauche à droite et on pourra recueillir du travail; nous avons ainsi un *moteur chimique* qui fonctionne

sur le principe de la décomposition de la craie. Ces moteurs n'ont, d'ailleurs, aucun intérêt pratique; mais ils sont intéressants, parce

que le travail théorique qu'ils permettent de récupérer fournit une mesure de l'affinité.

Occupons-nous encore d'un gramme de craie; cette craie, en se décomposant, dégage du gaz carbonique qui, à 911°, occupe un volume de 972 centimètres cubes. La pression atmosphérique étant 1 kilogramme par centimètre carré, le travail de cette expansion sera 972 centimètres cubes $\times$ 1 kilogramme par centimètre carré, soit 972 kilogrammes-centimètres ou 9,72 kilogrammètres : c'est le travail à dépenser pour élever 1 kilogramme à 9 m 72. Et ce travail correspond à 24 petites calories.

Nous dirons donc qu'à 911°, à la pression atmosphérique, l'affinité du gaz carbonique pour la chaux est négative et égale à 24 petites frigories (par gramme de carbonate de calcium produit). D'où le tableau ci-dessus.

L'affinité d'une réaction chimique est donc, comme Gibbs l'a montré le premier, le *travail maximum* qu'on peut espérer produire en effectuant cette réaction. L'affinité ne se confond nullement avec la chaleur de réaction, et cela en conformité avec le principe de Carnot, qui affirme que l'énergie utilisable n'est, en général, qu'une petite fraction de l'énergie totale.

L'affinité chimique sert à prévoir quelles réactions chimiques seront possibles, et dans quelles conditions : un corps pur ne pourra réagir sur un autre corps pur que si l'affinité de leur réaction mutuelle est posi-

tive, si elle est mesurée par des calories et non par des frigories. La réaction pourra avoir lieu quel que soit le *signe* de la chaleur de réaction, qu'il y ait ou dégagement ou absorption de chaleur, peu importe; c'est ainsi que certains mélanges réfrigérants reposent sur des réactions chimiques qui absorbent de la chaleur (qui produisent des frigories).

L'électroaffinité

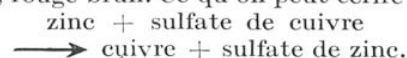
Les piles et les accumulateurs permettent aussi, dans d'autres cas particuliers, de mesurer l'affinité chimique, puisqu'une pile ou un accumulateur peuvent actionner un

moteur électrique, avec un rendement très voisin de 100 %.

Voici, sur un exemple particulièrement simple, comment on opère. Lorsqu'on fait

RÉACTION : CHAUX SUR GAZ CARBONIQUE (à la pression atmosphérique)		
TEMPÉRATURE	CHALEUR DE RÉACTION	AFFINITÉ
909°	27.000 petites cal.	24 petites cal.
910°	27.000 petites cal.	NULLE
911°	27.000 petites cal.	24 petites frig.

tomber un morceau de zinc dans une solution bleue de sulfate de cuivre, le zinc se transforme en sulfate (incolore), qui reste dissous, et il se dépose (sur le zinc) du cuivre métallique, rouge brun. Ce qu'on peut écrire :



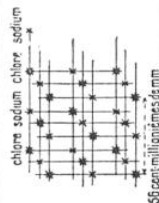
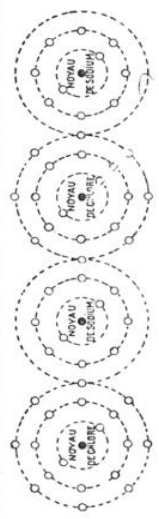
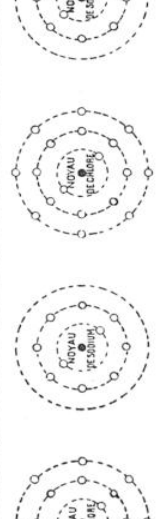
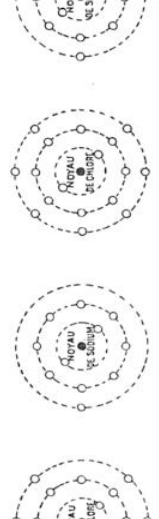
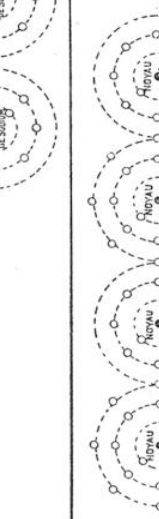
Cette réaction chimique peut s'effectuer autrement, dans une pile, *sans qu'il y ait contact* entre le zinc et le sulfate de cuivre : un bâton de zinc plonge dans une solution de sulfate de zinc et une lame de cuivre plonge dans une solution de sulfate de cuivre. Pour éviter le mélange des deux solutions, l'une des solutions est versée à l'intérieur d'un vase poreux, l'autre à l'extérieur.

Tant que la pile est à circuit ouvert, *il ne se passe rien*. Mais, dès qu'on réunit métalliquement le zinc et le cuivre, le circuit est traversé par un courant, qui va du cuivre au zinc à l'extérieur de la pile, et du zinc au cuivre à travers les deux solutions. En d'autres termes, le cuivre est pôle positif, le zinc est pôle négatif. Au point de vue chimique, la pile est un appareil où les réactions sont réglables à volonté, peuvent être suspendues et reprises par le jeu d'un commutateur : le zinc disparaît peu à peu dans la solution qui l'entoure, du cuivre se dépose sur la lame positive.

Il suffit dès lors de mesurer l'énergie produite dans le circuit, soit au moyen d'ampèremètres et de voltmètres, soit au moyen

UN EXEMPLE DE L'ABSORPTION DE LA CHIMIE PAR LA PHYSIQUE

Le mécanisme et le calcul de la synthèse du sel marin (Max Born)

	ETATS SUCCESSIFS	REPRÉSENTATIONS ATOMIQUES	ÉNERGIES	
			PETITES CALORIES	PETITES FRIGORIES
PREMIER ETAT	On part de 58 g 5 de sel marin (dont la structure est représentée ci-contre à deux échelles différentes) 			181.500
DEUXIEME ETAT	Éparpillement du cristal en ses constituants sous forme d'ions isolés (ions chlore et ions sodium), très éloignés les uns des autres		117.000 (pour le sodium)	96.000 (pour le chlore)
TROISIEME ETAT	Transformation des ions en atomes par échanges d'électrons			
QUATRIEME ETAT	Obtention de gaz chlore et de sodium solide		35.000 (pour le chlore)	23.700 (pour le sodium)
CINQUIEME ETAT	Réaction chimique du chlore sur le sodium (d'où retour à l'état initial, soit 58 g 5 de sel marin).			
			Totaux :	175.700
			Bilan :	101.800 petites calories

56 cent-millionièmes de mm.

d'une lampe et d'un calorimètre, soit au moyen d'un moteur électrique qui soulève des poids. On trouve ainsi qu'à la disparition de 65 g 4 de zinc et à l'apparition concomitante de 63 g 6 de cuivre, correspond une affinité d'à peu près 51.000 calories.

On a donné le nom d'« électroaffinité » à l'affinité chimique qu'on mesure grâce à l'emploi de circuits électriques. L'essentiel, c'est d'arriver à déterminer l'affinité des corps qu'on fera réagir : peu importe les moyens employés dans ce but.

Théorie électrique de l'affinité

Il était nécessaire de bien préciser la signification des phénomènes chimiques à *notre échelle* et de comprendre, notamment, la distinction entre la chaleur de réaction et l'affinité. Nous sommes à même, maintenant, de revenir sur les considérations électroniques indiquées au début et de montrer comment on peut prévoir les grandeurs fondamentales de la chimie par des mesures purement électriques.

Il s'agit, par exemple, de déterminer l'affinité du gaz chlore pour le métal sodium, c'est-à-dire l'énergie (utilisable) qu'on peut recueillir dans la transformation du quatrième état au cinquième état (sel marin ou chlorure de sodium) de la page 106. Cette énergie représente un certain nombre de petites calories, représenté par un *point d'interrogation* dans l'avant-dernière colonne de notre tableau. Pour cela, nous allons faire subir à notre chlore et à notre sodium, un certain nombre de modifications ou, comme on dit, un « cycle de transformations », l'état final étant identique à l'état initial.

Nous partons donc du sel marin cristallisé, et nous en prenons 58 g 5 (renfermant 35 g 5 de chlore et 23 g de sodium).

1° La structure intime du sel marin est précisée par les rayons X ; connaissant les attractions électriques entre les particules constitutives et ayant étudié la compressibilité de ces cristaux (c'est-à-dire la pression nécessaire pour réduire la distance fondamentale, soit 56 cent-millionièmes de millimètre, d'une certaine fraction de sa valeur), on peut, comme Max Born l'a montré, calculer l'énergie nécessaire pour éparpiller les ions à une grande distance les uns des autres (passage du premier état au second).

Le résultat est le suivant : il faut dépenser, pour la masse considérée, 181.500 petites calories (ou, si l'on préfère, on recueille 181.500 petites frigories) ;

2° Les ions étant éparpillés, on suppose que chaque ion sodium fixe un électron, chaque ion chlore cède un électron, en donnant chacun un atome (troisième état). Ces sauts d'électrons sont connus par des mesures optiques (1) et électriques (2). On recueille ainsi 117.000 petites calories pour le sodium, 96.000 petites frigories pour le chlore ;

3° On condense la vapeur de sodium sous forme de métal : ce rapprochement des atomes fournit 23.700 petites calories pour 23 grammes de sodium. De même, la réunion, deux par deux, d'atomes de chlore (pour donner du gaz chlore) produit 35.000 petites calories.

Il n'y a plus qu'à faire le bilan de nos calories et de nos frigories : il reste 101.800 petites calories, qui représentent la valeur de notre « point d'interrogation ». L'affinité du chlore pour le sodium est donc égale à 101.800 petites calories (pour la synthèse de 58 g 5 de sel marin) ; et cette affinité vient d'être calculée sans faire une seule expérience de chimie.

La comparaison avec l'expérience fournit la preuve décisive de la théorie précédente ; des mesures directes fournissent la valeur : 97.900 petites calories, soit, à 4 % près, le résultat obtenu par le calcul. Etant données les incertitudes qui règnent encore sur ces nombreuses déterminations, on peut considérer l'accord comme excellent.

Telles sont les conceptions que la physique se fait aujourd'hui de la valence chimique et de l'affinité chimique. Sous peine de n'être pas suivis, il nous a été impossible de faire appel à la *théorie des quanta*, qui synthétise toutes les données éparses. L'essentiel a néanmoins été rappelé, et on imaginera facilement quels bouleversements, pleins de promesses pour l'avenir, la science actuelle introduit dans l'immense ensemble des faits chimiques.

MARCEL BOLL.

(1) C'est ainsi que la couleur jaune émise par le sodium dans un bec Bunsen correspond à un saut bien déterminé d'électrons.

(2) On peut calculer ce « travail d'ionisation ».



VERS L'EXTRACTION INDUSTRIELLE DES GAZ TRÈS RARES DE L'AIR

Les applications de l'hélium

ON sait que l'air atmosphérique est un mélange de différents gaz, parmi lesquels l'oxygène et l'azote sont les plus abondants, l'hélium et surtout le krypton et le xénon sont les plus rares. Depuis longtemps, les techniciens ont cherché à isoler ces gaz en quantités suffisantes pour pouvoir les étudier et en prévoir les applications industrielles.

En 1917, les Etats-Unis ont édifié, à Pérolia, une installation permettant de traiter environ 500.000 mètres cubes de gaz naturels par jour, et leur stock d'hélium était d'environ 5.600 mètres cubes à la fin de la guerre.

L'hélium est utilisé pour gonfler les dirigeables américains, pour obtenir des températures très basses et voisines du zéro absolu (-273°C) (1). Enfin, on a découvert que, en remplaçant l'azote par de l'hélium dans l'air comprimé envoyé dans les caissons où travaillent des ouvriers, on pouvait supprimer les malaises, parfois mortels, survenant à la suite d'une décompression trop brusque. On sait, en effet, que ces accidents sont dus au dégagement tumultueux de l'azote qui, à la faveur de la pression, s'était dissous dans le sang. L'hélium étant très peu soluble dans les liquides organiques ne présente aucun danger.

L'extraction du krypton et du xénon

Grâce aux moyens puissants de liquéfaction de l'air dont il dispose, Georges Claude a réussi à isoler d'assez grandes quantités de krypton et de xénon.

L'idée directrice de Georges Claude, la même qui avait guidé le savant dans ses recherches sur l'extraction des autres gaz rares de l'air, fut d'obtenir le krypton et le xénon, non pas en les extrayant d'air spécialement traité à cet effet, mais en les recueillant comme de simples sous-produits des appareils industriels à oxygène ou à azote, en s'arrangeant pour que rien ne soit changé au fonctionnement de ceux-ci.

Pour un appareil traitant 800 mètres cubes

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 108, page 489.

d'air à l'heure, le débit est de 400 litres à l'heure, contenant 1/1.000 de xénon et de krypton. Georges Claude a réussi à augmenter cette concentration en brûlant ce courant d'oxygène à 1/1.000 de krypton et de xénon dans une atmosphère d'hydrogène. La teneur de ces deux gaz rares atteint alors 2 %. Ce mélange passe continuellement à travers un tube en verre pyrex contenant de la silice absorbante et placée dans un vase de Dewar en contact indirect d'oxygène liquide. Par réchauffage, on récupère le krypton et le xénon, soit de 10 à 11 litres de krypton et 018 de xénon par jour.

En utilisant les grands appareils à oxygène comme ceux de l'usine de Boulogne, qui traitent 3.000 mètres cubes d'air par jour, on obtiendrait plusieurs litres de xénon ou plusieurs dizaines de litres de krypton par jour.

Cependant on a remarqué que ces deux gaz sont plus solubles dans l'eau que l'oxygène et l'azote. La teneur du krypton et du xénon dans les gaz dissous dans l'eau est donc beaucoup plus forte que dans l'air. Or les installations Claude-Boucherot (1) pour l'utilisation de l'énergie thermique des océans fournissent de grandes quantités de ces gaz. Ainsi la matière première ne manquera pas.

Quelles sont les applications industrielles de ces gaz ? On ne peut encore le prévoir d'une manière certaine. Ils pourront être utilisés concurremment avec l'argon, dans les lampes électriques à incandescence ; leur très grande densité (entre trois et quatre fois celle de l'air) montre que leurs atomes sont très lourds, et cette remarque pourrait conduire à certaines applications. Ainsi, le xénon, en raison précisément de la grosseur de ses atomes, est opaque aux rayons X.

Quoi qu'il en soit, nous devons rendre hommage au génie du grand ingénieur français qui apporte, chaque jour, une contribution féconde et qui a prouvé, depuis longtemps, que les expériences de laboratoire étaient le point de départ d'industries florissantes.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 116, page 137, et n° 134, page 145.

VERS LE RENDEMENT MAXIMUM DE LA MACHINE A VAPEUR

Dans une chaudière à vapeur moderne, on réalise aujourd'hui des hyperpressions de 224 kilogrammes, alors qu'il y a cent ans on atteignait 4 kilogrammes à peine.

Par Jean LABADIÉ

Plus la science progresse, plus le rendement s'accroît. C'est le cas de la machine à vapeur qui a évolué, grâce aux recherches des savants techniciens, vers l'utilisation de pressions de plus en plus fortes, pour obtenir un rendement de plus en plus grand. Sadi Carnot (1), le créateur de la thermodynamique moderne (étude des relations qui existent entre le travail et la chaleur), a, en effet, démontré que le rendement d'une machine thermique, telle que la machine à vapeur, était fonction de la différence de températures entre la source chaude, c'est-à-dire la vapeur à son entrée, et la source froide, c'est-à-dire la vapeur à la sortie de la machine. Mais il ne faisait aucunement intervenir les pressions dans cette équation du rendement. Aussi, pendant longtemps, les constructeurs portèrent-ils leurs efforts vers l'élévation de la température de la vapeur avant son entrée dans l'organe moteur de la machine, au moyen, par exemple, de tubes surchauffeurs, ou vers l'abaissement de la température du condenseur qui reçoit la vapeur ayant travaillé. Il est à remarquer que Sadi Carnot a établi sa théorie sur un fluide idéal, sans tenir compte des propriétés particulières à la vapeur d'eau par exemple. Cela n'enlève rien, du reste, à la perfection rigoureuse du principe qui porte son nom. Mais plus d'un demi-siècle plus tard, Rankine, un ingénieur russe, a introduit une nouvelle considération dans le cycle parcouru par la vapeur, en faisant intervenir l'eau elle-même. Le cycle de Carnot, qui n'envisageait que les températures de la vapeur quelle qu'elle soit, est ainsi complété par l'intervention du liquide même, ici l'eau. En tenant compte de ses propriétés physiques, les recherches du savant russe ont abouti à ce fait principal : c'est que le rendement de la machine à vapeur s'élève lorsqu'on augmente la différence des pressions de la vapeur d'eau, à l'entrée et à la sortie de la machine. Sans entrer dans des considérations d'ordre théorique, qui nécessiteraient des développements mathématiques, on peut affirmer que ces recherches ont abouti à l'introduction des hyperpressions dans l'établissement des machines à vapeur. En effet, les constructeurs ont alors établi des machines fonctionnant à des pressions de plus en plus élevées, de façon à obtenir un rendement de plus en plus amélioré. Cet accroissement des pressions a, bien entendu, une limite, qui paraît, du reste, déjà atteinte, suivant l'ingénieur anglais Benson, qui a réalisé une chaudière dans laquelle l'eau passe à l'état de vapeur sans bouillir, c'est-à-dire une chaudière fonctionnant au « point critique de l'eau », soit à 374° centigrades de température et sous 224 kg. 400 de pression. Cet exposé, très sommaire, montre bien quelles difficultés la science a dû vaincre pour arriver à des résultats pratiques, après ces recherches théoriques particulièrement ardues. La conclusion qu'il importe de retenir ici, pour les non-spécialistes, c'est que, à l'heure actuelle, la machine à vapeur ultra moderne utilise des pressions formidables (224 kg. 400 dans la chaudière Benson), alors qu'à l'origine elle utilisait seulement 4 kilogrammes (chaudière Watt). Ajoutons que c'est grâce aux progrès de la métallurgie qu'on a pu fabriquer des tôles susceptibles de résister à de telles hyperpressions.

A la fin du banquet qui célébrait, en 1895, le triomphe de la voiture Levassor dans la course Paris-Bordeaux, avec le record de 30 kilomètres à l'heure, un jeune enthousiaste se leva et but « au jour prochain où les automobiles circuleraient à la vitesse de 100 kilomètres ». Tout le monde applaudit, sauf un membre de l'assistance qui, se penchant à l'oreille de

son voisin, murmura : « Pourquoi faut-il qu'au moment des toasts certains se croient obligés de dire des bêtises ? » Celui qui parlait ainsi n'était autre que le triompha-

(1) Nicolas-Léonard-Sadi Carnot, né et mort à Paris (1796-1832). Son œuvre fondamentale : *Réflexions sur la puissance motrice du feu et sur les machines propres à développer cette puissance*, parut en 1824. Voir l'article de Marcel Boll sur Sadi Carnot, dans le n° 105, page 207, de *La Science et la Vie*.

teur lui-même, un des réalisateurs de l'automobile moderne dans tout son détail, M. Levassor en personne.

En 1827, un ingénieur des mines de Cornouailles, M. Richard Trevithick, tentait de fabriquer une locomotive fonctionnant à la pression de 4 kg 25 par centimètre carré. Aussitôt qu'une telle entreprise fut connue des techniciens, un homme se mit en campagne qui traita Richard Trevithick « d'assassin » et réclama d'urgence au gouvernement anglais la promulgation d'une loi interdisant l'emploi de la vapeur à des pressions aussi « dangereuses ». Le protestataire n'était autre que sir James Watt, alors dans toute la gloire de sa vie finissante, Watt créateur, lui aussi, de la première machine à vapeur intégrale, telle qu'elle devait exister durant tout le XIX^e siècle, avec son tiroir, son condenseur, sa pompe d'alimentation et son sifflet.

Heureusement, le sifflet d'alarme de Watt retentit, pour cette fois, dans le désert. Le gouvernement anglais s'abstint dans ce grave conflit technique. Aucune loi ne vint limiter les pressions à l'intérieur des chaudières, et la machine de sir James qui fonctionnait, à sa naissance, sous la seule pression atmosphérique, eut licence d'utiliser, non seulement, les 4 kg 25 de Richard Trevithick, mais encore — en y mettant le temps, un siècle exactement — toute l'échelle des pressions jusques et y compris (depuis trois ans) la « pression critique » de 224 kg 4 par centimètre carré. Celle-ci marque, d'ailleurs, ainsi que nous le verrons, un point culminant qu'il est inutile de chercher à dépasser dans une chaudière, en vertu, cette fois, de lois nullement parlementaires mais strictement physiques.

Il est intéressant d'essayer de comprendre les motifs techniques de cette ascension des pressions qui indique l'apogée imminent de la chaudière à vapeur, d'autant que l'ère des difficultés n'est pas encore close.

Les hautes pressions améliorent le rendement des turbines

Quel est l'intérêt des hautes pressions ? Exactement le même que celui des hautes températures et, en général, des hauts « potentiels » qui est d'accroître le rendement des machines.

Nous savons (1) que le rendement d'une machine thermique quelconque (moteur à explosion, turbine à vapeur, etc...), représente la *quantité de travail mécanique* que cette machine fournit en regard de la *quantité de chaleur qu'elle dépense*.

Si on mesure la chaleur (nombre de calories) consom-

mée par la masse de vapeur au cours de son passage dans la machine proprement dite (c'est-à-dire entre l'orifice d'admission et celui d'échappement), le rendement s'appelle « rendement thermodynamique ». Il est d'autant plus élevé que la chute de température est plus grande entre la source chaude

(générateur) et la source froide (condenseur). Sadi Carnot a démontré que cette chute des températures jouait, dans les machines à vapeur, le même rôle que celle de l'eau dans le fonctionnement des machines hydrauliques.

En vertu d'un tel principe, il est évident que pour accroître le « rendement thermodynamique » d'une machine, il suffit théoriquement d'accroître l'écart des deux températures extrêmes d'entrée et de sortie de la vapeur. Comme l'abaissement de la température du condenseur est forcément limité, il ne reste donc qu'à élever celle de la vapeur entrante. La « pression » n'intervient pas dans tout cela.

Pourtant nous savons que plus l'on accroît la pression dans une chaudière, plus le « point d'ébullition » du liquide qu'elle contient s'élève. Du même coup, en accroissant

(1) *La Science et la Vie* : « Qu'est-ce que le rendement ? » par L. Houllévigie, n° 114, page 553.

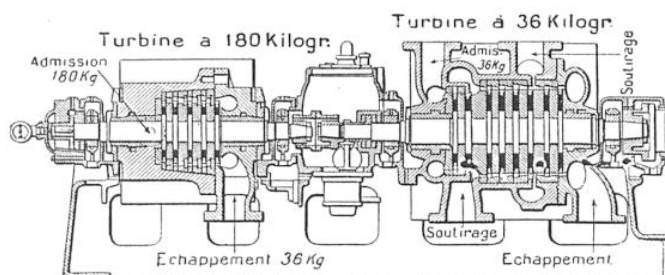


FIG. 1. - UN EXEMPLE DE TURBINE A HAUTE PRESSION ET A SOUTIRAGE DE VAPEUR

Cette turbine, utilisée à la câblerie Siemens, est alimentée par la chaudière « Benson » (décrite à la fin de l'article). Les étages à haute pression (à gauche) reçoivent la vapeur à 180 kilogrammes et la rendent à 36 kilogrammes. Après être retournée à la chaudière pour se réchauffer, cette vapeur à 36 kilogrammes parvient à la turbine à basse pression (à droite) où son courant subit deux prélèvements intermédiaires, avant qu'elle ne sorte détendue à 5 kg 4 (échappement définitif).

la pression dans le générateur, on élève la température de la vapeur entrante et, par là même, on accroît le rendement thermodynamique. Mais il est un moyen beaucoup plus simple d'élever la température de la vapeur avant son entrée dans la machine, c'est de la réchauffer aussitôt produite, en l'obligeant à passer dans un serpentin, au-dessus du foyer. Ainsi l'on accroît la température du fluide moteur sans accroître sa pression. C'est toute la raison d'être des « surchauffeurs » de vapeur dans les installations modernes.

On pourrait croire d'après cela, que la pression demeure bien un facteur de second plan dans le perfectionnement des machines, en vertu du principe de Carnot rigoureusement appliqué. C'est exact en théorie, mais la « machine idéale », imaginée par Carnot pour l'établissement de son théorème, fonctionne avec un fluide également « idéal », qu'il s'agisse de gaz chauds (moteurs à explosion) ou de vapeurs absolument quelconques (alcool, éther, ammoniacque). Bref, le « cycle » de transformation de la chaleur en travail, dans la machine théorique de Carnot, est indépendant des caractères physiques, réels, propres au fluide envisagé.

Malheureusement, l'eau utilisée dans l'industrie comme fluide moteur, ne fournit nullement cette vapeur idéale capable de travailler à l'intérieur des machines sans aucun écart de conduite entre l'« état initial » de l'entrée et l'« état final » de la sortie. En réalité, les choses sont beaucoup plus complexes.

Nous allons montrer comment l'augmentation de la chute de pression dans la machine à vapeur permet d'en augmenter le rendement, de même que l'accroissement de la chute de température.

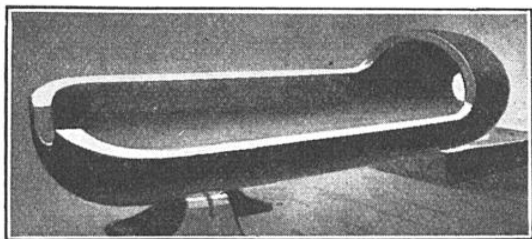


FIG. 2. — LE « BALLON D'EAU » D'UNE CHAUDIÈRE TUBULAIRE A HAUTE PRESSION

La coupe ci-dessus montre l'épaisseur des parois, la continuité de la masse forgée et les « trous d'homme » pratiqués dans les hémisphères terminaux. Les alvéoles destinées à recevoir l'implantation des tubes ne sont pas indiquées sur la figure. Ils figureraient sur la partie du ballon d'eau précisément enlevée par la coupe.

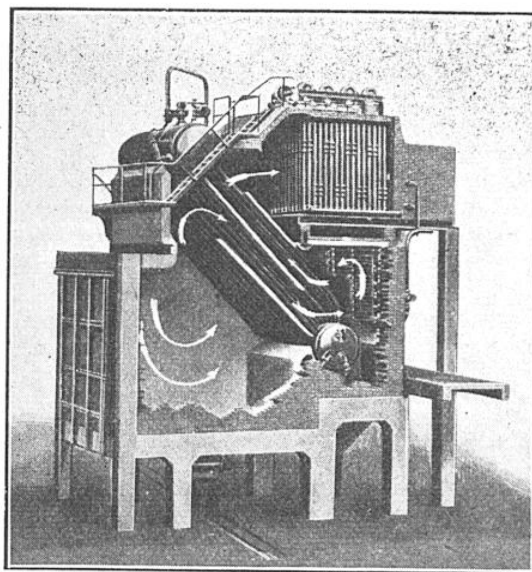


FIG. 3. — TYPE DE CHAUDIÈRE MODERNE A FAISCEAUX TUBULAIRES

Les flèches indiquent le trajet des gaz de combustion (qui proviennent, ici, d'un brûleur à charbon pulvérisé). A gauche (en haut) et à droite (en bas) l'on voit les deux « ballons » d'eau. Sur la paroi intérieure droite, les réchauffeurs d'air. Au sommet, les « économiseurs ».

De la machine à vapeur idéale à la machine réelle

Prenons comme exemple une turbine possédant un grand nombre d'étages (1). La vapeur travaille dans le corps de la turbine en actionnant les différents disques et « se détend » en passant d'un étage au suivant. Elle pénètre à haute pression (premiers étages) et sort à basse pression (derniers).

Dans cette chute de pression, chaque disque à aubes « représente » une turbine séparée. L'échappement de l'une de ces turbines élémentaires pourvoit à l'alimentation de la suivante. Autrement dit, un étage quelconque de vapeur joue le rôle de « générateur » vis-à-vis de la turbine qui le suit, mais, par contre, tient lieu de « condenseur » vis-à-vis de la précédente. Comment concilier ces deux fonctions qui sont, par définition, antagonistes ? C'est à quoi tous les constructeurs s'évertuent en calculant de leur mieux les différents diamètres des roues successives de la turbine ainsi que leur espacement.

(1) Une turbine à vapeur comporte d'ordinaire plusieurs « disques à aubes » fixés sur le même arbre. L'espace qui sépare deux disques consécutifs se nomme un « étage ». La turbine idéale n'aurait qu'un seul rotor (Laval).

Or, voici ce que l'expérience est venue démontrer : si l'on prélève de la vapeur incomplètement détendue à certains étages de la turbine en marche et si l'on utilise cette vapeur pour réchauffer l'eau d'alimentation destinée à la chaudière, on réalise un accroissement considérable dans le rendement.

L'opération a consisté à décongestionner le moteur pour mieux nourrir la chaudière.

Nous remarquons aussitôt que, dans cette opération du prélèvement de la vapeur et de son mélange avec l'eau d'alimentation, la comptabilité de la chaleur, en vue d'établir le rendement, introduit l'eau dans le cycle général et non plus seulement la vapeur. Nous sommes donc en présence d'un nouveau tableau des transformations de l'énergie thermique, beaucoup plus complet que celui de Carnot, lequel n'envisage que la vapeur incluse dans le moteur proprement dit (1).

Conséquences pratiques du cycle de Rankine

Sans entrer dans le détail des démonstrations, énumérons seulement quelques conséquences importantes du cycle de Rankine (2).

1^o Toutes les fois que la vapeur d'échappe-

(1) C'est le physicien russe Rankine qui, le premier, a introduit cette nouvelle considération. Ceci ne signifie pas que le rendement de la « machine idéale » de Carnot, révisé par Rankine, sera plus élevé. Non. Le principe de Carnot fixe un plafond infranchissable. Il n'est donc pas question de cela mais simplement de se plier aux contingences de la machine à vapeur d'eau et d'utiliser au mieux les caprices physiques de cette vapeur. Vu de cet angle, le perfectionnement de la machine à vapeur exige l'accroissement des pressions, à l'égal de l'accroissement des températures.

(2) En réalité, Rankine introduisait seulement dans son cycle la chaleur de l'eau du condenseur ordinaire de la machine à vapeur. Ici, le même cycle, perfectionné, met en jeu autant d'étages que l'on veut dans le corps même de la turbine, chaque étage étant considéré comme « condenseur » vis-à-vis du précédent.

ment ne pourra être récupérée par condensation (exemple : locomotives) le rendement sera fortement accru à mesure qu'on accroîtra la pression initiale ;

2^o De même, l'accroissement de la pression accroît le rendement, chaque fois que la machine est obligée de fonctionner à « contre-pression », c'est-à-dire quand la vapeur d'échappement conserve une pression résiduelle, ainsi qu'il advient, notamment, dans les usines utilisant cette vapeur d'échappement pour divers chauffages industriels (raffineries de sucre, industrie du caoutchouc) ;

3^o Même quand la vapeur est surchauffée antérieurement à son admission dans la machine, l'accroissement de pression apporte un sérieux bénéfice si le vide du condenseur n'est pas à peu près parfait ; perfection difficile à obtenir dans les grandes installations et qui, dans tous les cas, coûte cher. (Il suffit d'un abaissement du vide de 97 % à 95 %, ce qui est peu, pour justifier l'accroissement de pression.)

A ces conclusions théoriques, il faut en ajouter d'autres touchant la construction matérielle : les chaudières à haute pression tiennent moins de place et comportent moins de matériaux. Elles semblent devoir mieux utiliser la chaleur du foyer et fournir un débit horaire de vapeur plus abondant que dans les autres générateurs et beaucoup plus souple, c'est-à-dire capable de mieux s'adapter aux variations rapides de la demande d'énergie (creux et pointes) d'une centrale électrique par exemple.

Nous voilà donc à peu près renseignés sur les motifs théoriques de l'effort industriel qui, en dix ans, a porté dans la chaudière à vapeur des transformations que nos pères eussent tenues pour chimériques.

Avant de passer à la description des types de chaudières les plus récents, notons tout de

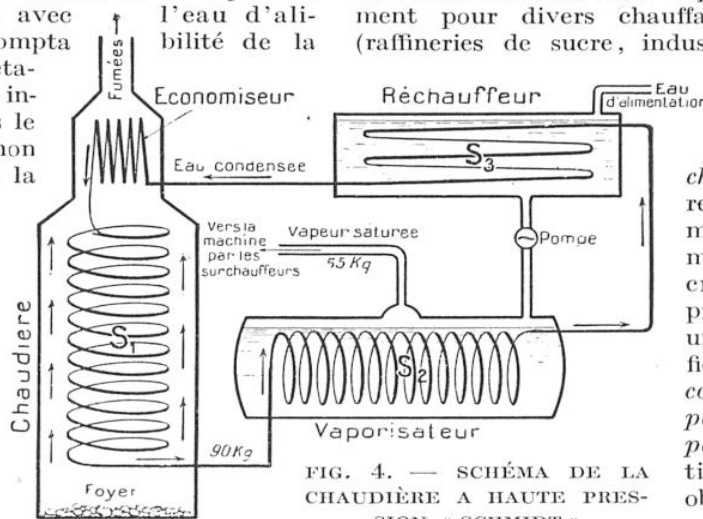


FIG. 4. — SCHÉMA DE LA CHAUDIÈRE A HAUTE PRESSION « SCHMIDT »

On remarquera la continuité du circuit d'eau soumis au contact des gaz de combustion. Le serpentin S_1 , vaporisateur et surchauffeur, se prolonge en S_2 dans le générateur de vapeur proprement dit, destiné à alimenter l'usine. La vapeur primaire, déjà refroidie dans ce passage, se condense en S_3 , tout en réchauffant l'eau courante de l'alimentation. Enfin, l'eau primaire ainsi condensée retourne à la chaudière, dans le serpentin S_1 , après s'être réchauffée elle-même dans l'économiseur que lèchent les fumées.

suite les résultats pratiques, obtenus depuis la guerre, tels que les indique un grand technicien, M. Herry, directeur des Centrales électriques des Flandres, dont les turbines, à Langerbugge fonctionnent sous la pression de 56 kilos.

Avant guerre, il était admis qu'un kilogramme de charbon était bien utilisé lorsqu'il fournissait, à la sortie de la centrale, 1 kW d'électricité. Autrement dit, on dépensait 7.000 calories (représentées par ce kilo de houille) pour produire un kilowatt. A cette époque, la vapeur sortait de la chaudière à 12 kilo-

résistance des matériaux intervient. Les divers aciers utilisés subissent, sous l'effet de la température croissante, des modifications moléculaires qui diminuent rapidement leur résistance.

L'on voit réapparaître, là encore, l'antagonisme entre la pression et la température. Dans l'état actuel des matériaux, l'ingénieur ne peut augmenter les deux parallèlement, au moins dans les chaudières du type industriel courant. Ce type, nous le rappelons simplement dans la figure page 111.

La chaudière à vapeur actuellement en service courant, repré-

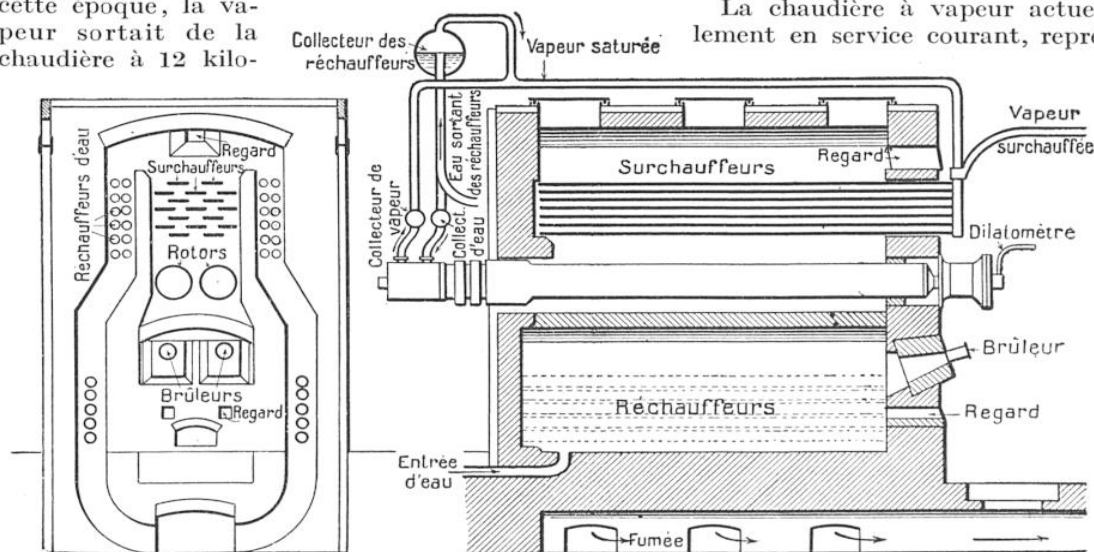


FIG. 5. — COUPES TRANSVERSALE ET LONGITUDINALE DE LA CHAUDIÈRE « ATMOS »

Dans la coupe transversale (à gauche), l'on aperçoit la superposition des divers organes : les tubes tournants (rotors), où s'effectue l'évaporation, reçoivent les premiers les gaz de combustion. Au-dessus, les surchauffeurs de vapeur. Parvenus au sommet, les gaz chauds redescendent dans les couloirs latéraux où sont disposés les réchauffeurs d'eau et sortent par le carneau des fumées situé au bas de la figure. Dans la coupe longitudinale (à droite) l'on voit les mêmes organes ainsi que la connexion des circuits d'eau et de vapeur au collecteur d'eau des réchauffeurs.

grammes environ et subissait une surchauffe de quelque 250° C avant d'aller aux turbines.

Or, progressivement, les « supercentrales » construites depuis 1918 ont fourni ce même kilowatt avec une dépense : tout d'abord, de 5.500 calories (Gennevilliers), avec une vapeur à 25 kilogrammes, surchauffée à 350° C ; puis de 4.500 calories seulement, avec une pression de 42 kilogrammes et une surchauffe de 375° C ; enfin, de 3.500 calories, avec une pression de 50 kilogrammes et une surchauffe de 450° C.

Des difficultés d'accroître la pression dans les chaudières tubulaires

Ainsi qu'on le voit par ces exemples, la température n'est pas négligée dans le progrès général. Mais, dans cette voie, la

sente un curieux renversement de la conception des vieilles chaudières tubulaires de Marc Seguin. Pour accroître le débit de la vapeur, il fallait augmenter la « surface de chauffe », c'est-à-dire la surface du récipient assurant le contact de l'eau et du feu. Seguin eut l'idée de faire traverser la masse d'eau à chauffer par un faisceau de tubes canalisant les gaz de combustion. Les grandes chaudières industrielles modernes ont renversé cette conception. C'est l'eau qu'on place dans un faisceau de tubes (verticaux ou obliques), lequel faisceau plonge dans l'atmosphère embrasée de la chambre de combustion. Ainsi l'eau est mieux exposée, non seulement aux gaz chauds qui lèchent les tubes, mais encore à la chaleur rayonnée. La vaporisation s'en trouve accé-

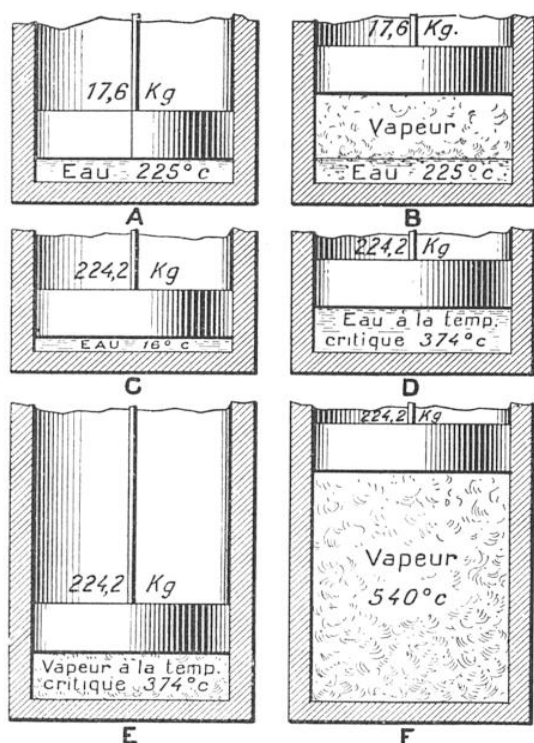


FIG. 6. — LES DIFFÉRENTS ÉTATS DE L'EAU ET DE LA VAPEUR SOUS DES PRESSIONS ET DES TEMPÉRATURES CROISSANTES

En A : une masse d'eau maintenue à 225° C., mais à une pression de 17 kg 6, ne bout pas si le piston ne laisse aucun espace vide entre elle et lui. Si le piston s'élève (en B), l'eau se met à bouillir jusqu'à ce que sa vapeur ait atteint de nouveau la pression 17 kg 6. A ce moment, l'équilibre est rétabli, l'ébullition cesse, si la pression ne diminue pas et si la température n'augmente pas. En C, le volume d'eau représenté à la température de 16° est soumis à la pression de 224 kg 2. Ce volume devient triple, sans qu'il y ait ébullition, si la pression est maintenue à 224 kg 2 tandis que l'eau est chauffée à 374° C. A ce moment précis, l'eau peut, à volonté, être considérée comme étant soit à l'état de vapeur, soit à l'état liquide. En E, on considère donc le fluide comme étant de la vapeur, et en D, on montre le volume qu'atteint cette même quantité de vapeur si on élève sa température à 540° sans changer sa pression.

lérée. Les tubes, d'autre part, supportent des pressions d'autant plus grandes que leur diamètre est plus petit. Le pro-

grès réalisé par ce dispositif est évident.

Toutefois, les faisceaux tubulaires ne suffisent point à constituer une chaudière. Il faut les réunir à un « corps cylindrique » (ou ballon) inférieur contenant la masse d'eau qui assure la continuité et la régularité de la vaporisation. En outre, comme les tubes doivent rester constamment remplis de liquide — sous peine de devenir des surchauffeurs — les mêmes faisceaux tubulaires aboutissent, dans leur partie supérieure, à un second ballon contenant la surface de l'eau en ébullition.

Les deux ballons (inférieur et supérieur) supportent donc les mêmes pressions que les tubes. Comme leur diamètre est considérable, leur construction présente des difficultés particulières. Il faut accroître l'épaisseur de leurs tôles. Mais, alors, c'est l'opération d'assemblage de ces tôles qui devient difficile. Les rivets, avec l'accroissement de pression, deviennent de plus en plus réfractaires à la résistance et à l'étanchéité.

Cette difficulté a conduit les constructeurs à réaliser des corps de chaudière d'après la méthode qui servit, durant la guerre, à la fabrication des obus. Un lingot d'acier est forgé de manière à fournir un cylindre creux à parois très épaisses. Puis il est embouti par les deux extrémités à la presse hydraulique, ce qui arrondit en hémisphère chaque

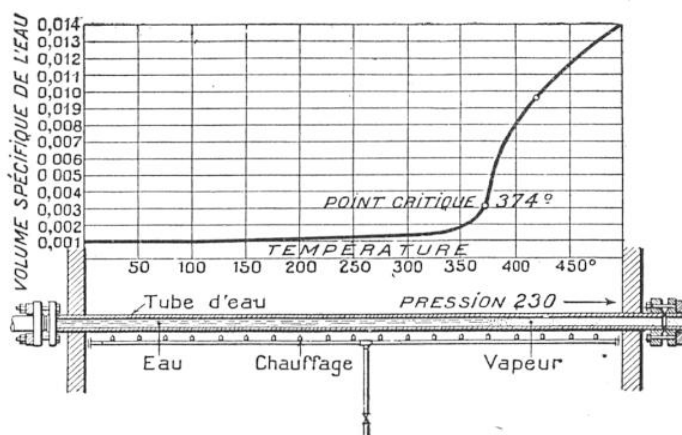


FIG. 7. — DIAGRAMME DE L'ÉVAPORATION DANS UN TUBE DE LA CHAUDIÈRE « BENSON »

L'eau, entrée par la gauche, s'échauffe (sous l'action de la rampe de gaz figurée ici pour image). La pression intérieure du tube étant maintenue à 230 kilogrammes, le « volume spécifique » de l'eau croît, sans discontinuité, en même temps que la température (c'est-à-dire à mesure que l'eau progresse vers la droite). Au point critique, on considère que l'eau est devenue vapeur. Et le volume spécifique de cette vapeur croît à son tour. C'est la représentation continue du phénomène indiqué, de manière discontinue, dans la figure précédente.

bout du cylindre. Au centre de ces bouts arrondis, on ménage un « trou d'homme ».

Le cylindre est ensuite perforé latéralement d'autant de trous, soigneusement alésés, qu'il existe de tubes destinés à insérer leurs extrémités dans ces alvéoles. Les tubes sont fixés au ballon par un martelage spécial (dudgeonnage) effectué de l'intérieur du corps cylindrique. Le trou d'homme est alors fermé par un volet pressant de l'intérieur : il ne servira plus qu'aux nettoyages éventuels. La chaudière à haute pression se trouve construite.

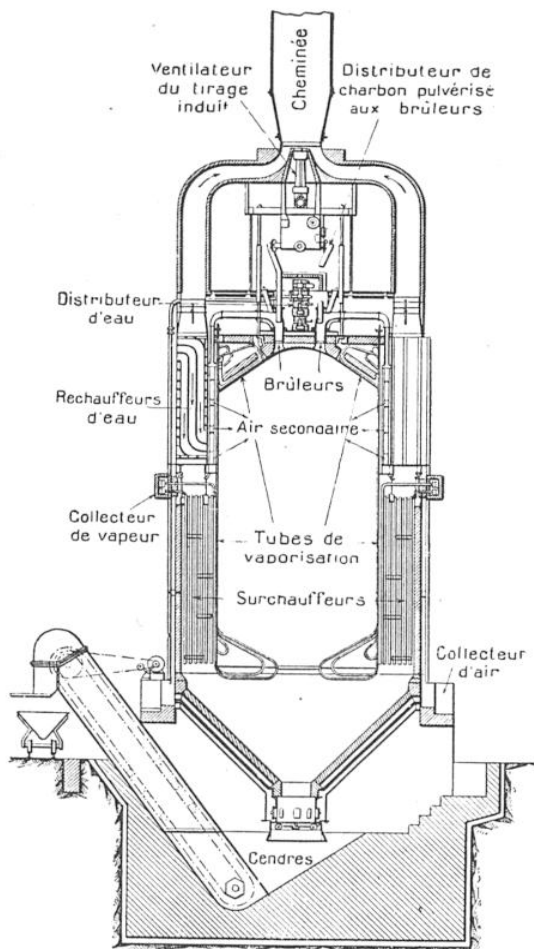


FIG. 8. - COUPE DE LA CHAUDIÈRE « BENSON »

Les gaz de combustion issus de la voûte où se trouvent les brûleurs, descendent vers les surchauffeurs (en bas), en léchant les tubes de vaporisation qui tapissent toute la chambre. Ils remontent latéralement vers la cheminée, où un ventilateur les aspire. Sur leur trajet moyen, ils réchauffent l'eau destinée à l'alimentation générale, ainsi que l'air secondaire arrivant par des ouvertures latérales. (Cet air vient terminer la combustion du charbon pulvérisé, qui tombe, déjà embrasé, des brûleurs.)

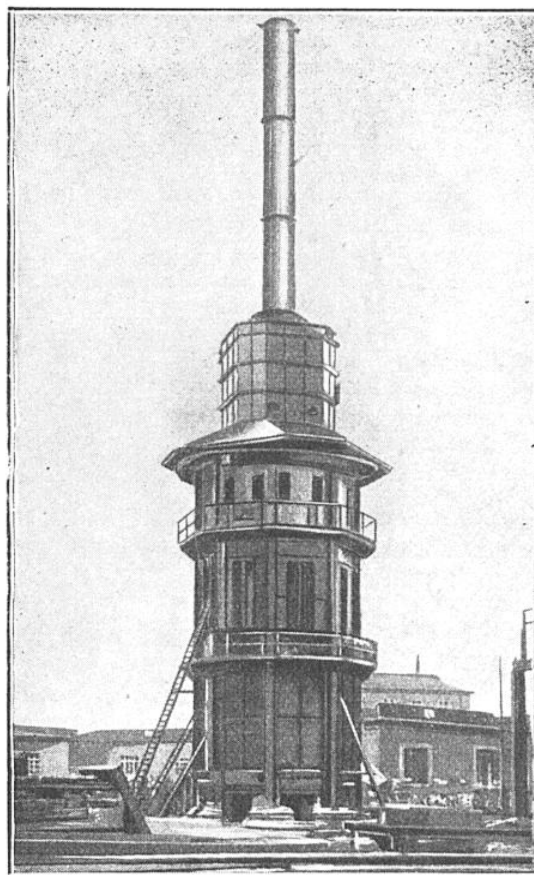


FIG. 9. — VUE EXTÉRIEURE DE LA CHAUDIÈRE « BENSON »

Edifiée au centre de la manufacture de caoutchouc Siemens-Schuckert, dont elle alimente tous les services (chauffage et force motrice), cette chaudière évoque réellement un haut fourneau octogone.

Elle fonctionnera bien tant que les tubes ne seront pas encrassés de dépôts calcaires à l'intérieur et de suie à l'extérieur. Les suies, aujourd'hui, sont systématiquement « soufflées » par des jets de vapeur installés à l'intérieur même de la chambre de combustion. Les dépôts calcaires sont plus difficiles à éviter : ceci exigerait l'emploi exclusif d'eau distillée dans la chaudière, système trop onéreux.

Inutile d'ajouter que ces inconvénients s'aggravent, à mesure que la pression, la température et le débit horaire de vapeur augmentent. Cependant, dans des chaudières construites d'après cette formule, certains constructeurs sont parvenus à réaliser, en service courant, 56 kilogrammes (Laugerbugge) et même de 84 kilogrammes (Edison Electric Company, à Boston).

L'on touche là au summum de ce que peut donner la chaudière à faisceaux tubulaires. Comment progresser ?

Vers les très hautes pressions : I. La chaudière à 100 kilos de « Lœffler »

On peut concevoir ceci :

Puisque c'est au contact immédiat du feu, c'est-à-dire des « gaz de combustion », que l'acier se détériore, il serait intéressant de soustraire à ces gaz la partie la moins résistante de la chaudière : le corps cylindrique.

C'est ce qu'a proposé le professeur allemand Lœffler. Il place les ballons à l'extérieur de la chambre de combustion. Seuls, plongent dans cette chambre les faisceaux tubulaires, convenablement coudés, qui travaillent alors en « surchauffeurs ». L'eau, pénétrant dans leur partie la plus chaude, non seulement se vaporise, mais encore se « surchauffe », c'est-à-dire : prend une température supérieure à celle qui suffirait à la faire bouillir, à la pression envisagée. Et c'est la vapeur surchauffée qui, entrant dans la masse d'eau des ballons, la porte à l'ébullition.

Le système Lœffler, en service à Vienne et à Witkowitz (Moravie), sera-t-il sanctionné par la pratique ? On le saura d'ici quatre ou cinq ans. Observons seulement que les corps cylindriques de Lœffler, soustraits au feu, se contentent d'une paroi deux fois plus mince que celle exigée par les chaudières similaires, construites d'après l'ancienne méthode.

II. La chaudière en circuit fermé de « Schmidt »

Dans la conception précédente, le vase clos d'évaporation n'apporte aucune nouveauté. Seule, la disposition relative des divers organes a varié. Mais voici une conception plus originale, celle de l'ingénieur allemand Schmidt (voir le schéma, fig. 4) à chauffage indirect.

La vaporisation au-dessus du foyer s'effec-

tue dans un serpentin dont le circuit est absolument étanche, ce qui permet de le garnir, une fois pour toutes, d'eau distillée. Cette eau va donc fournir, dans la partie du serpentin qui se trouve dans la chambre de combustion, de la vapeur surchauffée. Cette vapeur, continuant son chemin dans le tube qui la canalise, va faire bouillir de l'eau ordinaire à l'intérieur d'un appareil vaporisateur indépendant de la chaudière.

Ayant cédé une partie de sa chaleur à l'eau vaporisée, la vapeur surchauffée s'est refroidie mais non condensée. Elle continue

donc le circuit en traversant un réchauffeur d'eau destiné à l'alimentation de l'évaporateur. Par échange de sa chaleur restante avec l'eau froide, la vapeur, cette fois, se condense. L'eau pure, qui la constituait, est alors aspirée dans l'économeuse de la chaudière, où elle se réchauffe au contact des fumées avant de rentrer dans le serpentin-surchauffeur où, reformée en vapeur, elle recommence le même cycle, indéfiniment.

La chaudière Schmidt, tout en conservant, pour la vapeur directement produite au-dessus du feu, les avantages des chaudières tubulaires

ordinaires, réintroduit pour l'évaporation secondaire (alimentant les machines) le mode de chauffage de Seguin. C'est le fluide chauffant, non le fluide chauffé, qui circule à l'intérieur des tubes minces. Seulement, ici, le fluide chauffant est, lui aussi, de la vapeur (surchauffée), non une fumée de combustion encrassante et corrosive. Et c'est de l'eau distillée qui circule indéfiniment dans le circuit primaire.

Comme dans le système Lœffler, les organes de moindre résistance se trouvent soustraits à l'action directe du feu.

III. La chaudière à rotors « Atmos »

Avec la chaudière Atmos, nous entrons dans un domaine entièrement nouveau et dont l'exploration rencontre, paraît-il,

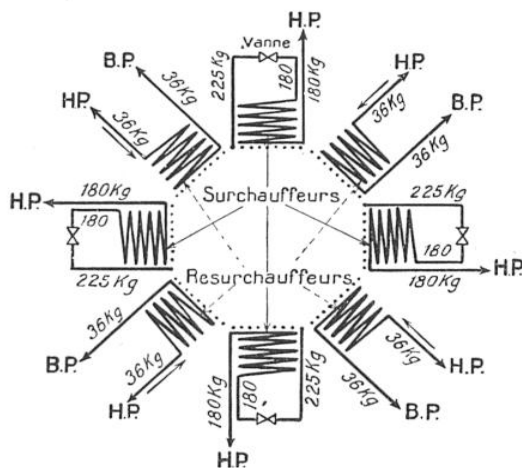


FIG. 10. — DISPOSITION DES SURCHAUFFEURS DANS LA CHAUDIÈRE « BENSON »

Chaque pan de la chambre octogonale porte un surchauffeur ou un resurchauffeur, les uns et les autres alternant. La fonction des surchauffeurs est de chauffer la vapeur détendue à 180 kilogrammes, destinée à la turbine H. P. Celle des resurchauffeurs est de chauffer la vapeur à 36 kilogrammes issue de la turbine H. P. et allant vers la turbine B. P. (basse pression).

beaucoup d'obstacles : la chaudière devient elle-même une *machine* où les tubes évaporateurs tournent sur leur axe (fig. 5).

La conception de la chaudière Atmos est due à l'ingénieur suédois Blomquist qui l'a réalisée, pour la première fois, de manière industrielle, en 1921, dans une raffinerie de sucre, à Gothenburg (Suède).

L'inventeur s'est donné comme but de conserver aux tubes de vaporisation une section assez grande (25 à 30 centimètres), pour que leur entretien intérieur soit facile, mais assez petite, cependant, pour que le faible rayon de courbure du récipient conserve les avantages classiques de la résistance aux grandes pressions. Longs de 3 mètres environ, ces tubes, construits en aciers spéciaux, offrent assez l'aspect de pièces de canon qui seraient exactement cylindriques.

Placés dans la chambre de combustion comme l'indique notre croquis, ces tubes sont en rotation perpétuelle, à raison d'environ un tour par seconde. Par l'effet centrifuge de cette rotation, l'eau dont ils sont partiellement remplis, vient se plaquer contre leur paroi interne. L'axe du tube est alors complètement libre pour recevoir la vapeur formée qui s'y accumule naturellement par la seule loi mécanique des différences de densités. L'eau et la vapeur dans le champ de force centrifuge se séparent exactement comme elles le font dans le champ de la pesanteur. La surface de séparation dans le champ centrifuge est, évidemment, cylindrique au lieu qu'elle est plane dans une chaudière en équilibre hydrostatique au repos.

Le volume de l'eau soumise à l'évaporation contre les parois tournantes est fort petit et correspond à une épaisseur de 3 à 4 millimètres. Une véritable pellicule.

Les difficultés rencontrées par les constructeurs de la chaudière Atmos furent

considérables, surtout pour obtenir l'étanchéité des joints tournants, inévitables. Ces joints doivent supporter 100 kilogrammes de pression sous la température correspondante de la vapeur (235°). Il faut, en principe, envisager deux joints : l'un correspondant à l'entrée de l'eau sous pression, l'autre à la sortie de la vapeur. Dans les premiers modèles, les deux orifices de l'eau et de la vapeur étaient situés chacun à l'une des extrémités du tube. Dans les modèles récents, l'on a combiné l'entrée d'eau et la sortie de vapeur sur un même bout du rotor.

Les avantages théoriques de ce dispositif sont évidents : la vaporisation de l'eau s'effectue par une sorte de léchage, un passage ultra-rapide de l'eau sur la paroi chauffante. Combinée avec un chauffage au gaz, au mazout ou au charbon pulvérisé, cette fabrique de vapeur est nantie d'une très grande souplesse de fonctionnement. Sa puissance d'évaporation est très grande.

Les incrustations à l'intérieur des parois s'enlèvent facilement. Leur dépôt se signale de lui-même par un ralentissement dans le travail d'évaporation. Ce ralentissement provoque un échauffement du

rotor, donc une dilatation qu'un « dilatomètre » signale aussitôt.

L'évaporation de l'eau est gênée, aux hautes pressions, par l'adhérence des bulles de vapeur qui, se formant toujours, comme on sait, sur la paroi chauffante, ne s'en détachent que péniblement. Dans les rotors Atmos, le dégagement des bulles est, au contraire, facilité par la centrifugation.

IV. La chaudière « Benson » à 224 kg 4

Mais voici, pour finir, la solution la plus audacieuse que l'avenir ne peut manquer de sanctionner.

En 1887, l'ingénieur français Serpollet imagina de fabriquer la vapeur par le passage

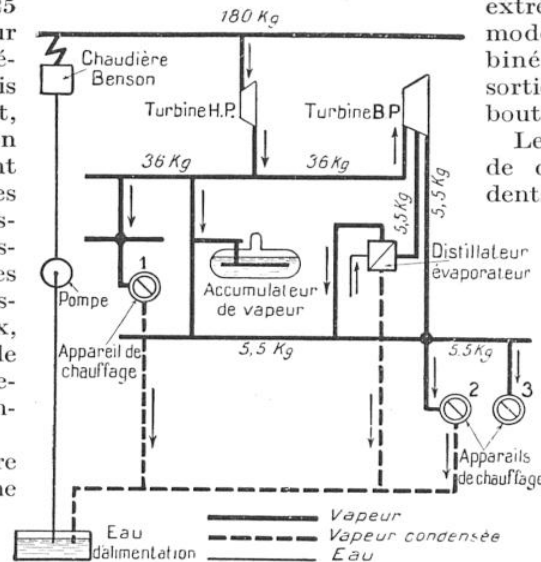


FIG. 11. — SCHÉMA DE LA DISTRIBUTION DE LA VAPEUR DE LA CHAUDIÈRE « BENSON » DANS L'USINE SIEMENS-SCHUCKERT

La vapeur à 180 kilogrammes alimente la turbine H. P. Détendue à 36 kilogrammes elle alimente la turbine B. P. d'une part et, d'autre part, des appareils de chauffage [1] ainsi qu'un accumulateur de vapeur. La vapeur soutirée à 5 kg 5 de la turbine B. P. s'en va, de même, aux appareils de chauffage [2] et [3]. Ce schéma simplifié suffit pour comprendre la distribution de la vapeur.

de l'eau sur un serpentín constamment porté au rouge. Aussitôt produite, la vapeur (à 70 kilogrammes) allait mouvoir ces moteurs extrêmement souples que les tramways, les camions et quelques autos de l'époque adoptèrent. Cette innovation audacieuse n'avait qu'un défaut : elle ne l'était pas assez. La vapeur était produite, en somme, par le phénomène bien connu de la « caléfaction » (évaporation d'une goutte d'eau sur une plaque métallique rouge). Cette solution est anti-économique : les gaz perdus des fumées emportaient beaucoup trop de chaleur. Les tramways (peu économes de calories, comme les locomotives) pouvaient l'accepter, non l'industrie lourde.

Que fallait-il pour conserver les avantages de l'idée de Serpollet tout en la rendant pratique ? Simplement ceci : obliger l'eau à passer *sans bouillir* à l'état de vapeur. Ainsi le maximum de chaleur serait prise au foyer par cette eau enclose dans le serpentín. L'on sait que cette transformation de l'eau en vapeur sans état intermédiaire (sans qu'une « surface » d'ébullition soit nécessaire) a lieu à la température de 374° C et à la pression de 224 kg 4. Ces deux nombres fixent pour l'eau ce que les physiciens appellent le « point critique » (tous les corps ont un tel point critique) (fig. 6).

C'est en 1924 que Benson construisit la première chaudière industrielle capable d'accomplir ce tour de force. Et une importante industrie du caoutchouc, la Câblerie Siemens-Schuckert, n'hésita pas à établir sur ce devis la fourniture générale de vapeur pour son usine de Berlin. On trouvera, ci-joint, un schéma *simplifié* de l'utilisation de la vapeur sortant de la chaudière. Celle-ci, formant une tour octogone isolée dans l'usine, évoque un haut fourneau.

Le « serpentín » qui constitue la chaudière Benson proprement dite tapisse tout l'intérieur de la tour octogonale, à la voûte de laquelle débouchent les brûleurs à charbon pulvérisé. Ce dispositif met à profit, d'une manière jusqu'ici inconnue, la chaleur rayonnée (fig. 8).

Si la vapeur était livrée telle qu'elle sort de la chaudière, c'est-à-dire à 225 kilogrammes, le plus petit abaissement de température qu'elle viendrait à subir suffirait à la ramener à l'état liquide (en vertu de la théorie même de l'état critique). Il faut

donc la détendre et la réchauffer. C'est ce qu'on fait au moyen d'une valve et d'une *première série* de surchauffeurs au sortir desquels la vapeur, à 180 kilogrammes et 400° C, est dirigée vers les turbines à haute pression. Elle sort de ces machines détendue à 36 kilogrammes (tout en ayant fourni les soutirages dont nous avons montré l'utilité théorique). Une partie de la vapeur soutirée est consacrée au réchauffage de l'eau (lequel offre, ici, une marge très grande étant donnée la pression à laquelle la chaudière reçoit cette eau) ; l'autre partie est utilisée pour la fabrication du caoutchouc.

La vapeur sortante, à 36 kilogrammes, retourne à la chambre de combustion où elle passe dans une *deuxième série* de surchauffeurs, d'où elle repart (surchauffée à 425° C) vers les turbines à basse pression et certains appareils de chauffage industriel. Chaque centimètre carré de la surface de chauffe produit 45 kilogrammes de vapeur à l'heure. Et la surface totale est de 260 mètres carrés.

Comme on voit, tous les problèmes accéssoires à la vaporisation sont non résolus, mais comme effacés par le procédé Benson. On commence par imposer à l'eau la transformation suprême en vapeur à l'état critique, puis on la traite par « détente » et « réchauffage » pour l'adapter aux besoins mécaniques et industriels. L'élégance du procédé Benson est le meilleur garant de son avenir industriel. Probablement toutes les demi-mesures intermédiaires seront abandonnées un jour en sa faveur.

En attendant, les procédés en question conservent toute leur valeur économique. Inutile de dire que l'utilisation de la vapeur aux pressions de 225 et 180 kilogrammes exige des matériaux encore très peu répandus. Les joints, par exemple, se contentent d'être en fer doux pressé, mais se trouveraient mieux du nickel.

Bref, le progrès technique de la chaudière apparaît lié à celui de la métallurgie.

Mais quand on aura des métaux adéquats, l'on pourra mettre aussitôt en pratique les turbines à gaz, à pétrole, à charbon pulvérisé déjà mises au point dans certains laboratoires industriels. Et alors aura-t-on encore besoin de chaudières à vapeur ?

C'est un bien curieux cercle vicieux apparent que la spirale ascendante du progrès

JEAN LABADIÉ.



LES MYSTÈRES DES SCIENCES NATURELLES

CHAQUE INSECTE A SA SIGNATURE

Par C. PIERRE

MEMBRE DE LA SOCIÉTÉ ENTOMOLOGIQUE DE FRANCE

Si nous considérons avec attention, par une belle soirée d'été, par exemple, les différents arbustes et les plantes de notre jardin, nous percevons, sur chaque feuille, chaque tige, chaque fruit, des sortes de défauts ou d'anomalies, telles que : feuilles roulées, rongées, ajourées, tiges présentant de curieuses nodosités, fruits percés, etc... Cette observation très simpliste suffit pour nous permettre de déceler le passage de certains insectes, qui ont utilisé les végétaux en question, soit pour y déposer leurs œufs, soit pour y construire leurs nids. Mais regardons encore avec un esprit plus scientifique qu'un simple observateur superficiel : nous constatons alors que chacune de ces anomalies ou défauts est provoquée par le même insecte, dont elle constitue, en quelque sorte, la signature toujours semblable. C'est d'après cette « signature » que les entomologistes, avertis de toutes les choses plus ou moins mystérieuses de la nature, déterminent infailliblement l'espèce qui en est la cause. Notre collaborateur, spécialiste de ces questions que nous rangeons dans les mystères « des sciences naturelles », nous expose, avec son talent habituel, les cas les plus curieux concernant la signature des insectes, parmi les milliers d'exemples que fournit chaque jour le monde animal vivant aux dépens du monde végétal.

LES insectes ont des habitudes héréditaires qui les amènent à accomplir, dans les mêmes circonstances, les mêmes actes automatiques. Sans apprentissage préalable, ils réalisent, avec le concours de l'instinct et d'un vague discernement, les travaux caractéristiques indispensables à leur existence et nécessaires pour perpétuer leur race. L'aspect de ces productions reste semblable pour une espèce. Les matériaux employés sont volontairement choisis. Les dispositifs les plus compliqués sont réglés par cette faculté spéciale, qualifiée de mémoire spécifique, qui fixe invariablement les gestes des individus.

Chaque espèce d'insecte laisse donc des traces plus ou moins périssables, vraies « signatures », dont la forme et le volume varient à peine. Les végétaux nous montrent une quantité par trop considérable de ces « signatures » qui ne sont autres que des méfaits de ravageurs. Certains arbres ont leur feuillage dévoré, leur écorce minée, leur tronc percé de profondes galeries !... Il est des plantes dont la tige est habitée par des larves ou des chenilles ; d'autres ont des feuilles rongées ou garnies d'excroissances bizarres ! Nous en trouvons aux racines couvertes de nodosités, tandis que, par ailleurs, les fruits seuls sont attaqués !... Il faut examiner aussi les abris individuels ou collectifs des insectes,

et les refuges mobiles qu'ils créent pour se protéger contre leurs ennemis !...

Voici les signatures les plus caractéristiques des insectes

I. Les feuilles roulées

Nous allons essayer de signaler, en les classant, les « signatures » caractéristiques, que vous pourrez observer facilement.

Voici d'abord des feuilles roulées, dont le dessus a été rongé, où des piqûres étudiées, bien placées, ont été faites pour arrêter la circulation de la sève et provoquer une flétrissure qui facilite le recroquevillement. Les œufs de la femelle sont collés, abrités dans ces cigares. Les larves naissent, vivent dans ce milieu, s'y développent et accomplissent leur transformation, sans chercher l'évasion inutile. Rarement, elles percent l'enveloppe protectrice pour terminer leur évolution au dehors, en se laissant tomber sur le sol où elles s'enfoncent. Nombre de charançons procèdent ainsi.

Nous les trouvons, dès le premier printemps, sur le noisetier, le bouleau, le peuplier, etc. Les uns roulent un cigare avec une seule feuille. Les autres trouvent le moyen de confectionner trois ou quatre rouleaux sur les flancs d'une même feuille, comme l'Apodère du noisetier !... Certaines chenilles, connues sous le nom de « tordeuses », savent



FIG. 1. - LE CHARANÇON ROULE LES FEUILLES QUI SERVIRONT D'ABRI AUX ŒUFS ET AUX LARVES QUI PRENDRONT NAISSANCE

1, cigare du *Rhynchite* du peuplier; 2, rouleaux de l'*Apodère* du noisetier.

également tourner les feuilles pour former des abris, telle est l'*Halias* verte, trop abondante dans nos forêts. Quantité de végétaux, même les rosiers de nos jardins, sont attaqués par ces indésirables !

II. Les feuilles coupées ou ajourées

Viennent ensuite les « coupeuses de feuilles » qui entament ces dernières, soit pour s'alimenter, soit pour confectionner leurs nids. Nous présentons un exemple très caractéristique, celui des *Mégachiles*, Hyménoptères très communs, qui cisailent presque régulièrement les feuilles de rosiers, de lilas, de trembles, de charmes, de saules, etc. Les fragments roulés sont destinés à former des nids cylindriques, placés dans le sol, dans les fentes de murailles, le creux des arbres, etc., curieux travaux exécutés par des insectes adultes qui veulent garantir l'avenir de leur progéniture.

Les rongeurs et ajoueurs de feuilles opèrent en plus grand nombre à l'état de chenilles ou de larves, comme celle de la Mouche-seie ou Larve-limace, Hyménoptère tenthredo, qui dévore le dessus des feuilles, laissant la partie inférieure intacte. Certains arbres fruitiers, comme les cerisiers, poiriers, pruniers, abricotiers, etc., voient

leur feuillage dévoré par ces minuscules insectes. D'autres attaquent plus complètement les végétaux. Les chenilles, surtout, arrivent à ne laisser subsister que l'armature des feuilles, c'est-à-dire les côtes et les nervures principales. Vous pouvez facilement constater, dans les jardins ou les champs, les ravages de la *Piérade* du chou. De plus, chaque papillon sait choisir invariablement la plante qui convient à l'élevage de sa chenille, ce qui prouve que les mêmes végétaux ont les mêmes ennemis ou parfois plusieurs, à des saisons différentes. Les Coléoptères et leurs larves rongent aussi les feuilles. Peupliers, ormes, aulnes, vigne, etc., sont ravagés par des *Chrysomèles*, des *Altises* et des *Charançons*.

On trouve souvent, pendant la belle saison, surtout vers la fin de l'été, des feuilles recroquevillées ou couvertes de dessins bizarres, bruns ou blanchâtres, formant vermiculures. Ces curieuses « signatures » sont celles de chenilles mineuses qui deviendront des *Microlépidoptères*, ayant à peine quelques millimètres d'envergure, chenilles de si petite taille, qu'elles se creusent des galeries sous le parenchyme des feuilles, se mettant ainsi à l'abri de tout danger. Les minuscules



FIG. 2. — CERTAINES CHENILLES ROULENT ÉGALEMENT LES FEUILLES

Certaines tordeuses de la famille des *Pyréalines*, mettent les feuilles en cornets pour y placer leur ponte. Telle est l'*Halias* du chêne représentée ci-dessus avec son papillon.

papillons sont presque tous parés de couleurs délicates et variées, souvent même d'écaillés métalliques formant des taches du plus bel effet. Ils vont pondre sur les arbres fruitiers ou autres, sur les plantes ligneuses, herbacées, des haies où se trouvent chèvre-feuille, ronce et liseron.

III. Les galles des végétaux sont produites par des insectes qui les habitent

Voyez, maintenant, les bizarres excroissances végétales, parfois richement colorées, qui se montrent sur des tiges et des feuilles. En voilà en forme de cerises, d'autres, plus petites, paraissent être des grains de groseilles. Il en est de corniculées, munies d'appendices plus ou moins développés. Nous en voyons qui ressemblent à des fruits de houblons, ou à de petits artichauts. Sur les rosiers, les églantiers, nous apercevons des petits paquets moussus, verts ou roussâtres, qui terminent quelques tiges. Ceux-là sont des Bédégars, tandis que les premières excroissances, aux formes et aux coloris variés, sont de simples galles produites par les piqûres de différents Hyménoptères appelés Cynips. Si vous partagiez en deux ces pseudo fruits, vous trouveriez au centre de chacun d'eux une ou plusieurs chambres où les larves se développent. Les adultes creusent des galeries de sortie quand ils ont subi leur ultime transformation.

D'autres excroissances sont produites



FIG. 3. — DES FEUILLES DE ROSIER RÉGULIÈREMENT DÉCOUPÉES ATTESTENT LE PASSAGE DE LA MÉGACHYLE DU ROSIER, QUI UTILISE SES FEUILLES POUR FAIRE SON NID

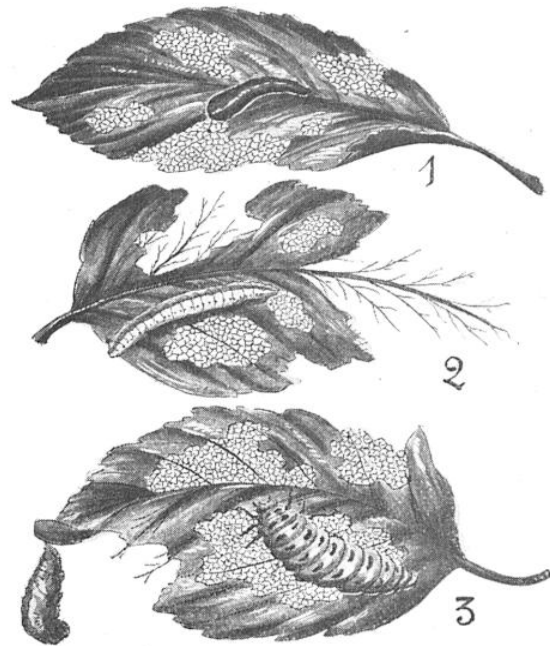


FIG. 4. — D'AUTRES INSECTES RONGENT ET AJOUENT LES FEUILLES DE LA FAÇON LA PLUS CURIEUSE

1, larve limace de la Mouche-scie dévorant une feuille; 2, feuille plus complètement dévorée par la larve d'une Allanté; 3, larve de la Chrysomèle du peuplier, au travail.

sur les branches, tiges ou racines de différentes plantes, par certains charançons. Ces nodosités, isolées ou agglomérées, sont des chambres larvaires. Quand l'insecte est adulte, il s'échappe par un trou qu'il pratique vers le haut. En Orient, ces galles sont récoltées soigneusement. On les concasse, puis on traite la poudre à l'eau bouillante, à raison de 15 grammes par litre. Cette décoction est destinée aux malades dont les organes respiratoires sont fatigués. Les coques employées sont produites par des Larines sur quelques carduacées. Elles atteignent parfois la grosseur d'un œuf de moineau. Les piqûres de pucerons amènent également des déformations ou renflements très caractéristiques.

IV. Les fruits percés

Les fruits secs, à enveloppe dure, présentent aussi, en trop grande quantité, les « signatures » d'insectes nuisibles. Celles-ci se réduisent souvent à des trous minuscules annonçant que ces fruits ont été, ou sont encore occupés. Les charançons profitent du moment où les coquilles vertes sont

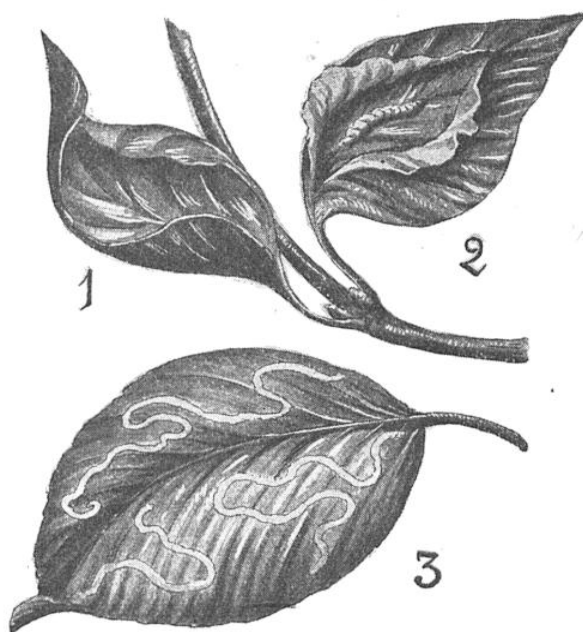


FIG. 5. — CERTAINES CHENILLES MINUSCULES « MINENT » LES FEUILLES POUR SE METTRE A L'ABRI A LEUR INTÉRIEUR

1 et 2, chèvrefeuille attaqué par une chenille mineuse qui recroqueville les feuilles; 3, feuille de prunier portant des traces blanches de mineuse.

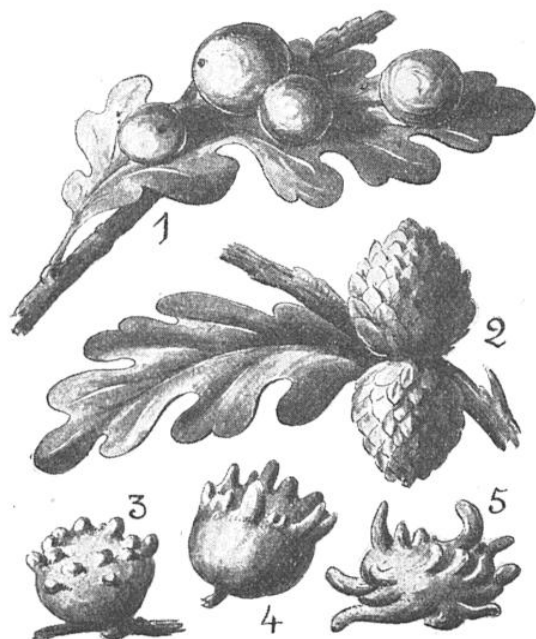


FIG. 6. — LA SIGNATURE DES « CYNIPS »
1, galle en cerise; 2, galle en artichaut; 3, 4, 5, galls corniculées.

tendres pour les percer et déposer leurs œufs. Certaines espèces attaquent les pois, les fèves, etc. On trouve les larves dans les grains qu'elles creusent et vident.

Que dire des fruits attaqués en pleine saison, comme cerises, olives, poires, pommes où la « signature », dissimulée, ne laisse que des traces peu visibles ?

V. Les troncs d'arbres minés

Et voici encore les Coléoptères longicornes, appelés vulgairement Capricornes. Ceux-là pondent sur les arbres fruitiers ou forestiers.



FIG. 7. — LES « CYNIPS », EN PIQUANT LES ROSIERS, PRODUISENT CETTE EXCROISSANCE MOUSSUE, APPELÉE « BÉDÉGUAR »

Leurs larves creusent, dans les troncs, de profondes galeries, qui traversent les parties les plus dures des bois les plus résistants ! Comme « trace extérieure », il y a tout juste le trou de sortie de l'animal, ce qui est peu en comparaison des ravages exercés dans l'intérieur du tronc. Quelques larves, appartenant à des insectes de cette même famille, moins volumineuses, à moyens destructifs plus restreints, n'attaquent que les parties tendres du bois. Certaines s'en tiennent aux branches seulement, qui résistent moins à leurs faibles mandibules.

D'autres Coléoptères, de taille inférieure, exécutent leurs travaux sous l'écorce seulement. Ce sont des sillons parfois compliqués, enchevêtrés, souvent réguliers, basés sur

des principes graphiques immuables. La femelle pond le long d'une galerie horizontale, verticale, ou simplement courbe, presque circulaire, distribuant ses œufs à gauche et à droite. Les larves écloses vont, s'enfoncent en rayonnant, entament l'écorce sur l'aubier et contournent ce dernier jusqu'à leur transformation finale, perçant un trou de dégagement pour s'évader et perpétuer leur race et ses méfaits !...

L'aspect des galeries creusées permet de reconnaître immédiatement l'espèce de Scolyte ou de Bostriche auteur des dégâts ! En

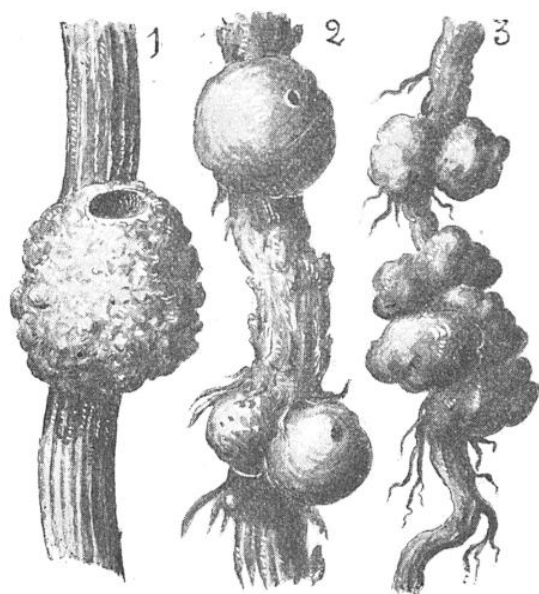


FIG. 8. — AUTRES TYPES D'EXCROISSANCES PRODUITES SUR LES TIGES ET LES RACINES
1, coque de Charançon ouverte ; 2, galles du Charançon du chou ; 3, galles de Cynips sur racines.

peu de temps, l'écorce minée se fendille, tombe par plaques. L'arbre dépérit et meurt rapidement.

VI. Les fleurs mutilées

Ces « signatures » caractéristiques peuvent s'observer facilement, parce que très visibles, mais il en est d'autres fort curieuses, moins perceptibles, qui doivent retenir notre attention. Telles sont les mutilations de fleurs pratiquées par quelques insectes anthophiles, dont les organes buccaux ne sont pas assez développés pour atteindre le nectar dans certains calices ou éperons trop allongés ! Nombre de bourdons sont dans ce cas, ainsi que les Xylocopes et certaines Abeilles solitaires. Nous pouvons voir ces Hymé-

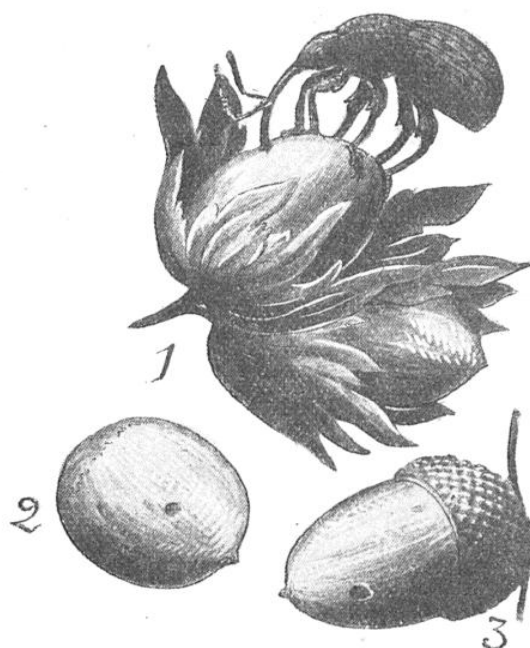


FIG. 9. — LE CHARANÇON DES NOISETTES PERCE CES FRUITS D'UN MINUSCULE TROU POUR Y DÉPOSER SES ŒUFS

1, l'insecte au travail ; 2 et 3, noisette et gland atteints par le Charançon.

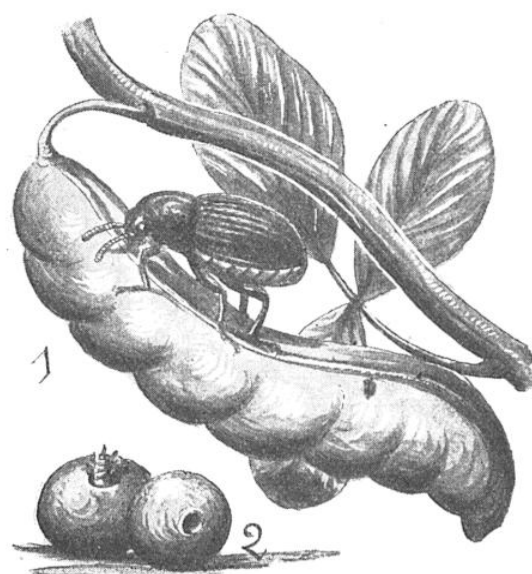


FIG. 10. — LA SIGNATURE DE LA BRUCHE DES POIS EST CARACTÉRISTIQUE

1, l'insecte perce la cosse du pois pour déposer ses œufs ; 2, graines percées et habitées par de larves qui se nourrissent de la chair du pois et vident complètement le grain.

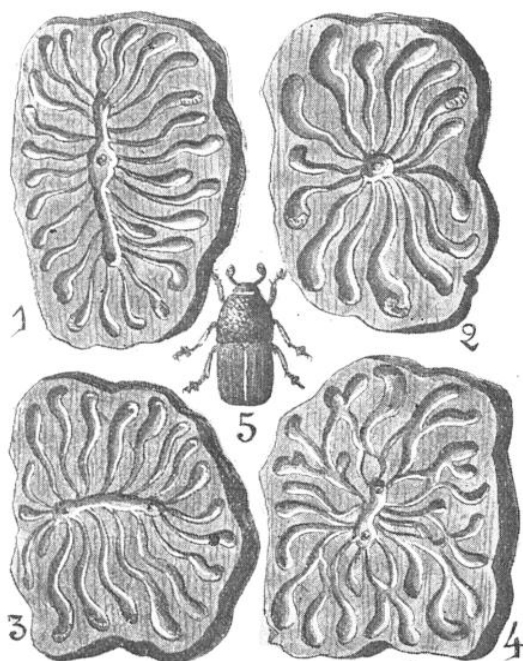


FIG. 11. — LES GALERIES RÉGULIÈRES PRA-TIQUÉES SOUS DES ÉCORCES PAR DES BOS-TRICHES ET DES SCOLYTES, PERMETTENT D'IDENTIFIER CES INSECTES

1, 2, 3, 4, écorces présentant des galeries exécutées par des insectes d'espèces différentes ; 5, un Scolyte.

noptères déchiqueter le tube ou partie inférieure des Linaires, Capucines, Balsamines, pour s'emparer brutalement du nectar, se faisant un jeu de mutiler les fleurs.

VII. Les nids et abris originaux

Nous ne pouvons passer sous silence les constructions plus ou moins compliquées connues sous le nom de nids. Là, nous trouvons, pour chaque espèce, des dispositions particulières de matériaux différents, des cités fermées, des abris individuels, parfois de simples cases ouvertes à tous les vents. Les Hyménoptères présentent les refuges les plus compliqués, les plus curieux. Les uns à cellules cireuses, comme celles des Abeilles ; les autres en matières papyracées, abrités sous terre, dans les vieux troncs d'arbres, ou suspendus à des branches. Il est facile de repérer et de déterminer tous ces monuments caractéristiques, construits par des Guêpes ou des Bourdons.

Vous n'hésitez pas, non plus, à reconnaître les monticules, parfois volumineux, élevés par les Fourmis, tantôt formés par des parcelles du sol, tantôt par des accumu-

lations de brindilles recouvrant des habitations souterraines, à nombreux étages superposés.

A côté de ces phalanstères, il y a les abris individuels non moins extraordinaires : tubes ou sphères creuses, confectionnés avec de la terre humide, cases profondes, prolongées extérieurement par de véritables cheminées, protégeant le nid contre les intempéries, logements ménagés dans les fentes de vieux murs, etc...

Nous ne parlerons pas des terriers si bien entretenus, presque toujours savamment orientés et adroitement dissimulés ! Tous ces travaux, qui portent la « signature » de leurs auteurs, sont préparés pour la génération à venir !

D'autres insectes, à peine éclos, sont obligés de se protéger eux-mêmes, à cause de la mollesse de leurs téguments. Chacun d'eux signale, avant d'être adulte, l'espèce à laquelle il appartient. Prenons, par exemple les Phryganes, petits Névroptères très communs ; nous trouvons leurs larves dans les ruisseaux, les mares, etc. Ces larves s'entourent d'un fourreau solide, fait de débris agglutinés, formant une sorte de carapace qu'elles traînent avec elles. Jusque-là, rien d'extraordinaire, mais où cela devient intéressant, c'est que chaque espèce de Phrygane

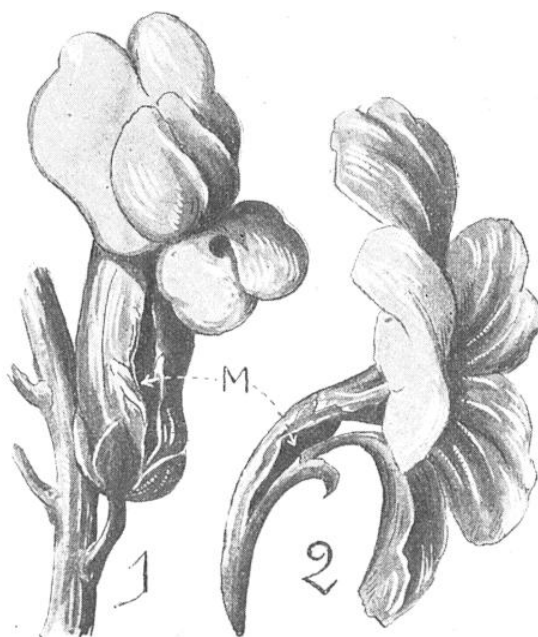


FIG. 12. — LES « BOURDONS » MUTILENT LES FLEURS POUR EN SUCER LE NECTAR

1, 2, le calice a été déchiré en M par un Bourdon pour s'emparer du nectar situé dans le fond.

emploi des matériaux spéciaux pour construire son abri.

Il en est qui le réalisent avec de petits grains de terre ou de sable. D'autres n'emploient que des brindilles de bois. Vous trouverez de ces étuis confectionnés avec des fragments de mousses ou de lichens, tandis que vous pourrez en trouver de plus curieux, formés par de minuscules coquillages aquatiques.

Les larves de Phryganes sont appelées mouches tubulaires, vers pudibonds, mites aquatiques, pour les rapprocher des chenilles de Teignes ou Mites. Ces dernières, malheureusement trop communes dans les habitations, rongent les étoffes de laine, les crins, les fourrures et s'habillent avec les fragments des tissus qu'elles attaquent, fabriquant ainsi de petits fourreaux, étuis cylindriques où elles se dissimulent. Les unes sont donc entourées de débris de drap, tandis que celles qui vivent sur les fourrures ont leur habit composé de poils coupés à peu près de la même longueur.

VIII. Les sécrétions particulières

Dans tous ces moyens protecteurs, l'insecte a employé des matériaux pris autour de lui. Parfois, il produit des sécrétions pour

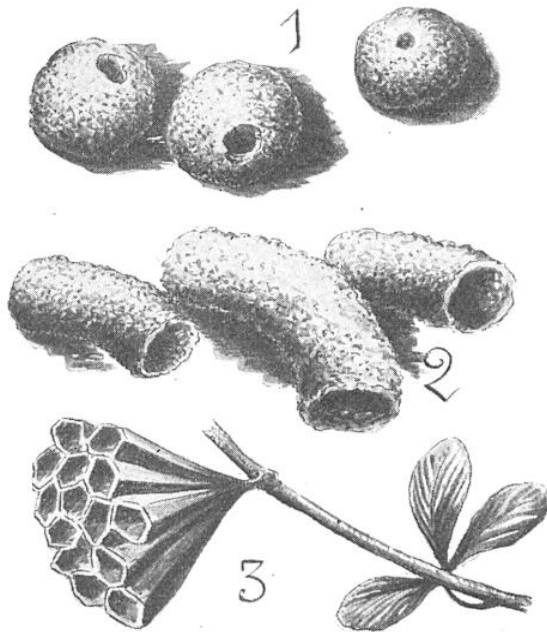


FIG. 13. — LA FORME DES NIDS PEUT AUSSI PERMETTRE DE RECONNAÎTRE LES INSECTES

Curieux nids d'Hyménoptères. 1, boule en terre d'Eumène ; 2, tubes d'Odyneres des murailles ; 3, nid d'une famille de Polistes.

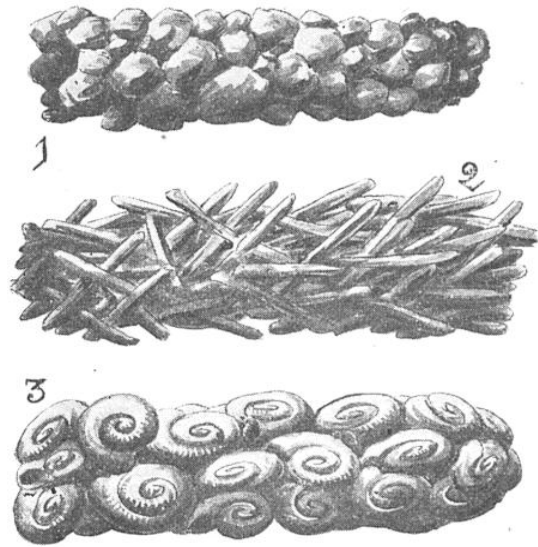


FIG. 14. — L'ASPECT CURIEUX DE L'ENVELOPPE DES LARVES EST ÉGALEMENT UNE SIGNATURE DES INSECTES

Enveloppes de larves de Phryganes. 1, tube formé de petits cailloux ; 2, tube fait de brindilles ; 3, tube confectionné avec des coquilles aquatiques.

dissimuler sa ponte, ses larves, ou se cacher lui-même. Ainsi procède le Puceron lanigère qui se revêt d'un enduit d'aspect lanigère, composé tout simplement de fils cireux très fins, destinés à le garantir des intempéries et à le protéger contre ses ennemis. C'est là une « signature » caractéristique !

Nous parlerons plus longuement de l'Aphrophore écumeuse qui présente une particularité intéressante, extraordinaire. Cet Hémiptère ressemble à une Cigale très réduite, car il mesure à peine un centimètre de longueur. Il dépose sur les feuilles de certaines plantes des amas de substance blanche, ressemblant à des crachats, pour dissimuler ses larves. Cette écume, semblable à de la mousse de savon ou de la salive, est produite par l'Aphrophore qui rejette par l'anus la viscosité chargée de bulles d'air, curieuse matière molle, appelée crachat de coucou, crachat de grenouille. Sur certains saules, ces productions sont si nombreuses, qu'elles tombent en gouttelettes mousseuses, en telle quantité, que les arbres ont l'air de « pleurer ».

La dénomination de crachat de coucou vient de ce qu'on a cru, pendant longtemps, que l'oiseau printanier « crachait » ces amas écumeux d'où sortaient de petites Cigales. En effet, après plusieurs mues, les larves abandonnaient leurs abris protecteurs pour

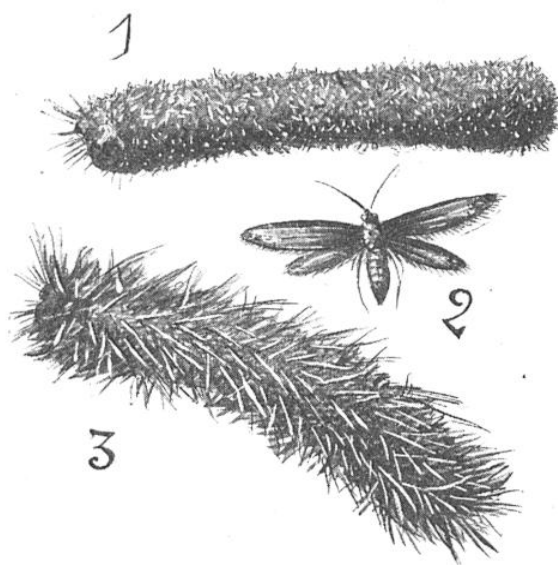


FIG. 15. — LES « MITES » SONT DÉCELÉES PAR LEURS FOURREAUX FABRIQUÉS AVEC LES DÉBRIS DES ÉTOFFES QU'ELLES RONGENT

Fourreaux de mites. 1, tube de la Mite des étoffes ou des tapisseries ; 2, une Mite (papillon) ; 3, enveloppe de la Mite des pelleteries.



FIG. 16. — DES SÉCRÉTIONS PARTICULIÈRES RÉVÈLENT, SANS ERREUR POSSIBLE, LE PASSAGE DE CERTAINS INSECTES

1, crachat de l'Aphrophore écumeuse sur une feuille de saule ; 2, Puceron lanigère dissimulé sous des filaments de matière cireuse.

devenir nymphes et, enfin, insectes parfaits adultes.

Des Cigales étaient nées... considérées comme filles de Coucous, parce que la ponte de l'insecte n'avait pas été observée. Ailleurs, on croyait que c'étaient les grenouilles qui crachaient les nids à cigales. Ces légendes amusantes n'ont pris fin qu'à la suite de patientes observations. La « signature » de l'Aphrophore était enfin déterminée et repérée.

Nous ne parlerons pas des chrysalides ou des cocons de papillons, si différents de formes et de coloris. Ils sont très nombreux, mais se distinguent assez facilement les uns des autres, car ils portent tous la « signature » de l'espèce.

On peut donc reconnaître un insecte après son passage, par les traces qu'il laisse, en

s'attaquant à des matières plus ou moins résistantes. Les dégâts, surtout, fournissent d'excellentes indications, car chaque végétal a son ennemi attitré; ou, s'il en a plusieurs, les dommages revêtent des formes dissimilables qui permettent d'identifier le malfaiteur. Celui-ci est rongeur de racines, celui-là dévore les feuilles, tel autre vit dans la tige, tandis qu'un quatrième est perceur de fruits.

Nous pourrions citer bien d'autres exemples, mais vous n'avez qu'à regarder autour de vous pour trouver aussi bien et mieux. Votre jardin, votre verger vous fourniront de nombreux sujets d'étude. Avec beaucoup d'attention, de patience, vous arriverez à connaître les insectes et surtout les méfaits qui sont leurs « signatures ».

C. PIERRE.



L'USINE A GAZ MODERNE EST DEVENUE UN VÉRITABLE LABORATOIRE DE CHIMIE INDUSTRIELLE

Par Charles BRACHET

LA SCIENCE ET LA VIE a montré, dans ses articles si remarquables sur la chimie du charbon (1), quelle avait été l'évolution du traitement de la houille depuis l'origine, déjà lointaine, où l'on se contentait de la distiller « brutalement » dans les usines à gaz, vers le milieu du siècle dernier. Aujourd'hui, si l'usine à gaz moderne ressemble extérieurement à son aînée, il n'en est pas de même de ses aménagements intérieurs, qui constituent, au sens propre du mot, un véritable laboratoire de chimie industrielle. Les appareils utilisés pour la distillation du charbon et la fabrication du gaz d'éclairage se sont modifiés considérablement depuis la cornue horizontale ou verticale, qu'il fallait charger ou décharger à la main une fois par jour, jusqu'au four continu, en passant par les chambres de distillation. Mais il y a mieux encore : l'extraction des sous-produits de la houille a, depuis à peine un quart de siècle, retenu l'attention des techniciens, et l'on peut affirmer que les produits secondaires sont devenus maintenant plus importants que le produit initial : le gaz d'éclairage. Dans une usine vraiment moderne, les gazogènes font maintenant partie de l'usine à gaz elle-même et assurent le chauffage des fours de distillation. Ce procédé constitue un véritable progrès dans la technique gazière, car il permet de récupérer les calories contenues dans le coke et d'en assurer le meilleur rendement. D'autre part, l'épuration du gaz a fait elle-même de grands progrès, dont les résultats sont considérables au point de vue économique, afin d'en retirer les goudrons, l'ammoniaque et ses dérivés, les benzols, etc... Dans l'étude qui suit, l'auteur a montré, en prenant comme exemple une grande ville comme Paris, comment fonctionne l'alimentation gazière d'une grande cité et quels sont les produits industriels qu'elle engendre.

PAS plus qu'elle n'a enrayé le développement des machines thermiques et la consommation de calories, l'électricité n'a ralenti la dépense, sans cesse croissante, du gaz. Ici encore, sa concurrence bien-faisante a contraint l'industrie gazière à des perfectionnements si rapides que l'aspect d'une fabrique modèle de gaz en 1928 diffère considérablement de ce qui, dix ans plus tôt, eût constitué le dernier mot de la technique.

Le rôle industriel de la distillation de la houille

Que doivent penser les magiciens qui, les premiers, évoquèrent cet « esprit » le Gaz, si leur propre fantôme vient errer de nos jours aux environs de Paris, aux usines du Landy, de la Villette et surtout à celle de Clichy en pleine transformation ? Car le « gaz » — en hollandais *geest*, fantôme — fut d'abord, pour ses tout premiers inventeurs van Helmont et Jean Clayton, en 1664, quelque chose d'aussi mystérieux que les

feux follets de marais, dont il est, du reste, le cousin germain. Il faut arriver au début du dernier siècle pour qu'un technicien génial, Philippe Lebon, en fasse la théorie exacte et lui ouvre par là sa véritable carrière industrielle. Encore les quatre premières lanternes à gaz n'apparaissent en France, sur la place du Carrousel, que le 1^{er} mai 1829.

C'est en Angleterre que la technique de la distillation de la houille atteint, à cette époque, son état le plus parfait. La dépuratation du gaz, que n'avait pu résoudre l'Anglais Murdoch, était longtemps demeurée la pierre d'achoppement. Le gaz brut, issu des premiers vases clos de distillation en forme de marmite verticale, déposait ses goudrons dans les conduites et les obstruait bientôt. C'est alors que Samuel Clegg inventa le premier *dépurateur*, où le gaz barbotait à travers un lait de chaux, qui le débarrassait de son anhydride carbonique et de son hydrogène sulfuré. Joignez à cela le passage du gaz dans des tuyaux d'orgue opérant une condensation sommaire des goudrons et c'était tout. Ce fut suffisant pour lancer le gaz dans l'utilisation pratique.

(1) Voir les articles de M. Chenevier sur « La chimie du charbon » dans les n°s 127, page 17, et 133, page 21.

Aujourd'hui, les « impuretés » du gaz sont devenues, dans la distillation de la houille, des « sous-produits », dont l'industrie en général ne saurait plus se passer. A tel point qu'un ministre a pu dire, au cours de la guerre : « Le goudron est un roi plus puissant que le kaiser. » A telle enseigne que la houille est, dès maintenant, une matière première précieuse, qu'il faudra de plus en plus détourner du foyer de combustion pour la diriger vers le four de distillation.

La technique d'utilisation intégrale de la houille consistera toujours en une distillation préalable avec récolte des sous-produits, suivie d'une gazéification du résidu solide. « On peut donc entrevoir le moment, écrivent



FIG. 1. — LA CHARGEUSE DE CHARBON DE « BROUWER »
Cet appareil lance le charbon horizontalement, par effet de force centrifuge, dans la cornue ouverte.

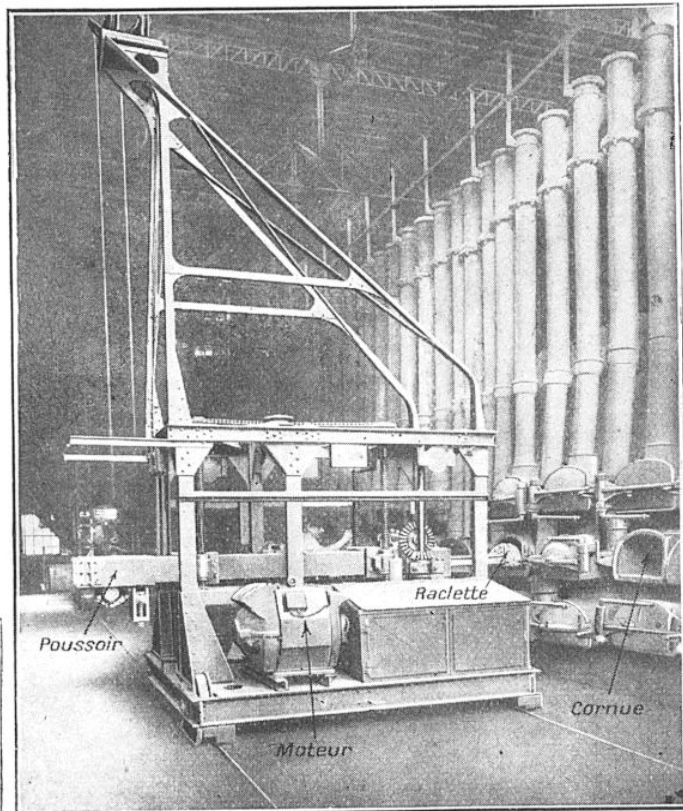


FIG. 2. — LA DÉLUTEUSE DE COKE « SAUTTER-HARLÉ ».

La machine comporte essentiellement un poussoir couvrant toute la section de la cornue horizontale, et sous l'action duquel celle-ci se vide, d'un seul coup, de tout son coke distillé.

deux auteurs qualifiés, MM. Baril et Masse, où tout notre territoire sera parsemé de grandes centrales de distillation et de grandes centrales de gazéification, ces dernières destinées surtout à alimenter des centrales électriques. On obtiendra ainsi le rendement maximum. »

Nous allons voir à quel point de perfection l'évolution de l'industrie gazière a porté aujourd'hui ces deux techniques : distillation et gazéification.

L'évolution du four de distillation. — I. La cornue

Il est curieux de suivre rapidement l'évolution du four à distiller la houille.

Le premier four véritablement industriel fut celui qui mit en batterie des « cornues » en terre réfractaire. Demi-cylindres elliptiques dont la section représente un D couché, les cornues sont faites à la manière de vastes amphores, en poterie d'argile ou, mieux, en matière siliceuse. Un panneau de fonte jointoyée par un « lut » de matière plastique (qui doit se renouveler naturellement à chaque fournée) obture la tête de cornue, de laquelle une « colonne montante » évacue le gaz vers le « barillet », premier collecteur central de tous les produits de la distillation.

La cornue primitive possède un fond : la houille enfournée dans ce cul-de-sac doit donc s'extraire au rindard, après la distillation. Mais ce travail pénible est maintenant évité aux ouvriers avec les cornues horizontales ouvertes par les deux bouts ; nous verrons comment s'effectue mécaniquement d'un côté le chargement et de l'autre le déchargement (le « délutage », pour employer le terme technique conservant le souvenir des opérations originelles).

Au lieu d'horizontale, on peut concevoir la cornue inclinée. Elle se remplit alors et se vide par simple gravité. On verse le charbon par le haut et, après distillation, le coke descend par la porte inférieure. Le poussoir mécanique n'intervient que rarement.

On peut même réinventer la cornue verticale, munie, cette fois, d'un fond amovible afin de permettre les mêmes opérations de délutage par gravité. Les cornues verticales, encore utilisées à Nancy, Marseille, Tourcoing, se maintiennent en service par la facilité qu'elles présentent de fabriquer du « gaz à l'eau ».

En injectant 15 % de vapeur sur le charbon en ignition, aux dernières heures de la distillation, le gaz continue à se dégager par formation d'hydrogène et d'oxyde de carbone, sans que son pouvoir calorifique tombe au-dessous de 4.800 calories (par mètre cube). Nous voyons poindre là la technique si importante de la gazéification, qui, perfectionnée, envahit aujourd'hui toute l'industrie gazière, tant pour accroître le volume de sa fourniture à la clientèle que pour subvenir au service de chauffage des fours.

La cornue, ainsi qu'on le voit, a essayé toutes les positions, sans

d'ailleurs beaucoup changer de forme. Cette perpétuelle recherche de la meilleure attitude de travail montre assez que l'outil n'a rien de définitif. Il doit disparaître et disparaît, en effet, devant les fours à chambres de distillation et devant le four à distillation continue. Mais une usine à gaz ne saurait renouveler tout son équipement tous les dix ans. En sorte que nombre d'usines, en

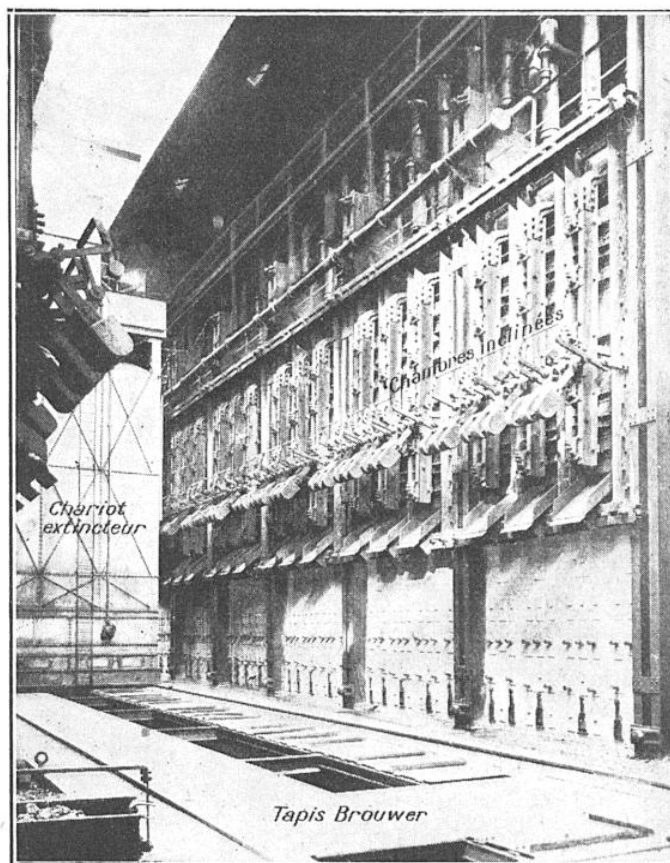


FIG. 3. — ENSEMBLE D'UNE BATTERIE DE FOURS A CHAMBRES INCLINÉES (LA VILLETTE)

On aperçoit, à droite, les portes de sortie des chambres, avec leurs contrepoids de fermeture. Entre cette batterie et celle qui lui fait face, se trouve la voie ferrée sur laquelle roule le chariot extincateur chargé de recevoir le coke rouge au sortir des chambres, de l'éteindre et de le transmettre à l'entraîneur « Brouwer », situé dans un canal central.

pleine activité, possèdent et posséderont encore longtemps des fours à cornues. D'autant que des perfectionnements importants ont été apportés à leur manutention.

Ainsi, les cornues horizontales (qui sont les plus économiques pour la chauffe) sont chargées par des machines spéciales ou « chargeuses », qui les garnissent en quelques secondes par projection de la houille à la manière dont une fronde lancerait horizontalement une pierre, par effet centrifuge.

Quant au déchargement de ces mêmes cornues, il s'effectue de même par des machines à déluter agissant au moyen d'un

cornue (environ 600 kilogrammes) est distillée en huit heures. Une batterie distille donc 100 tonnes de charbon par jour, et l'usine entière 2.400 tonnes.

II. Les chambres de distillation

La cornue, primitivement en fonte dans toute sa longueur, puis en matière argilo-siliceuse avec seulement la tête en fonte, avait pour but de constituer un « vase clos » rigoureusement étanche.

Renonçant à cette ambition irréalisable intégralement, on s'est mis à construire une chambre de maçonnerie réalisant le vase

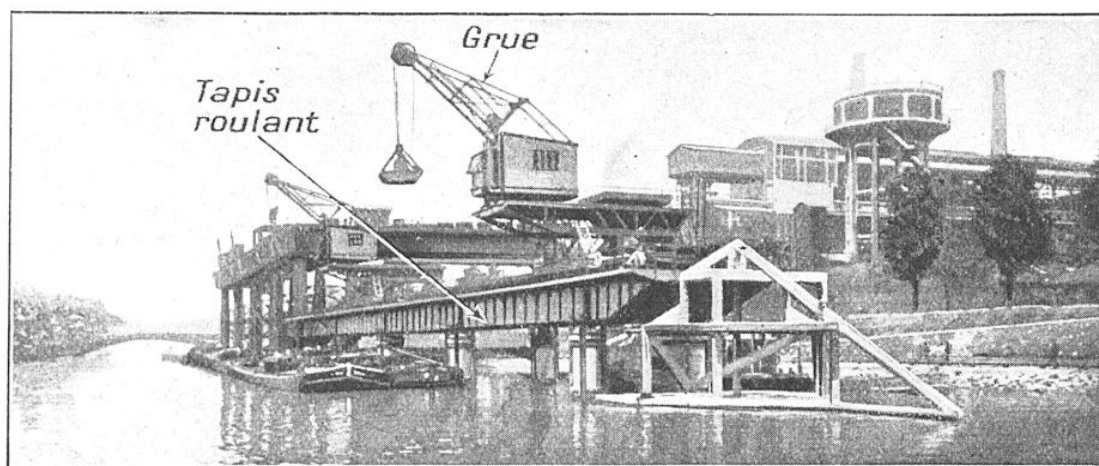


FIG. 4. — L'ARRIVÉE DU CHARBON A L'USINE DE CLICHY

Les chalands sont déchargés à la benne preneuse, qui dépose le charbon sur un tapis roulant, d'où le combustible est convoyé jusqu'aux silos, uniquement par des moyens mécaniques.

puissant poussoir qui bouscule d'un seul bloc tout le coke distillé.

La déluteuse se meut, sur rails, sur l'un des fronts du four, tandis que la chargeuse se meut sur le front opposé. Le coke est emporté mécaniquement soit par wagonnet, soit par un tapis roulant (Brouwer). Grâce à cet équipement mécanique, les fours à cornues horizontales se maintiennent en service, avec un rendement excellent, mieux que les fours à cornues inclinées, de construction délicate, de grande surface rayonnante, que certaines usines ont dû abandonner après les avoir inventés.

Tels sont les motifs techniques pour lesquels la plus grande usine productrice de gaz, celle du Landy, aux portes de Paris, conserve encore ses fours à cornues horizontales : 24 batteries de 6 fours doubles à 9 cornues (de 6 mètres de longueur sur 64 x 3 centimètres) y distillent chaque jour 720.000 mètres cubes de gaz. La charge d'une

clos de distillation par la seule étanchéité de ses murs spécialement agencés et faisant corps avec le massif du four. La continuité de la construction assure divers avantages. Les dimensions de chaque unité de distillation peuvent être considérablement accrues. La durée de la distillation augmentée facilite la manutention par masses plus grandes. Le chauffage y peut être disposé de manière plus rationnelle.

L'horizontalité, la verticalité ou la simple inclinaison des chambres donne lieu aux mêmes considérations que pour les cornues. La disposition horizontale des chambres ne supporte que des charbons spéciaux dont le coke ne s'écrase pas sous l'action du poussoir, au délutage. Ce cas ne se réalise pleinement que dans les « cokeries » où le produit recherché est le coke métallurgique, résistant aux pressions, non le gaz. Mais une usine à gaz de ville doit être prête à consommer à peu près n'importe quel charbon pour assurer

la continuité du service. Les fours à chambres horizontales ne leur conviennent guère. Quant à la chambre verticale, hormis le cas du grand four à distillation continue, il n'y a aucun avantage réel à l'établir aux dimensions courantes. Finalement, l'on peut dire qu'à l'heure actuelle « les fours à *chambres inclinées* sont adoptés dans les grandes usines à gaz de la *plupart des villes importantes* du continent ». (Massé et Baril.)

C'est sur l'adoption de ces fours que fut basée, naguère, la transformation de la plus ancienne usine à gaz de Paris, celle de la Villette. Cette installation était encore, à la fin de la guerre, l'une des plus modernes.

Les fours à chambres inclinées contiennent ordinairement trois chambres affectant chacune la forme d'un parallélépipède allongé avec un léger élargissement dans le sens du défournement. Une chambre peut contenir 6 tonnes (dix fois plus, par conséquent, qu'une cornue).

La face supérieure interne (le « toit ») de la chambre comporte trois ouvertures : deux pour l'échappement du gaz et la troisième pour l'enfournement du charbon. Dans la face verticale opposée au défournement, une petite porte est ménagée pour l'action éventuelle d'un poussoir chargé de déclencher l'avalanche du coke. Celui-ci sort de la chambre par une grande porte pratiquée sur l'autre face verticale. Cette porte, à charnière horizontale, assure la fermeture étanche de l'orifice durant la distillation par des joints à ressorts ; sur elle pèse constamment, lorsqu'elle est fermée, un très lourd contre-

poids. Ainsi le portage du vantail sur son siège est assuré de façon parfaite, métal contre métal : l'ancien « lutage » n'a plus de raison d'être.

Le chargement des chambres inclinées s'effectue par simple gravité ; la répartition convenable du combustible à son intérieur est assurée par sa seule obliquité, et le déchargement à l'aide de chariots extincteurs

à commande électrique qui se meuvent sur rails le long du massif des fours. Le coke incandescent est reçu et éteint par ces machines de la manière la plus rationnelle, c'est-à-dire sans morcellement excessif, par l'effet explosif de la vapeur d'eau. Un chariot auxiliaire emporte ce coke, quand ce n'est pas le tapis roulant à raclettes, système Brouwer.

Le chauffage des fours à chambres inclinées s'effectue par le moyen de gazogènes tirant du gaz à l'eau d'une certaine partie du

coke produit. Le gazogène est placé en avant du massif du four proprement dit. Le coke (ici froid) est distribué à tous les gazogènes d'une même batterie de fours par une même plate-forme de chargement, elle-même alimentée par un même silo à coke.

Le gaz à l'eau du gazogène (mêlé à de l'air *chauffé* par récupération des calories entraînées par les fumées) aboutit aux « brûleurs ». Ceux-ci constituent des carneaux, véritables chambres à combustion intercalées entre les chambres de distillation. L'ensemble de chaque « brûleur » est construit en pièces réfractaires et ses parois latérales forment un mur mitoyen avec la chambre à chauffer.

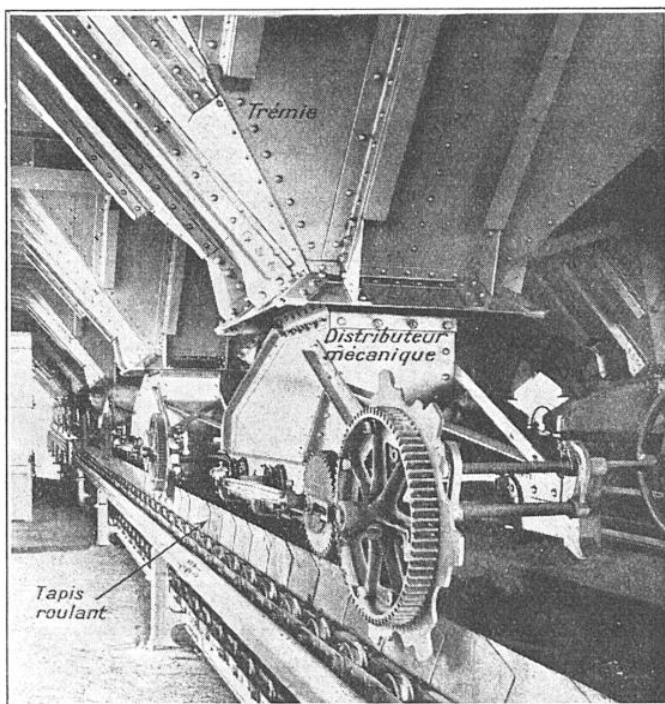


FIG. 5. — LA MANUTENTION MÉCANIQUE DU CHARBON : TRÉMIES ET TAPIS LONGITUDINAUX

Le charbon des silos, réparti dans les trémies de chargement, est remis automatiquement au tapis longitudinal par le distributeur mécanique situé au bas de la trémie.

La distillation ainsi organisée dure vingt-quatre heures, les opérations de délutage et de chargement se font donc toujours à la même heure de la journée. La main-d'œuvre est, par là, considérablement réduite : trente et un hommes assurent le service d'un atelier produisant 100.000 mètres cubes en vingt-quatre heures.

L'usine de la Villette, équipée suivant ce schéma, comprend 12 batteries de fours à chambres inclinées, réparties en trois ateliers de quatre batteries chacun. La puissance totale de l'usine ressort à 410.000 mètres cubes par jour.

III. Dernière étape : le four continu

Et voici, maintenant, l'étape la plus récente de la distillation du charbon ; c'est encore une usine de la Ville de Paris qui va nous en donner le modèle achevé, l'usine de Clichy, en pleine transformation.

Après la cornue au service perfectionné, après les chambres à distillation discontinues, qui en sont le prolongement technique, il était fatal que l'on arrivât au four à distillation continue.

Après de longs essais, effectués à l'usine expérimentale de la Villette avec les différentes qualités de charbon rentrant dans l'approvisionnement général, la Société du Gaz de Paris a arrêté son choix sur le type de four Woodall-Duckam. Les chambres qui le constituent, à raison d'une paire par four, sont verticales ; elles ont une section rectangulaire d'environ 1 m 50 sur 18 centimètres au sommet et de 2 mètres sur 48 centimètres à la base. Les chambres forment donc de véritables couloirs verticaux hauts de 8 mètres et d'un volume d'environ 6 mètres cubes. En vingt-quatre heures, il passe dans chacun de ces couloirs 6 tonnes de charbon (fig. 6).

Après sa transformation totale, l'usine de Clichy comportera trois ateliers de distillation comprenant chacun quatre batteries de huit fours.

La puissance totale de cet ensemble sera de 500.000 mètres cubes de gaz en 24 heures. La production, par mètre carré de surface horizontale des ateliers, atteindra 72 mètres cubes, alors que, dans les fours à cornues, la

production par mètre carré n'atteignait pas 50 mètres cubes. Et à chaque « journée de chauffeur » correspondra un volume de gaz produit de 4.500 mètres, contre 600 mètres dans les anciennes batteries. Ces chiffres permettent de se rendre compte de la valeur de l'organisation : le travail le plus pénible qui soit, celui de l'ouvrier chauffeur, est réduit au minimum. L'ouvrier n'a plus qu'à assurer la surveillance intelligente des mécanismes.

Suivons le charbon dans son passage à travers une chambre à distillation continue. Il est venu du chaland de la Seine et du parc qui longe le fleuve, par des moyens purement mécaniques, jusqu'au sas qui surmonte chaque chambre. De là, par un robinet

(hermétique au gaz, lorsqu'il est fermé), le charbon s'écoule dans la trémie auxiliaire qui surmonte immédiatement l'orifice de chargement, et d'où le charbon descend dans la chambre par le seul effet de gravité. Il y rencontre, de suite, la zone de température maximum, 1.300 degrés. Au milieu de la verticale, la température est de 900 degrés seulement, mais, en progressant vers le bas, l'on retrouve 950 et 1.000 degrés. C'est que tout à fait à la base de la chambre se rencontrent des tuyères d'injection de vapeur d'eau surchauffée, laquelle vapeur se décompose sur le coke rouge à bout de distillation, en produisant du gaz à l'eau

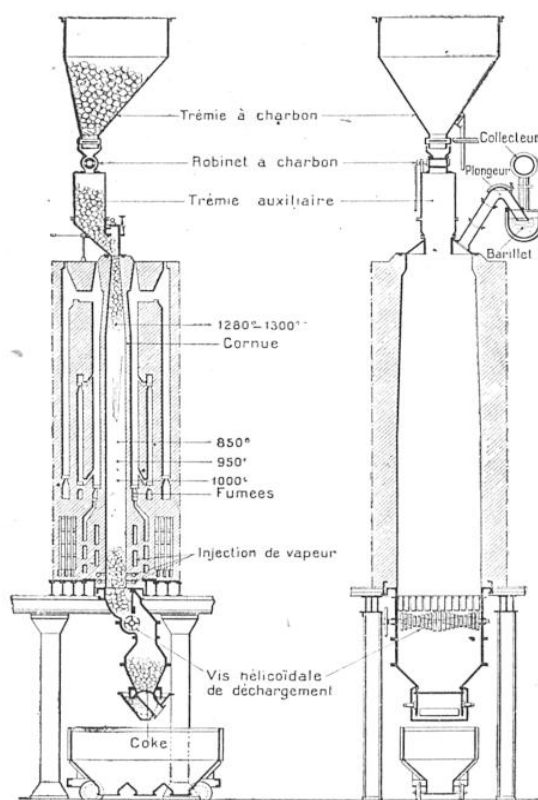


FIG. 6. — COUPE D'UN FOUR A CORNUVE VERTICALE POUR DISTILLATION CONTINUE « WOODALL-DUCKAM »

(hydrogène et oxyde de carbone). Le coke parvenu du fond de la chambre est happé mécaniquement par une vis sans fin verticale (tournant à raison d'un tour par 40 minutes) qui le décharge dans des wagonnets.

Avec cette installation nous sommes en présence de la distillation la plus rationnelle que permette la constitution contractuelle du gaz exigé par les villes françaises. On pourrait, en effet, pousser plus loin la gazéification du coke, avec une surproduction de gaz à l'eau qui contient 40 % d'oxyde de carbone, mais il est interdit par une mesure de prudence — que d'autres pays ont d'ores et déjà jugée excessive — d'insérer plus de 15 % d'oxyde de carbone dans le gaz d'éclairage. Si l'on pense qu'il suffit de 2 millièmes d'oxyde de carbone dans une atmosphère pour la rendre toxique, on voit tout de suite qu'un robinet ouvert dans un appartement n'est pas moins dangereux avec le gaz « contractuel » français qu'avec celui consommé en Grande-Bretagne, où aucune limitation de l'oxyde de carbone n'est officiellement imposée. En fait, les accidents par la toxicité du gaz sont inexistantes.

La gazéification du coke. — Un gazogène moderne

Et, puisque nous voici sur cette question du gaz à l'oxyde de carbone, examinons la méthode la plus moderne de sa fabrication à l'état pur, en vue de chauffer les fours de distillation eux-mêmes.

Les fours de distillation encore chauffés au coke sur grille sont de plus en plus rares, à cause de l'inconfort d'entretien et de

réglage de semblables foyers. Le coke est donc utilisé suivant la réaction bien connue qui donne le « gaz à l'air », c'est-à-dire de l'oxyde de carbone mélangé avec de l'anhydride carbonique résiduel. Pour l'obtenir, il suffit d'allumer une grande masse de coke, de recueillir l'anhydride carbonique produit et de ramener ce gaz sur le coke incandescent dans une atmosphère dépourvue d'oxygène. L'anhydride carbonique, au contact du coke, se transforme en oxyde

de carbone. Ce gaz, envoyé dans les brûleurs des fours, fournit une chauffe extrêmement facile à régler, et, si l'on tient compte de la récupération des calories qu'il est possible de réaliser sur les gaz d'échappement de la combustion, le détour du coke par le gazogène ne représente pas, en somme, une grande perte pour le bilan thermique brut.

On devine que les appareils gazogènes imaginés pour établir ce circuit sont de

formes très variées ; mais voici l'un des plus ingénieux, le gazogène Kerpely-Marischka, tel que nous le trouvons à l'usine de Clichy.

Les six premiers gazogènes installés à Clichy sont réunis en une station centrale formant une véritable usine dans l'usine.

Le gazogène Kerpely-Marischka constitue certainement l'appareil le plus étudié pour réaliser cette demi-combustion du coke, productrice d'oxyde de carbone. Ce gazogène est d'abord une « chaudière ». Le foyer est, en effet, entouré par une épaisse chemise d'eau circulaire. La cuvette d'acier qui sert de récipient tourne lentement dans un mouvement qui entraîne également celui de la « grille » intérieure sur laquelle brûle

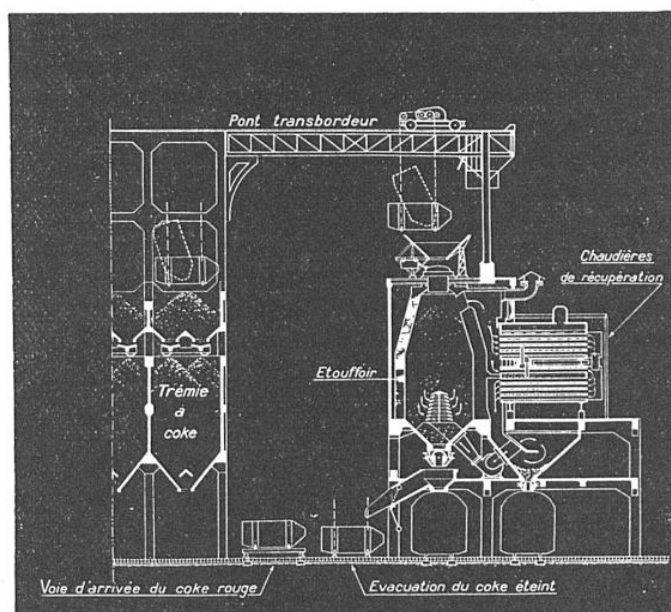


FIG. 7. — SCHÉMA DU PROCÉDÉ MODERNE D'EXTINCTION DU COKE À SEC

Au lieu d'immerger le coke dans l'eau qui absorbe sa chaleur sensible, le coke sera versé dans des étouffoirs, où il s'éteindra par la seule privation d'oxygène. Les gaz chauds passent par une chaudière de récupération qui fournit de la vapeur utilisable.

le coke. Cette grille forme, au sein du gazogène, un cône à gradins. Grâce au mouvement rotatif d'ensemble, le mâchefer ne peut former de blocs et les scories tombent mécaniquement hors de la cuvette, au fur et à mesure de leur formation ; elles sont recueillies automatiquement dans des wagonnets de décharge.

Les gaz, avant de sortir de l'appareil, viennent, grâce à la disposition de l'enceinte intérieure (en forme de manchon), lécher la paroi de la chemise d'eau. Ainsi, le gaz transmet à l'eau, qui s'évapore, sa chaleur sensible, et c'est là un mode de récupération excellent, parce qu'il refroidit constamment la paroi interne du gazogène, empêchant ainsi la formation de mâchefers. La vapeur produite est partiellement utilisée pour une injection sous la grille du gazogène, ce qui améliore le rendement en gaz par la production d'un supplément de gaz à l'eau ($H+CO$), qui s'ajoute au gaz à l'air (CO) déjà obtenu.

L'air est soufflé sous les grilles des gazogènes au moyen de quatre ventilateurs d'une puissance unitaire de 25 ch. Le gaz pauvre abandonne une partie des poussières, qu'il entraîne sur un dépoussiéreur à sec, puis il passe dans un groupe de cinq épurateurs, à raison d'un groupe pour deux gazogènes. (Le total des gazogènes dans l'usine terminée devant être de vingt, répartis en deux demi-stations de dix.)

Chaque gazogène peut gazéifier 25 tonnes de coke par jour, ce qui suffit pour alimenter une batterie de fours d'une puissance de 40.000 mètres cubes.

Tel est, certainement pour longtemps encore, le dernier mot du progrès technique en matière de chauffe rationnelle dans les usines à gaz modernes.

La récupération des calories

Nous venons d'assister, dans le gazogène, à une récupération de chaleur sensible. Si nous revenons aux fours de distillation, nous retrouverons le même souci de filtrer et de retenir les calories emportées par les fumées de combustion issues des brûleurs.

Ces fumées sont collectées à la sortie des fours et sont dirigées dans un groupe récupérateur, qui comporte une chaudière capable de produire 1.500 kilogrammes de vapeur

à l'heure et un *surchauffeur*, qui surélève la température de la vapeur formée. Celle-ci s'ajoute à celle produite dans les gazogènes, et on l'utilise, soit pour l'injection dans les chambres de distillation, soit pour fabriquer de l'énergie dans la station électrique de l'usine.

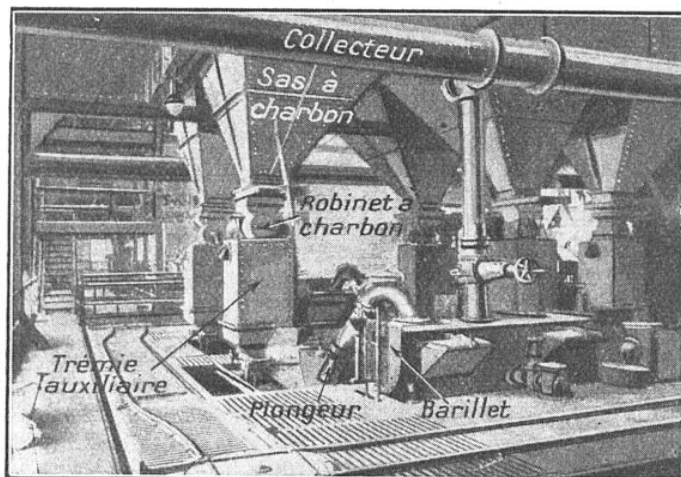


FIG. 8. — LE PLANCHER DE SERVICE DES BATTERIES DE FOURS « WOODALL-DUCKAM »

Le gaz brut arrive par la colonne montante au barillet qui le transmet au grand collecteur. Le charbon d'alimentation est amassé dans un sac, d'où il coule par un robinet intermittent dans la trémie de chargement, celle-ci étant hermétique.

Du four au gazomètre

Le gaz, au sortir des fours, est très chaud : toutes les impuretés qu'il

contient sont donc à l'état de vapeur.

Il suffit, cependant, de la première réfrigération subie dans les colonnes d'évacuation aboutissant au barillet pour provoquer une première condensation — ce qui exige leur ramonage. Dans le barillet, collecteur central à section demi-circulaire et rempli d'eau à un niveau soigneusement établi (niveau qui règle la pression à l'intérieur de la cornue), s'effectue le dépouillement des goudrons et des eaux ammoniacales. Goudron et ammoniaque se déversent par un trop-plein dans des citernes, tandis que le gaz continue son chemin vers les *appareils de condensation* à réfrigération, qui retiennent une partie de la naphthaline et du benzol.

Puis le gaz est aspiré par les appareils d'extraction. Ces pompes sont absolument nécessaires pour vaincre les résistances de

la circulation et surtout la pression des gazomètres. Entre l'extracteur et le gazomètre, le gaz passe encore dans un nouvel appareil condenseur (ordinairement composé de plaques en chicanes), où il laisse ses dernières traces de goudron. Le gaz est ensuite lavé par un arrosage ou un barbotage dans l'eau, qui le débarrasse de son acide carbonique et d'une nouvelle portion d'ammoniaque. Une solution ferrique lui ôte son cyanogène. Un barbotage dans de l'huile lourde lui prend sa naphthaline. Le gaz contient encore de l'ammoniaque, de l'hydrogène sulfuré, du sulfure de carbone. Il faut l'épurer encore. On l'envoie dans une série de caisses remplies de matière appropriée. Cette matière se revivifie d'elle-même par un travail à échelons, et elle ne sort des caisses épurantes que pour être définitivement réformée.

La dernière opération subie par le gaz est le *débenzotage*, devenu obligatoire depuis que l'on se préoccupe de recueillir le maximum de carburants à toutes les sources d'ordre national. Le benzol est un carburant capable de remplacer l'essence en toute occasion et particulièrement dans les moteurs d'aviation, où il supporte des compressions plus grandes que l'essence. C'est un mélange d'hydrocarbures de la série aromatique ; un mètre cube de gaz en contient environ 40 grammes. Le benzol s'extraît, soit par le lavage à l'huile lourde, soit par

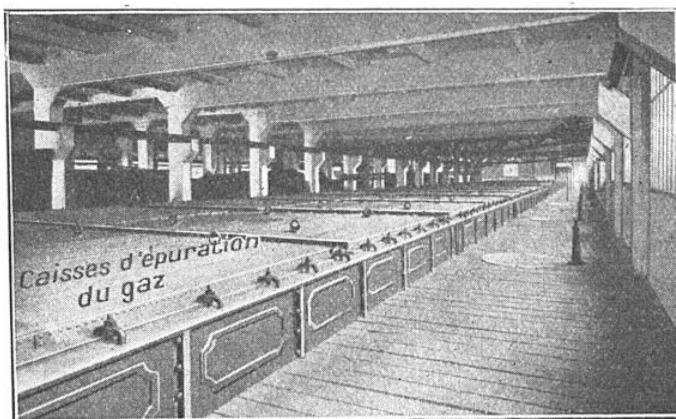


FIG. 10. — CAISSES D'ÉPURATION « MONOBLOC »

filtrage du gaz sur des charbons « actifs » qui adsorbent le benzol (1).

La transformation des usines à gaz qui desservent Paris

La loi du 6 février 1914 prévoyait un ensemble de travaux pour la modernisation des usines à gaz de la Ville de Paris, comportant une dépense de 226 millions. Naturellement la guerre a tout remis en question, et le programme de modernisation a été revu et voté par la loi du 27 février 1923 sur une base de 300 millions. Cette première tranche est épuisée ; elle comprenait la transformation de l'usine de Clichy que nous avons décrite.

De vieilles usines, situées à l'intérieur de Paris, à *Passy*, à *Vaugirard*, à *Saint-Mandé*, sont ou vont être désaffectées. Les quatre usines du Landy (1 million de mètres cubes par jour), de la Villette (500.000 mètres cubes), de Clichy (500.000 mètres cubes) et d'Ivry (240.000 mètres cubes) assurent actuellement le service. Une usine nouvelle est en construction au Cornillon. Il s'agit donc d'un regroupement des moyens de production en même temps que de leur modernisation.

Ici, puis-je me permettre quelques réflexions personnelles que suggère au profane le simple bon sens ?

Le cahier des charges fixant le pouvoir calorifique du gaz livré à la Ville, ainsi que sa teneur en oxyde de carbone, ne semble



FIG. 9. — VUE PARTIELLE DE LA STATION CENTRALE DES GAZOGÈNES « KERPELY-MARISCHKA »

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 107, page 365.

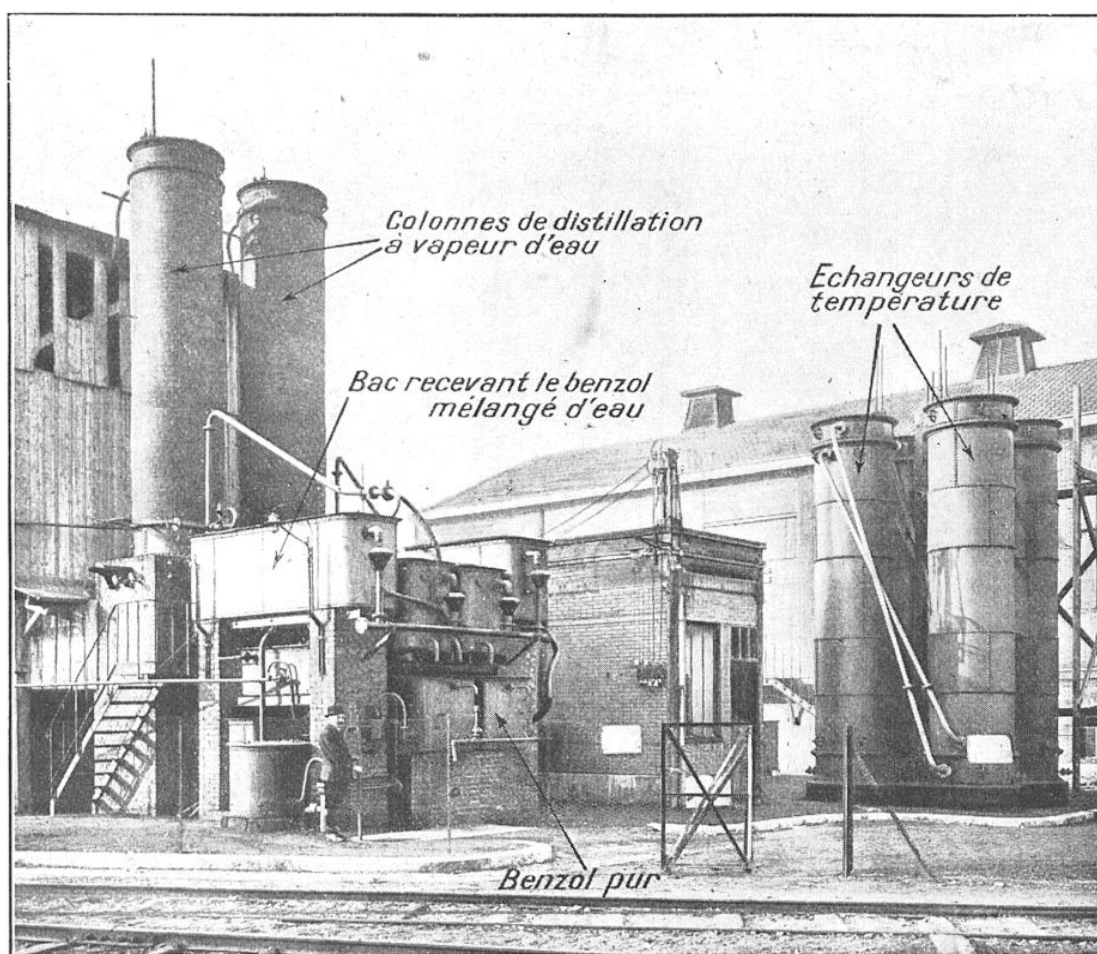


FIG. 11. — L'ATELIER DE DÉBENZOLAGE INSTALLÉ AU LANDY PENDANT LA GUERRE

Le benzol est recueilli par barbotage du gaz dans de l'huile, opération qui s'effectue dans les bâtiments du second plan. L'huile benzolée (froide) arrive dans les « échangeurs de température » (à droite), où elle se réchauffe par contact avec une autre huile (chaude), dont nous verrons la provenance. Des échangeurs, l'huile benzolée et réchauffée passe dans les colonnes de distillation (à gauche de la photo), où elle entre chargée de vapeur d'eau, qui achève d'élever sa température. Le benzol distille et est entraîné par la vapeur. Il est ensuite condensé au contact de tubes dans lesquels circule de l'huile froide et recueilli dans un premier étage de bacs, puis, à l'état pur, dans les récipients inférieurs. Quant à l'huile réfrigérante, une fois réchauffée par sa fonction, elle est conduite aux échangeurs, où elle perd sa chaleur, comme il a été dit, avant d'entrer elle-même dans le cycle de dissolution du benzol et de distillation que nous venons de décrire.

plus en accord avec les derniers progrès de la technique.

Pourquoi limiter le mélange de gaz à l'eau, puisque, hygiéniquement, cette mesure ne correspond à aucune sécurité effective ? Pourquoi, enfin, ne pas utiliser le

plus possible les tarifs « dégressifs » ?

Ce problème de taxation dégressive est, répondent les techniciens, très difficile à résoudre d'une façon pratique et exige de nombreuses et délicates études.

CHARLES BRACHET.

GRACE A LA MANUTENTION MÉCANIQUE, DES TRAINS ENTRETIENNENT ET POSENT DEVANT EUX LA VOIE FERRÉE

Par Jacques MAUREL

La bonne exploitation des réseaux ferrés, tant au point de vue de la sécurité que de la régularité, dépend, non seulement de la signalisation, mais encore de l'entretien constant des voies. Les progrès réalisés par la signalisation, grâce aux signaux électriques lumineux automatiquement commandés, ont été déjà exposés dans La Science et la Vie (1). En ce qui concerne l'entretien des voies, qui nécessite des travaux fort délicats et fréquents, on avait jusqu'ici recours surtout à la main-d'œuvre humaine ; mais, peu à peu, la manutention mécanique intervient à son tour dans l'exploitation ferroviaire. Dans cet ordre d'idées, deux solutions mécaniques ont été récemment imaginées et adoptées aux Etats-Unis, l'une pour le rechargement du ballast, l'autre pour la pose des voies. Grâce à un matériel très perfectionné se composant de deux trains différents, les chemins de fer américains effectuent, aujourd'hui, mécaniquement des travaux qui, jusqu'ici, avaient été réservés exclusivement à la main ouvrière. La couverture de ce numéro représente précisément l'une de ces curieuses opérations qui consiste à poser mécaniquement la voie devant un train de travaux, qui s'avance sur celle-ci au fur et à mesure qu'elle s'établit.

Si les travaux de terrassement nécessités par l'établissement de lignes de chemin de fer bénéficient largement des progrès de la technique moderne, grâce aux machines excavatrices, aux pelles mécaniques, etc., il n'en est pas de même du chargement du ballast (couche de pierres sur laquelle reposent les traverses) et de la pose ou du remplacement des rails. Ces deux

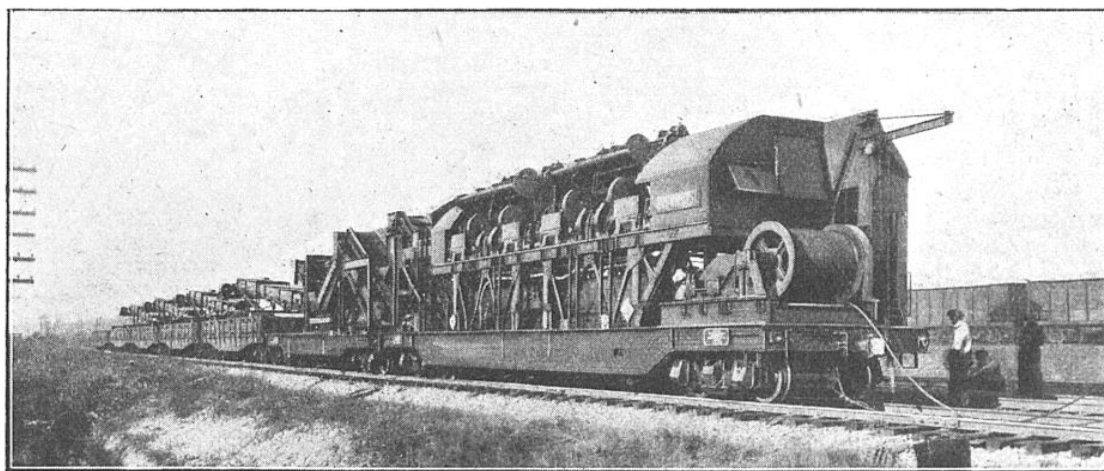
(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 107, page 373.

opérations sont encore effectuées, la plupart du temps, à la main.

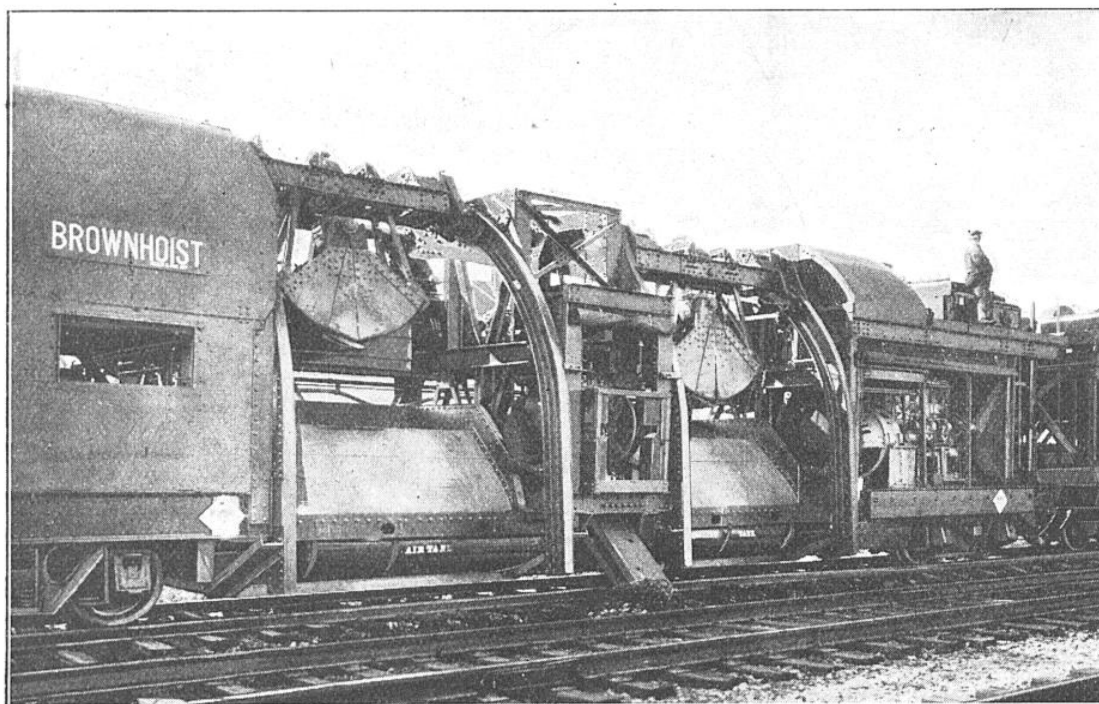
Cependant deux machines nouvelles ont été créées récemment pour le rechargement mécanique du ballast et la pose des voies.

Un train spécial assure le rechargement mécanique du ballast

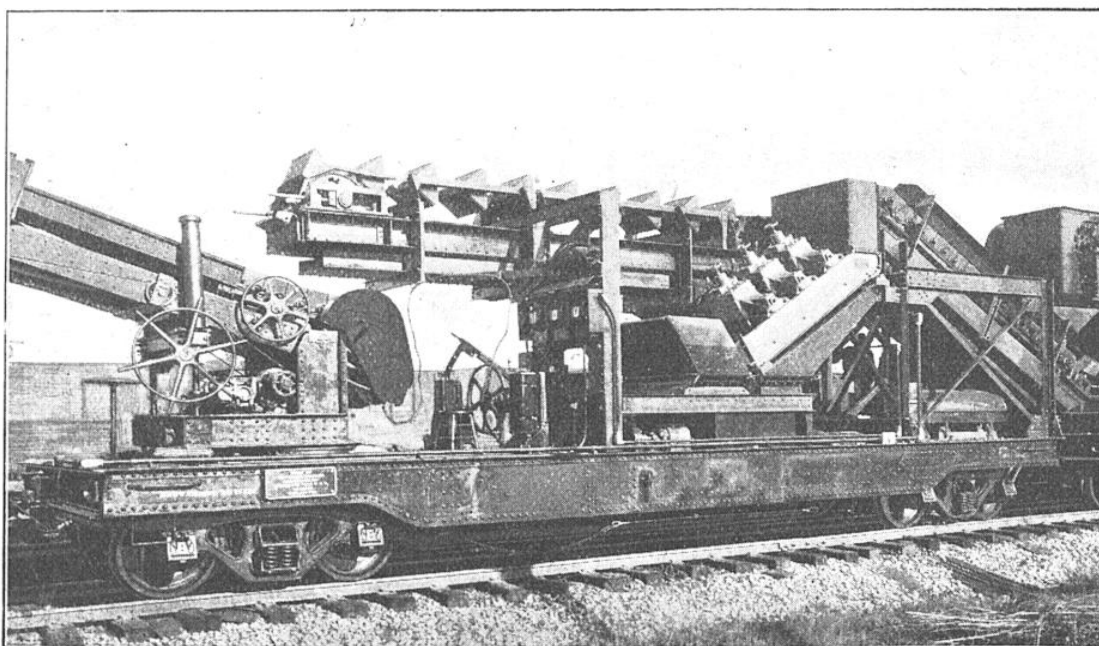
Voici, tout d'abord, pour le nettoyage et le rechargement du ballast, un ensemble méca-



VUE GÉNÉRALE DU TRAIN SPÉCIAL POUR LE RECHARGEMENT DU BALLAST DES VOIES FERRÉES
A l'avant on distingue le tambour d'enroulement du câble de halage du train, qui se compose de deux plates-formes de travail et de wagons-bennes, recueillant les déchets du ballast.



SUR LA PLATE-FORME AVANT DU TRAIN DE RECHARGEMENT DU BALLAST SONT SITUÉES DEUX BENNES PRENEUSES QUI ENLÈVENT LE BALLAST. — APRÈS NETTOYAGE DANS UN TAMIS SPÉCIAL, CELUI-CI EST À NOUVEAU RÉPANDU SUR LA VOIE



LA PLATE-FORME ARRIÈRE COMPORTE LES TRANSPORTEURS AMENANT LE BALLAST À L'ÉQUIPEMENT DE NETTOYAGE ET ÉVACUANT LES DÉCHETS SUR DES WAGONS SITUÉS À L'ARRIÈRE

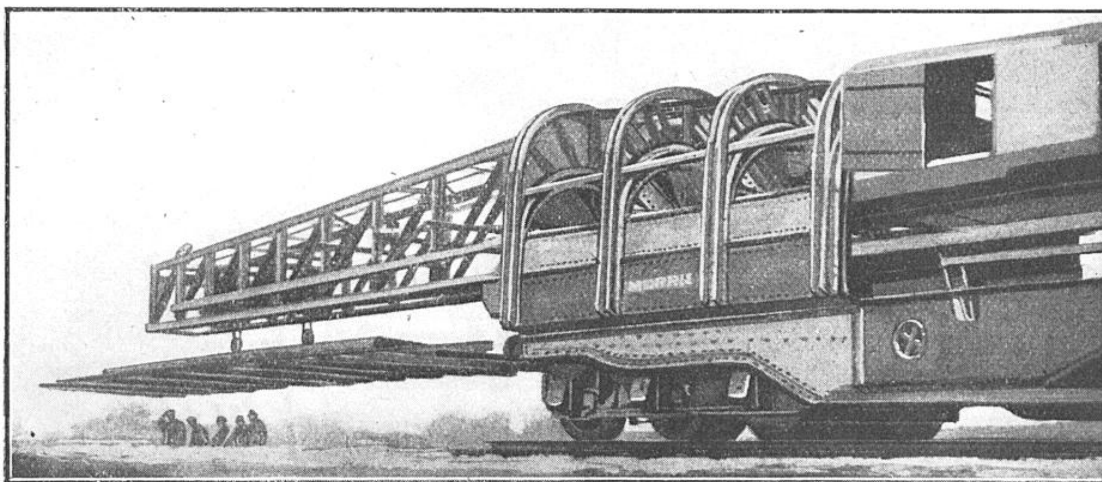
nique indépendant nécessitant un personnel très réduit — sept personnes en tout — et permettant de traiter environ 1 km 5 de ballast par jour, par n'importe quel temps.

Ce train spécial comprend deux plates-formes, supportées chacune par des boggies d'une longueur de 30 mètres et portant la partie essentielle de la machine de nettoyage. A ces plates-formes sont accrochés un certain nombre de wagons-bennes destinés à recevoir, de la machine proprement dite, tous les déchets du ballast par l'intermédiaire de transporteurs à courroies.

La force motrice nécessaire est fournie par un moteur 6 cylindres de 330 ch, entraî-

A l'arrière de cette seconde plate-forme, une volée orientable permet, soit de rejeter les déchets à droite ou à gauche de la voie, soit de les évacuer dans une trémie desservant le transporteur qui les amène aux wagons-bennes.

Le train étant remorqué sur le lieu du travail, la locomotive est décrochée et se porte en avant, en déroulant le câble de halage. Lorsque tout le câble est déroulé, la locomotive bloque ses freins, et la machine de nettoyage se met lentement en marche sur la voie en enroulant le câble sur son treuil. La pelle avant enlève le ballast, depuis les extrémités des traverses de la voie occupée



LA POSE MÉCANIQUE DES SECTIONS DE VOIE, ASSEMBLÉES AU PRÉALABLE, EST ASSURÉE PAR CETTE GRUE CANTILEVER SITUÉE A L'AVANT DU TRAIN MÊME

nant directement une génératrice électrique de 200 kilowatts.

En partant de l'avant, la première plate-forme comprend : un treuil d'enroulement du câble de halage ; un poste de manœuvre avant ; une benne preneuse ou piocheuse avant ; un soc de défonçage ; une benne preneuse arrière ; un poste de commande arrière ; un groupe moteur générateur ; latéralement, en face du poste de commande arrière, un transporteur incliné sous lequel un compresseur fournit l'air comprimé nécessaire.

Sur la seconde plate-forme sont montés les transporteurs recevant le ballast de celui de la première plate-forme et l'envoyant dans des tamis vibreurs qui séparent les déchets du ballast. Les déchets sont envoyés à l'arrière de la deuxième plate-forme, et le ballast nettoyé tombe dans une trémie spéciale avant d'être distribué sur la voie.

par la machine jusqu'à mi-distance entre les deux voies, le creusement maximum étant de 61 centimètres.

Le soc de défonçage, qui peut être levé ou abaissé, défonce le ballast qui n'a pas été touché par la première benne piocheuse et le rejette dans le trou creusé par cette dernière d'où il est repris par la benne arrière. Les deux bennes déchargent le ballast dans des trémies, d'où il est distribué à nouveau sur la voie, après être passé dans le système de nettoyage.

La machine à poser les voies

Complétant la machine précédente, voici maintenant un système permettant de poser rapidement les voies ferrées. La méthode actuelle, qui n'a pas varié depuis longtemps, est la suivante : les diverses pièces constituant la voie (rails, traverses, coussinets, boulons, etc.) sont chargées à la main sur un

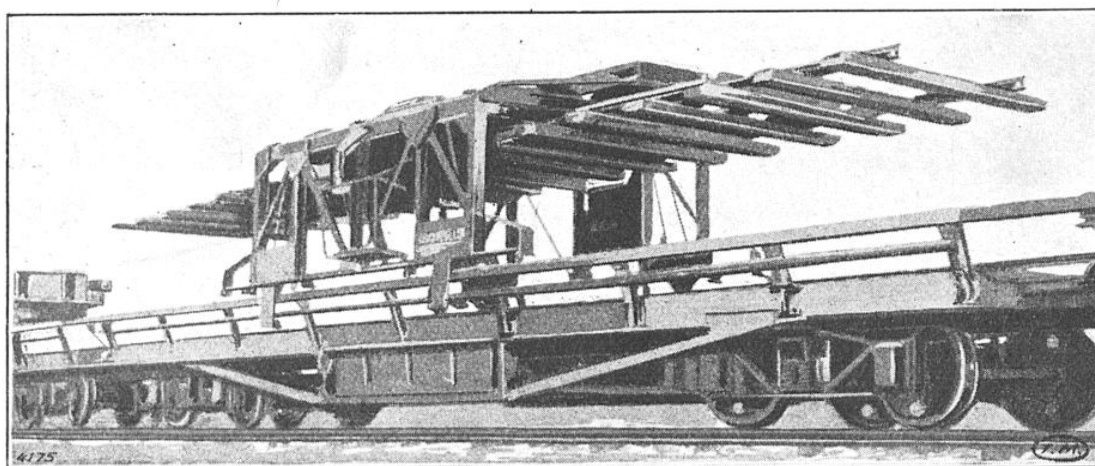
train de matériel, ce dernier étant déchargé *à la main*, une fois parvenu sur le lieu du travail. Le même cycle se répète, en sens inverse, pour la vieille voie. En résumé, il n'y a pas moins de sept manutentions différentes des matériaux, tant usagés que neufs, lesquels représentent l'énorme poids de 440 tonnes par kilomètre de voie ferrée.

M. Bretland, ingénieur en chef du G. S. S. irlandais, a imaginé un dispositif mécanique qui, en service depuis un certain temps sur le réseau irlandais, a donné de tels résultats qu'une commande a été passée par une

sur les plates-formes du train spécial. Ainsi, les rails sont boulonnés sur les traverses, les coussinets sont placés et il ne reste qu'à poser les éléments sur la voie, puis à les relier par les éclisses.

Le seul travail à faire sur les lieux est le nettoyage du ballast, qui, nous l'avons vu plus haut, peut se faire également mécaniquement.

Le train étant arrivé au point voulu, on disjonctionne un élément ancien de voie, qui est immédiatement pris par le chariot roulant de la grue cantilever. En même



LES ÉLÉMENTS DE VOIE ASSEMBLÉS SONT AMENÉS À LA GRUE CANTILEVER PAR UN PORTIQUE ROULANT SITUÉ SUR LA PLATE-FORME SUIVANT IMMÉDIATEMENT LA GRUE. LA RÉSERVE DE CES ÉLÉMENTS SE TROUVE SUR LES PLATES-FORMES À L'ARRIÈRE DU TRAIN

autre Compagnie importante (L. N. E. R.). L'économie de main-d'œuvre atteint, en effet, 10 % et, par suite, permet d'amortir rapidement les frais d'achat, sans compter qu'en outre l'immobilisation de la voie est beaucoup moins longue.

Ce train spécial de matériel comprend : un certain nombre de plates-formes destinées au transport des éléments de voie, assemblés au préalable ; une plate-forme portant un portique roulant de manutention des éléments de voie ; une plate-forme portant une grue cantilever pour le hissage des éléments.

Tout d'abord, le dépôt de matériel possède un pont roulant ou portique enjambant la voie de chargement du train de matériel. Ce portique électrique peut soulever un poids de 15 tonnes. Le dépôt assemble complètement les éléments ou sections de voie et les charge

temps le portique roulant charge un élément neuf, et l'échange entre les deux éléments de voie (l'ancien et le neuf) se fait sous le cantilever arrière de la grue. Le même cycle recommence jusqu'à l'achèvement du travail.

La vitesse de pose est de 100 à 164 mètres à l'heure, dans le cas de rails de 13 m 7, et de 220 mètres à l'heure dans le cas des nouveaux rails de 18 m 3. Enfin, un éclairage électrique puissant permet de travailler pendant la nuit aussi bien que pendant le jour.

Ainsi, nous constatons, une fois de plus, que la manutention mécanique, judicieusement appliquée, permet de résoudre d'une façon élégante et économique un problème très important de l'entretien des voies ferrées, dont dépend, en grande partie, la sécurité des voyageurs.

JACQUES MAUREL.

LE PROGRÈS TECHNIQUE DU VÉHICULE AUTOMOBILE INDUSTRIEL EST UN FACTEUR DE PROGRÈS ÉCONOMIQUE

Par CAPÈRE

Le véhicule automobile industriel, qu'il s'agisse du transport des voyageurs ou de celui des marchandises, a pris, au cours de ces dernières années, un essor vraiment remarquable et particulièrement rapide. On retrouve aujourd'hui les mêmes tendances que celles que nous avons enregistrées sur la voiture de tourisme (1), et il y a loin du « poids lourd » de 1929, au point de vue technique, à la grosse automobile industrielle d'avant-guerre. C'est pour cette raison que nous avons pensé qu'il était intéressant, pour tous nos lecteurs, de présenter l'état actuel de la construction des véhicules industriels, en vue des différentes et multiples applications auxquelles ils s'adaptent. Au dernier Salon de Paris, nous avons noté plus particulièrement l'admirable effort réalisé dans le domaine des moteurs, où l'emploi des « 6 cylindres » se généralise comme pour le véhicule de luxe. C'est ainsi qu'en 1925, on comptait seulement 8 % de 6 cylindres, parmi les véhicules industriels, et, aujourd'hui, on enregistre 34 % pour les camions, et 81 % pour les autobus. Le moteur Diesel lui-même fait son apparition dans le domaine de la traction automobile, et ce n'est pas là l'un des moindres progrès, ainsi qu'on le verra dans l'article ci-dessous. À côté des camions, dont le tonnage atteint aujourd'hui jusqu'à 12 tonnes, nous voyons la diffusion de plus en plus grande de la camionnette industrielle, qui rend tant de services à la ville comme à la campagne, au centre industriel comme dans l'agglomération rurale. Le camion d'aujourd'hui, comme la camionnette, dispose du servo-frein indispensable au conducteur qui veut, à tout moment, demeurer maître de sa machine à des vitesses relativement élevées, que jamais les véhicules industriels n'avaient atteints jusqu'ici. Le graissage central, l'emploi du châssis à six roues, dont quatre motrices, la construction des « cars » automobiles et des autobus, si confortables et si rapides, telles sont les caractéristiques nouvelles qui doivent retenir toute notre attention. Le véhicule industriel n'est-il pas appelé à devenir le prolongement et l'auxiliaire du rail, en réalisant non seulement le même confort, mais encore la régularité et la rapidité ?

Les progrès dans la traction automobile industrielle depuis vingt ans

POUR nous permettre de mieux apprécier les progrès énormes réalisés dans la traction industrielle, nous divisons l'évolution en trois périodes distinctes :

La période d'avant-guerre, qui s'étend de la naissance de l'automobilisme jusqu'à 1914 ;

La période de la guerre, de 1914 à 1918 ;

La période d'après-guerre, de 1918 à nos jours.

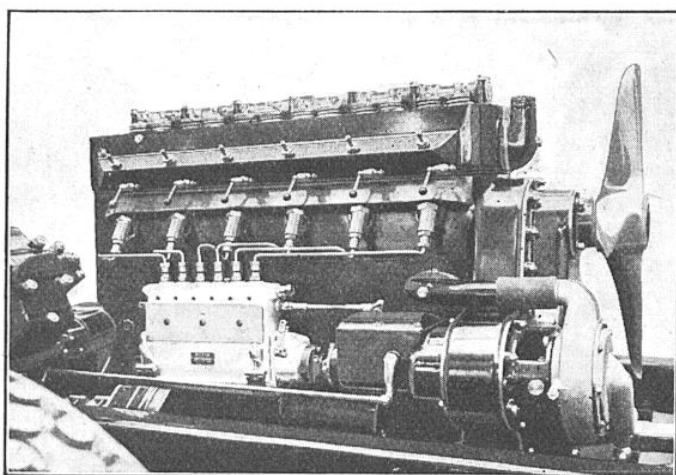
Dans la première période, nous assistons à une évolution du véhicule industriel où chacun cherche sa voie et où il faut qu'une force extérieure vienne imposer des directives pour engager les constructeurs à produire des engins d'un modèle assez uniforme, capable de satisfaire à tous les usages commerciaux.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 138, page 513.

Avec la traction hippomobile, on voyait chaque branche commerciale utiliser le type de véhicule qui lui paraissait le plus commode, le haquet pour le marchand de vins, la fourragère pour le grainetier, le binard pour l'entrepreneur, etc... Avec la traction automobile, il devenait nécessaire de renoncer à un matériel hétéroclite et de créer un type à peu près classique.

C'est à l'autorité militaire qu'on doit cette orientation. Il fallait, en effet, préparer, pour le temps de guerre, des ressources de réquisition aussi abondantes et aussi homogènes que possible.

Le ministère de la Guerre, par des concours annuels et par l'octroi de primes d'achat et d'entretien qui atteignaient, au total, à peu près le tiers de la valeur du matériel, obtint la création du camion militaire de 3.500 et 5.000 kilogrammes de charge utile. On aboutit aussi à une certaine standardisation des bandages pleins, des magnétos,

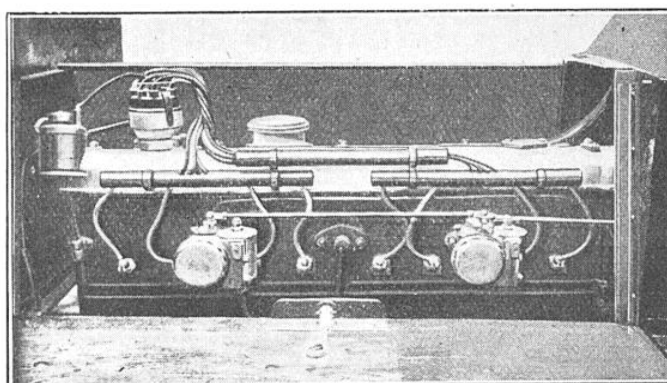


MOTEUR « DIESEL » A QUATRE TEMPS 6 CYLINDRES
ÉQUIPANT LES AUTOBUS « SAURER »

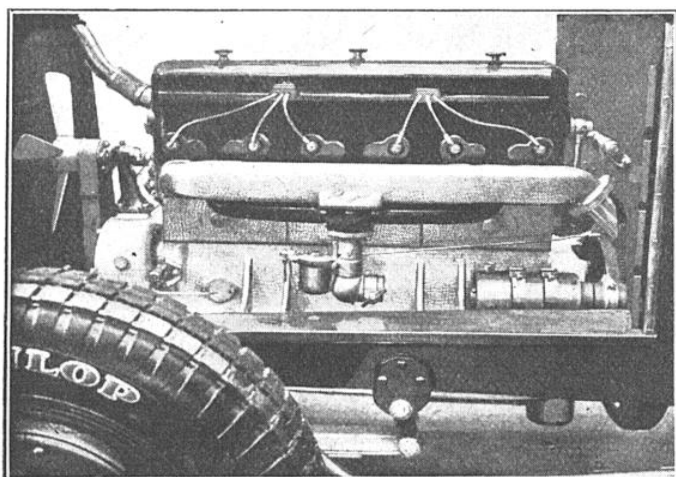
des filetages et de certains accessoires, en vue de faciliter les réparations et la constitution des stocks de rechanges.

Grâce aux efforts persévérants de quelques années, on a pu, au moment de la mobilisation, disposer de quelques milliers de camions de type homogène, qui, avec l'appoint des autobus de la Ville de Paris, montrèrent tout l'intérêt qu'il y avait à hâter le développement intensif du matériel automobile de poids lourd.

Au cours de la guerre, l'automobilisme de transport prit un



MOTEUR « MIESSE » 100 CH 8 CYLINDRES EN LIGNE



MOTEUR 6 CYLINDRES 100 CH « SOMUA » POUR VOITURES
DE TRANSPORT EN COMMUN

essor absolument incroyable. Il suffit, pour s'en rendre compte, de rappeler les chiffres suivants :

Alors qu'en août 1914 on n'avait pu transporter que 18.000 tonnes de matériel et 14.000 hommes de troupes, en un seul mois de 1918 on était parvenu à assurer le transport de 900.000 tonnes de matériel et de 1.200.000 hommes de troupes, uniquement avec un matériel automobile.

Pendant la guerre, les automobiles ont transporté plus de 30 millions de tonnes, ce qui correspond à un tonnage total de 75.000 trains de 40 wagons.

L'intérêt qu'il y a à développer sans cesse les moyens de

transport est donc évident.

La guerre a encore mis en relief l'importance que présentaient aussi, pour les transports, le matériel léger et le matériel extra lourd.

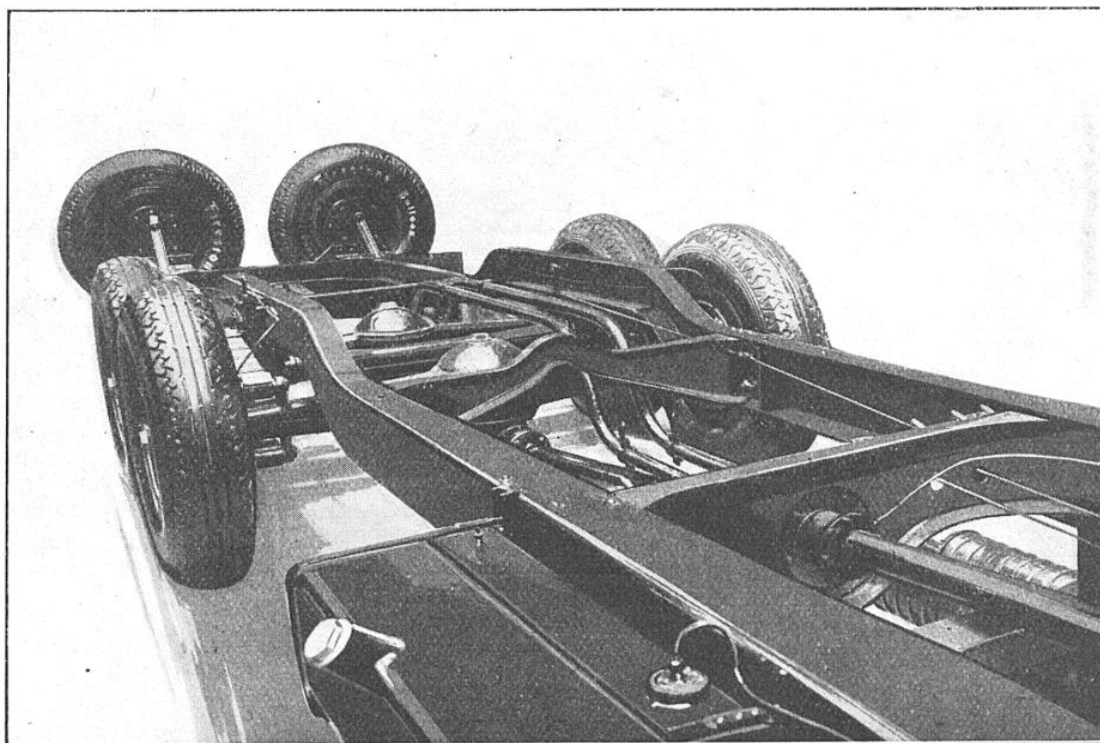
On avait adopté primitivement les deux tonnages de 3.500 et 5.000 kilogrammes pour les camions parce qu'ils correspondaient l'un au tiers, l'autre à la moitié du chargement d'un wagon de marchandises. Mais on s'aperçut, pendant la guerre, que des véhicules de plus faible tonnage étaient extrêmement précieux ; l'on vit alors se développer intensivement la construction des camionnettes de 1.000 à 2.500 kilogrammes de

charge, qui rendirent d'immenses services.

De même, pour le transport sur routes de certains engins très lourds et indivisibles, on dut envisager l'emploi des camions de 6 à 8 tonnes de charge utile. Comme ces engins ne sont pas d'un usage très général dans la vie courante, ce sont les seuls que l'armée subventionne actuellement pour être assurée que les constructeurs en continuent la fabrication.

aux Messageries Hachette depuis 1920 :

Années	Voitures	Tonnage transporté	Kilométrage parcouru
		Tonnes	Kilomètres
1921-22.....	95	77	650.000
1922-23.....	101	77	1.870.000
1923-24.....	137	117	2.400.000
1924-25.....	167	150	2.850.000
1925-26.....	173	165	3.050.000
1926-27.....	207	205	3.850.000



VUE ARRIÈRE DU CHASSIS « MIESSE » A SIX ROUES, DONT LES QUATRE ROUES ARRIÈRE SONT MOTRICES. CE CHASSIS COMPORTE DEUX PONTS ARRIÈRE MOTEURS

La guerre, qui a donc servi d'école de démonstration en faveur de la traction industrielle sur route, a eu ainsi une influence considérable sur le développement actuel de ce mode de transports, en favorisant la création de nouveaux modèles et en montrant le rendement industriel du « poids lourd ».

Le développement des transports automobiles est rapide et continu

Dans toutes les branches de l'activité moderne, les statistiques font ressortir une augmentation progressive ininterrompue des unités automobiles destinées au transport sur route des marchandises.

Citons, par exemple, ce qui s'est passé

Le matériel se compose de camions pour transports lourds, de voitures ordinaires pour travail général et de voitures rapides de poids faible. Les voitures assurent un service de jour et de nuit dans un rayon de 100 kilomètres autour de Paris.

En ce qui concerne les transports touristiques organisés, nous n'en sommes encore qu'à la période d'essais, mais, néanmoins, pour ne citer que le réseau de Paris-Orléans, on relève :

	Année 1913	Année 1926
Nombre de kilomètres effectués.....	38.126	201.900
Nombre de voyageurs transportés.....	3.400	42.700

En ce qui concerne les services publics en France, on peut distinguer deux catégories :

Les services de transport libres ;

Les services de transport subventionnés.

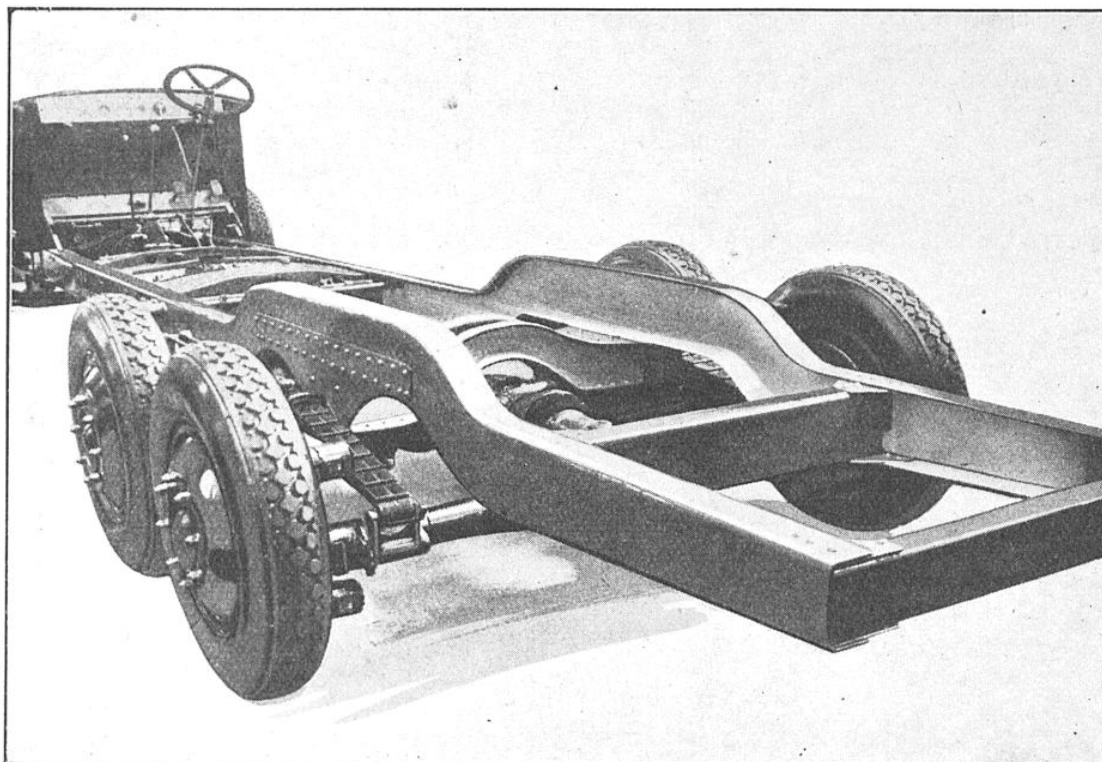
Les deux systèmes ont leurs partisans et leurs détracteurs, leurs avantages et leurs inconvénients. On dit souvent que la concurrence est mère du progrès, mais il faut reconnaître qu'en matière de matériel automobile

tranches importantes d'un même modèle.

A part le cas de panne accidentelle, d'ailleurs assez rare, chaque véhicule rentre en « grand levage » à l'atelier central à date fixe, après un kilométrage déterminé.

Le châssis est débarrassé de tous les organes mécaniques qui sont versés au magasin pour y être ultérieurement, à leur tour, démontés, visités et remis complètement à neuf.

Pendant ce temps, le véhicule est remonté



CHASSIS « BERLIET » A SIX ROUES, DONT QUATRE ROUES ARRIÈRE SONT MOTRICES ET SONT ACTIONNÉES ÉGALEMENT PAR DEUX PONTS MOTEURS

il semble préférable, grâce à des subventions d'établissement, de faire grand tout de suite.

On dispose alors de puissants moyens et d'une organisation disciplinée, où tout est prévu, étudié et réalisé en vue d'éviter les pertes de temps et les immobilisations de matériel, ce qui entraîne forcément une diminution des frais d'exploitation.

Par la standardisation des modèles et des pièces, on peut réaliser l'entretien et la réparation en série, c'est-à-dire vite et bien. C'est, d'ailleurs, ainsi que pratique la T. C. R. P. de Paris.

Les autobus parisiens, au nombre de 1.400, sont tous, en principe, du même modèle, ou tout au moins établis par

complètement avec des organes en parfait état que lui délivre le magasin en échange des organes enlevés.

Cette méthode de travail réduit à 8 % environ le nombre de véhicules immobilisés ; elle permet une remise en état parfaite dans le minimum de temps et au minimum de frais. Son application a été rendue possible par la standardisation et par l'importance de l'effectif matériel auquel elle correspond.

Le développement de l'automobile a une influence économique considérable

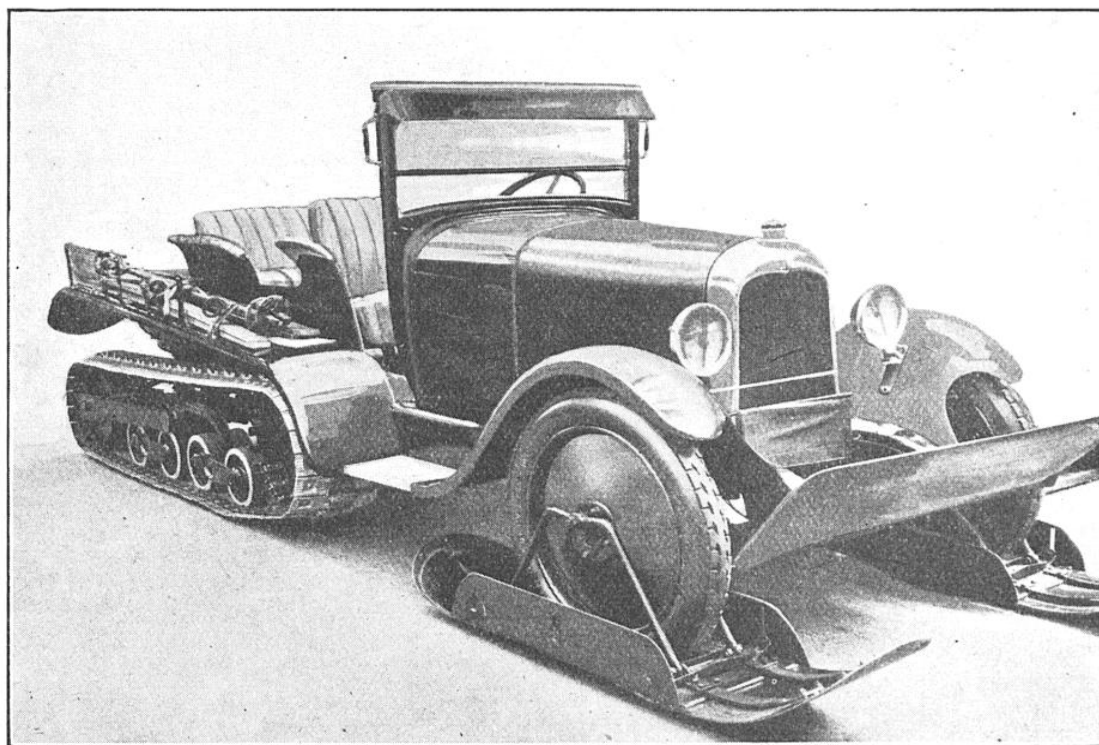
Le premier effet de l'automobile est de réduire grandement la durée des transports sur route et le prix de revient. En Amérique,

par exemple, d'après les chiffres fournis par le ministre de l'Agriculture, la traction animale coûtait à peu près exactement le double de la traction automobile pour le transport des farines, des grains, du coton et du lait.

En France, les chiffres établis par la firme Blum-Latil, montrent que le prix de revient kilométrique pour un camion portant trois tonnes de charge utile, ressort à 2 fr. 10, que l'on peut décomposer comme il suit :

lifier de tarifs dégressifs. Pour les marchandises de catégories dégreverées, le camion est plus coûteux, mais, comme les manipulations sont simplifiées, il reste encore très avantageux pour les petits trajets.

Il n'y a donc pas, à proprement parler, concurrence entre le rail et le camion. Les transports sur courtes distances sont onéreux pour les chemins de fer, qui ne peuvent se rattraper qu'en s'assurant tous les trans-



VOITURE ÉQUIPÉE POUR LES SPORTS DE MONTAGNE, MONTÉE SUR CHENILLES « CITROËN-KÉGRESSE ». LES ROUES AVANT SONT MUNIES DE SKIS

Salaire du chauffeur	Fr. 0,25
Frais généraux, service, garage	0,211
Pièces détachées	0,056
Salaires atelier de réparation	0,10
Amortissement du véhicule	0,30
Pneumatiques ou bandages	0,48
Essence	0,60
Huile et graisse	0,08
Total.....	Fr. 2,07

Le prix de la tonne kilométrique utile serait ainsi voisin de 0 fr. 70.

Pour les chemins de fer, actuellement le prix de la tonne kilométrique est de 0 fr. 75 environ, tant que les trajets ne dépassent pas 600 kilomètres et que l'on ne peut pro-

ports à longue distance, et c'est la raison de la dégressivité.

La route doit devenir le prolongement de la voie ferrée

En réalité, ce qu'il faut bien comprendre, c'est que le problème des transports a une double face.

Le transport proprement dit par lignes principales, et la distribution par lignes secondaires qui réalise la liaison entre le service automobile et le transport par voie ferrée ou par eau. Cette liaison est d'une importance capitale ; sans elle, aucun système ne pourra atteindre son développement maximum.

Si l'on prend l'exemple de la France, on constate que les chemins de fer y ont atteint un développement très complet, mais si on examine la carte donnant la vue d'ensemble de tous les réseaux, on constate que si, dans certaines parties, comme le Nord, les lignes sont nombreuses et serrées, d'autres parties, qui correspondent aux régions montagneuses, Massif Central, Alpes, Pyrénées, n'ont à peu près aucune voie ferrée. C'est dans ces régions accidentées que le véhicule automobile trouve le mieux à se développer. Il pénètre partout, se joue des difficultés, et assure toutes les liaisons nécessaires avec les régions de libre circulation.

Tout ce qui précède fait ressortir, une fois de plus, l'intérêt vital pour le pays d'avoir un réseau routier aussi étendu que possible et maintenu toujours dans le plus parfait état de viabilité. En France, les routes, très négligées depuis le début de la guerre, sont en assez bonne voie de réparation. Des études et des essais assez nombreux de constitution des chaussées nous ont permis de trouver des compositions durables, les routes en monolastique, en ciment asphalté, silicatées et goudronnées, donnent toute satisfaction.

La suppression des bandages ferrés, l'adoption imposée de bandages élastiques, la limitation de la charge ou plutôt la réduction de la pression unitaire sur le sol par l'adoption de bandages de grosseur et de largeur appropriées à la charge, assurent une bonne conservation de la route malgré une utilisation intensive.

On a pu constater, par exemple, que des camions de 8 tonnes au total, montés sur des bandes de caoutchouc plein assez larges, pour que la pression sur le sol ne dépasse pas 150 kilogrammes par centimètre de largeur de bandage, et à la vitesse maximum absolue de 35 kilomètres à l'heure, ne produisent à peu près aucune dégradation à une bonne chaussée moderne.

L'adoption récente des bandages pneumatiques à grosse section et à basse pression, simples ou jumelés, permet, d'ailleurs, d'augmenter considérablement la vitesse sans dommage pour la chaussée. Certains véhicules atteignent ainsi 80 à 100 kilomètres à l'heure.

Nous noterons, en passant, que, contrairement à certains avis, à égalité de qualité de freinage, c'est-à-dire de bons freins sur les quatre roues, la longueur d'arrêt d'un véhicule est absolument indépendante de son poids. Elle est la même pour un camion de 10 tonnes que pour un cyclecar de quelques centaines de kilogrammes. C'est donc com-

mettre une hérésie que de limiter la vitesse des poids lourds à un chiffre inférieur à celle des voitures de tourisme. Il faut seulement que le service des mines soit très exigeant sur la qualité des freins de tous les véhicules sans distinction.

Les tendances de la construction pour les « poids lourds » de 1929

Sans entrer dans les détails mécaniques proprement dits, nous nous bornerons à indiquer les tendances de la construction pour les organes principaux.

D'une manière générale, on peut constater que les constructeurs ont divisé leur programme en deux branches, qui se rapportent respectivement aux camions ordinaires et aux autobus, autocars, ou camions rapides. Ils constituent ainsi, évidemment, deux sortes de matériels qui diffèrent par le tonnage, la puissance motrice, le genre de moteur, le nombre d'essieux moteurs ou de roues, la dimension des empattements et des châssis, etc...

1^o MOTEURS

Pour les camions, la majorité des moteurs sont à 4 cylindres, quelques-uns à 6 cylindres, ces derniers en assez forte augmentation.

En 1925, on relève 92 % de 4 cylindres pour 8 % de 6 cylindres, et, en 1928, 66 % de 4 cylindres pour 34 % de 6 cylindres.

Dans les autobus et autocars, les tendances sont les mêmes, mais encore plus avancées :

En 1925, on note pour les 4 cylindres 45 % contre 55 % de 6 cylindres et, en 1928, 19 % pour les 4 cylindres contre 81 % de 6 cylindres.

Il existait même, au Salon de Paris, un châssis d'autocar, établi par la firme belge Miesse, avec un moteur de 8 cylindres en ligne.

Ces moteurs sont du type classique habituel, leur puissance est de l'ordre de 35 à 40 ch pour les camions, de 50 à 80 et même 100 ch pour les autocars à grande vitesse.

Nous devons une mention spéciale au moteur Diesel qui équipe les camions et autobus Saurer. Ce moteur, d'un type entièrement nouveau, fonctionne, suivant le cycle Diesel, à combustion à quatre temps. Il comporte 4 cylindres pour un des modèles et 6 cylindres pour un autre.

Les cylindres sont à culasse rapportée avec soupapes en tête commandées par culbuteurs. Chaque cylindre est muni d'un injecteur alimenté par une pompe spéciale. L'huile lourde contenue dans le réservoir du

châssis est aspirée par la pompe et refoulée par celle-ci sous une pression constante dans l'injecteur vissé dans la culasse. Dans l'axe de ce dernier se trouve une capacité communiquant avec le cylindre par un ajutage convergent divergent.

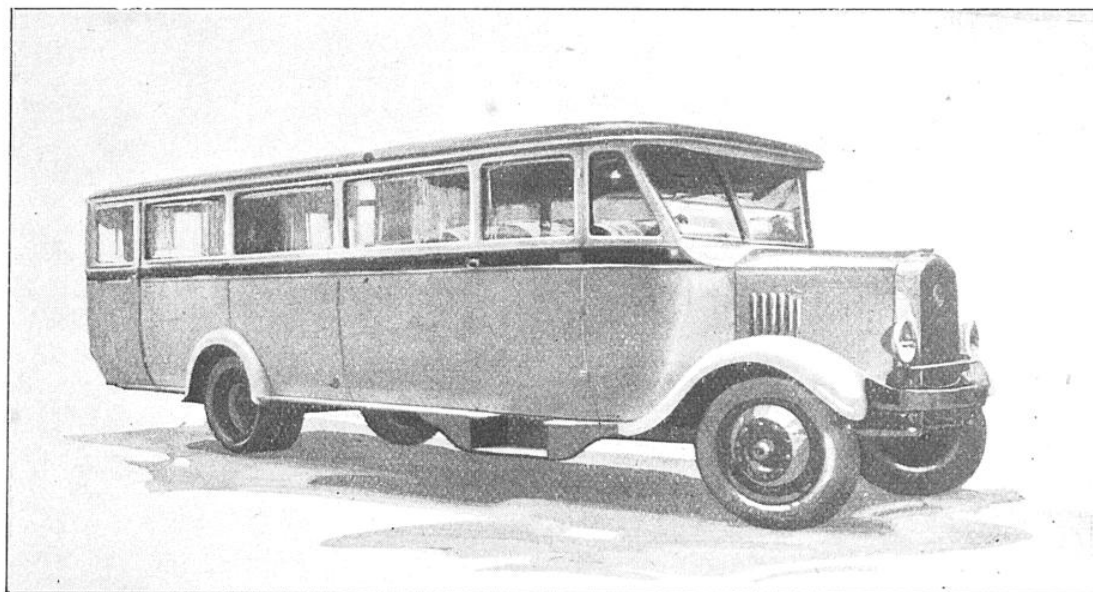
L'air aspiré dans le cylindre, au moment de la première course descendante du piston, est refoulé dans cette capacité sous une pression élevée au moment de la première course ascendante. Dans cet air, porté à haute température par la compression, on injecte

2^o EMBRAYAGE ET BOÎTE DE VITESSES

Les embrayages sont tous du type à disques simples ou multiples, dans la proportion de 12 % à simple disque et 88 % à disques multiples.

Les boîtes de vitesses sont toutes du type à baladeurs avec trois ou quatre vitesses du modèle classique habituel.

On peut noter dans l'ensemble : 76 % de blocs-moteurs, 18 % de boîtes séparées et 6 % de transmissions électriques.



GRAND AUTOBUS « LATIL » PERMETTANT D'EFFECTUER DE LONGS VOYAGES SUR ROUTE, DANS D'EXCELLENTE CONDITIONS DE CONFORTABLE ET D'AGRÉMENT

au moment voulu, une quantité exactement dosée de gazoil. Celui-ci s'enflamme et brûle pendant la deuxième course descendante du piston qui constitue le temps moteur. La deuxième course ascendante du piston est utilisée pour l'expulsion des gaz brûlés.

La mise en marche se fait à l'aide d'un démarreur électrique. Pour faciliter le départ à froid, on a placé une petite résistance spirale dans la chambre de combustion. Cette résistance est portée au rouge par un courant électrique ; elle n'est utilisée que pour le départ du moteur froid. Le régime est contrôlé par l'accélérateur et la manette du volant qui, par une tringlerie appropriée, règlent le débit de la pompe d'injection.

Le moteur à 4 cylindres a un alésage de 110 millimètres et une course de 180 millimètres ; son régime est de 1.000 tours par minute,

3^o TRANSMISSION AU PONT OU AUX ROUES MOTRICES

Les divers systèmes habituels de transmission se répartissent à peu près de la manière suivante.

Pour les autobus : transmissions par vis, 42 % ; par double réduction centrale par engrenages, 32 % ; par engrenages simples, 22 %, et par engrenages intérieurs dans les roues, 9 %.

Pour les camions, les chiffres sont un peu différents : par vis, 60 % ; double réduction par engrenages, 20 % ; engrenages simples, 12 % ; engrenages intérieurs, 5 % ; chaînes, 3 %.

En fait, on assiste à la disparition progressive de la transmission par chaînes, comme cela a eu lieu jadis pour le véhicule de tourisme sur lequel la chaîne n'existe plus,

4^o BANDAGES

Le bandage pneumatique est en grande augmentation, il figure sur 75 % des autocars et autobus, contre 25 % de bandages en caoutchouc plein et dans une proportion appréciable sur un assez grand nombre de camions.

Les bandages pneumatiques employés sont à haute ou à basse pression. Ils atteignent de très grosses sections ; leur emploi, seul, a permis la réalisation des très grandes

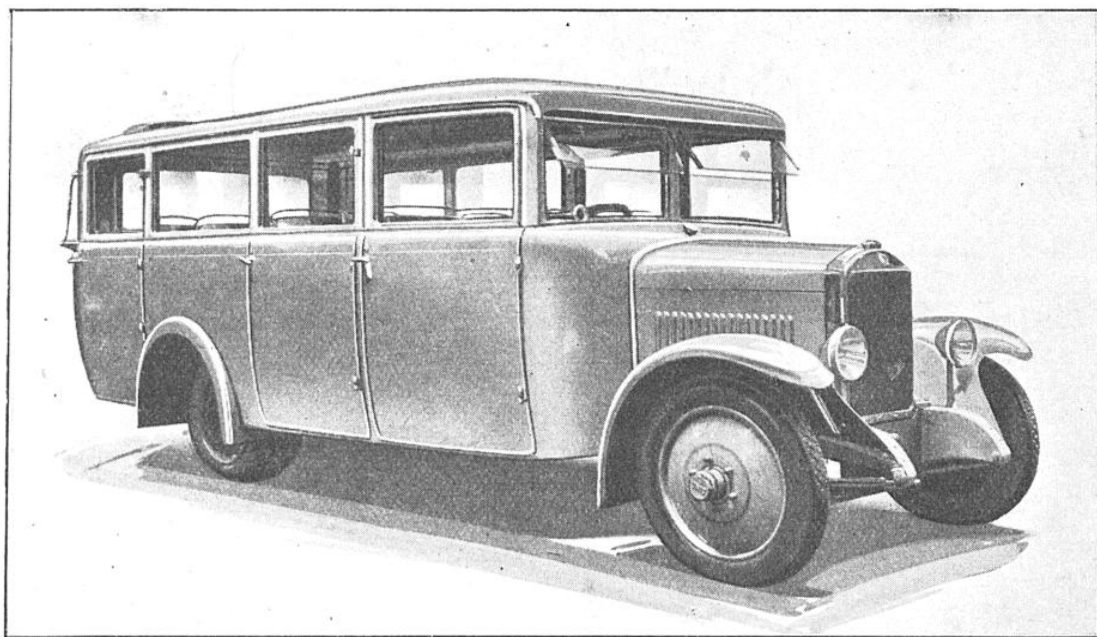
5^o TONNAGE

Pour les autobus, le tonnage total varie de 4 à plus de 7 tonnes à peu près dans les proportions suivantes :

Au-dessous de 4 tonnes, 15 % ; de 4 à 5 tonnes, 13 % ; de 5 à 6 tonnes, 22 % ; de 6 à 7 tonnes, 25 % ; au-dessus de 7 tonnes, 25 %.

Les gros autobus sont donc en très forte majorité.

Pour les camions, nous retiendrons : pour



AUTOBUS DOUZE PLACES « UNIC » ÉTUDIÉ SPÉCIALEMENT POUR LE CONFORT DES VOYAGEURS

vitesses (80 à 100 kilomètres pour certains autobus interurbains).

Avec les pneumatiques, on peut réduire considérablement le poids des roues. Nous rappellerons, à cet effet, à titre documentaire, les chiffres suivants :

Poids d'une roue à bandage en fer des anciens camions à vapeur Purrey de la Raffinerie Say, 900 kilogrammes ; poids d'une roue à bandage plein jumelé, 400 kilogrammes ; poids d'une roue à disque à pneu ballon, 80 à 100 kilogrammes.

Le pneumatique, qui assure la conservation des mécanismes et met les essieux à l'abri de la cristallisation, permet, en outre, une très grande réduction de poids de l'ensemble de roues et des essieux.

Par ailleurs l'usage du pneumatique évite à la route une usure prématurée.

1 t 5 utile, 27 % ; pour 2 à 4 t 5, 56 % ; pour 5 tonnes et au-dessus, 17 %, c'est-à-dire un assez grand nombre de camionnettes de 1.500 kilogrammes et une majorité de camions de 3.500 kilogrammes de charge utile.

Nous restons, en somme, dans la moyenne du programme militaire d'avant-guerre qui se développe de lui-même, maintenant, sans avoir besoin du coup de fouet, des primes dont nous avons parlé plus haut. Le ministère réserve désormais ses primes pour encourager la construction des engins spéciaux, qui seraient trop exceptionnels pour les usagers du temps de paix.

6^o EMPATTEMENTS

Les empattements varient dans les proportions suivantes :

10 % inférieurs à 5 mètres, 27 % de 5 mètres à 5 m 50 et 63 % supérieurs à 5 m 50.

7° ROUES

La majorité des véhicules est encore à quatre roues, mais il y a une grande tendance pour les grands autobus à adopter le type à six roues. Ce type peut compter, d'ailleurs, deux écoles :

rière du châssis par un essieu auxiliaire relié par des ressorts en cantilever aux deux essieux moteurs, de manière à réaliser un support à balancier qui répartit la charge également sur les deux essieux précités.

Avec ce système, le virage se fait dans l'espace qui correspond à l'empattement total et le poids adhérent est égal à la somme des adhérences des deux essieux moteurs ; il peut être très considérable.



CAMION SIX ROUES « CHENARD-WALCKER » MUNI DE PALANS PERMETTANT DE CHARGER RAPIDEMENT DE GROSSES PIÈCES DE BOIS

Le type des autobus de la Ville de Paris, qui comporte un essieu moteur central et deux essieux directeurs à chacune des extrémités du véhicule. Ce système a une grande souplesse d'évolution ; il tourne aussi court qu'un autobus à quatre roues qui aurait pour empattement la distance de l'essieu moteur à l'essieu directeur le plus éloigné. Son poids adhérent est réduit à celui du seul essieu moteur ; il peut être un peu faible si on ne veut pas surcharger à l'extrême les roues motrices ;

Le type des grands autocars genre Miesse, qui comporte un essieu avant directeur, et un ensemble de deux essieux moteurs très rapprochés à l'arrière, qui supportent l'ar-

8° FREINS

Les freins sur les roues directrices ne se sont pas encore généralisés comme sur les véhicules de tourisme ; on ne compte encore jusqu'ici que 20 % de freins sur les quatre roues, contre 73 % de freins sur les roues motrices seulement et 7 % de freins sur la transmission.

9° CARROSSERIES

Nous ne parlerons pas des carrosseries de camions qui sont sans intérêt particulier ; nous nous bornerons à signaler les carrosseries d'autobus et d'autocars qui sont devenus très spacieuses et très confortables.

On peut noter la remise en service courant de grands autobus à impériale d'une capacité de cent places ; ces engins à grand débit, si on les prévoit avec une entrée distincte pour les voyageurs de l'impériale et les voyageurs du bas, avec un receveur à chaque étage, seraient peut-être capables de lutter économiquement avec les tramways à remorques réellement trop encombrants pour la circulation urbaine moderne. De tels autobus devraient permettre la suppression des tramways ; ils comprendraient un wattman et deux receveurs, et seraient affectés aux lignes habituellement desservies par les tramways, c'est-à-dire dans les grandes voies, tandis que l'on conserverait les autobus actuels pour les services qu'ils assurent en ce moment.

Les tracteurs

Avant d'abandonner le chapitre des transports automobiles, il est bon de dire quelques mots des tracteurs.

Pendant la guerre, on a utilisé sur une assez vaste échelle des tracteurs automobiles à quatre roues motrices et directrices qui avaient d'excellentes qualités d'évolution sur tous les terrains et étaient capables de traîner un poids total de 15 à 25 tonnes en une ou plusieurs remorques. Ces engins, trop puissants en fait et trop importants pour la vie courante, ne semblent guère intéresser les usagers. En revanche, il a été créé par la firme Chenard et Walcker, sous le nom de train F.A.R., un tracteur spécial léger auquel on accroche une remorque par un dispositif qui permet de réaliser, pour l'essieu moteur du tracteur, un poids adhérent suffisant et réglable dans chaque cas.

Il est bon de noter que ce genre de traction peut être extrêmement intéressant pour obtenir, avec le minimum de matériel et de personnel, le maximum de rendement de transport. On résoudra, dans chaque cas, le problème en constituant l'effectif du matériel en fonction des durées de chargement, de déchargement et de trajet, de manière que les tracteurs soient toujours en marche avec une remorque, tandis qu'à l'embarcadère et au débarcadère, des remorques seront en chargement et en déchargement.

Nous n'insisterons pas davantage sur les multiples applications des véhicules industriels en nous bornant à énumérer les principales : auto-pompes, matériel d'incendie, transports d'ordures ménagères, roulottes d'épicerie, quincaillerie, etc., ambulances

automobiles, voitures chirurgicales, voitures de désinfection, matériels de voirie, balayeuses, arroseuses, rouleaux compresseurs, etc...

Le matériel agricole est également en progrès

En attendant la généralisation de l'électrification des campagnes qui permettra le labourage électrique et la distribution à la ferme de l'éclairage et de la force motrice, on doit chercher à développer la traction mécanique pour les travaux de la terre.

Il semble que la question soit, aujourd'hui, en bonne voie, depuis que les constructeurs français ont cherché à créer un matériel logique bien adapté à nos besoins et non copié sur le matériel américain.

En Amérique, les terrains de culture sont immenses, d'un prix très bas ; ils peuvent être exploités en culture extensive, en se contentant d'un revenu modéré à l'hectare, avec des engins à grande vitesse de travail respectant plus ou moins les qualités biologiques du sol. Tracteurs trop lourds, roues trop étroites, pression unitaire trop forte, charrues à socs mal étudiés.

En France, les terrains, plus morcelés, d'un prix élevé, doivent être exploités d'une manière intensive pour en tirer un revenu compatible avec les capitaux engagés. Cette culture ne peut se faire qu'avec des engins bien étudiés qui respectent la vie microbienne du terrain, en réduisant la pression unitaire. Le type de tracteur devra avantageusement permettre le labour par un mouvement de va-et-vient d'une charrue genre Brabant double, comme celle que l'on emploie avec les chevaux. On évite ainsi la création, à chaque bout des raies, d'une fourrière archipilée par les tracteurs et à peu près inculte ensuite.

Toutes ces questions sont bien connues maintenant ; il est simplement regrettable qu'elles ne l'aient pas été plus tôt, cela aurait évité bien des déboires, bien des tâtonnements, des pertes d'argent et de temps ; l'éducation du rural, sur l'avantage de la culture mécanique, y aurait gagné.

Telles sont, condensées en un tableau d'ensemble, les grandes tendances qui se manifestent aujourd'hui dans la construction des « poids lourds ». Considéré naguère comme le parent pauvre de l'automobile de tourisme, le camion est maintenant un auxiliaire précieux de l'industrie.

CAPÈRE.

LES DIVERSES SOLUTIONS PRATIQUES POUR ALIMENTER LES POSTES RÉCEPTEURS DE TÉLÉPHONIE SANS FIL

Par René DONCIÈRES

Tous les « sans-filistes » savent combien est délicat le problème de l'alimentation des postes récepteurs de téléphonie sans fil. Ce problème est, en effet, très complexe, au point de vue pratique, et les différentes solutions possibles présentent des inconvénients et des avantages que chacun doit connaître. Aussi, dans l'article ci-dessous, l'auteur a-t-il présenté avec précision et clarté les principaux systèmes actuellement en usage, ainsi que les divers appareils susceptibles de fournir le courant d'alimentation nécessaire. Cette étude constitue, croyons-nous, une mise au point unique des plus complètes et des plus minutieuses, accessible à tous ceux qui s'intéressent aux progrès de la T. S. F. et à ses applications multiples.

QUELQUE puissant, quelque sélectif que soit un appareil récepteur de téléphonie sans fil, la réception correcte est toujours subordonnée à l'alimentation par le courant continu.

Pourquoi par le courant continu plutôt que par le courant alternatif ? Le moins averti des amateurs sait que le filament des lampes à trois électrodes doit, pour fournir constamment le même flux d'électrons sur la plaque, être parcouru par un courant aussi régulier que possible, et que la plaque elle-même, toujours chargée positivement, ne remplirait pas normalement son rôle de pompe à électrons si sa tension était soumise à des variations. Seul le courant continu est capable d'assurer le fonctionnement normal des lampes.

C'est pourquoi le problème de l'alimentation des postes a pris une si grande importance dès le début de la téléphonie sans fil publique. Cette importance n'a fait que croître et des centaines d'appareils ont vu le jour, les uns pour alimenter directement les postes, les autres pour charger les accumulateurs ; d'autres encore pour transformer le courant alternatif provenant d'un secteur d'éclairage en courant continu et d'autres enfin pour corriger les imperfections du continu.

L'amateur éclairé, qui suit pas à pas les progrès de la T. S. F., sait à quoi s'en tenir sur chacun de ces modes d'alimentation ; mais le profane, celui qui se contente d'acheter un poste et d'apprendre à tourner correctement le bouton de réglage, demeure parfaitement ignorant de tout ce qui lui est

cependant précieux à connaître. Pour ne pas compliquer sa vie par une machine supplémentaire, il achète des piles et trouve qu'il faut en changer un peu trop souvent. Ses regrets périodiques disparaissent, d'ailleurs, devant le plaisir qu'il éprouve de recevoir convenablement les émissions des postes qu'il désire.

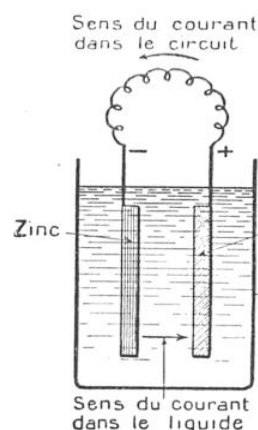
Le problème de l'alimentation des postes se présente d'une manière très différente selon les circonstances

Si la classification des postes récepteurs est à peu près impossible à établir, celle des installations devient très facile dès que l'on considère leur mode d'alimentation. Les plus disgraciées sont celles que n'atteint, ni de près ni de loin, le moindre réseau électrique ; quand le courant alternatif apporte la lumière à la maison, l'amateur a à sa disposition un très grand nombre de procédés, assez coûteux, d'ailleurs, pour se procurer du courant continu. Enfin, ceux qui reçoivent le courant continu du réseau ont été les plus favorisés jusqu'ici, car ils ont pu alimenter leurs postes dans d'assez bonnes conditions et avec le minimum de frais.

Notre sujet se trouve ainsi nettement divisé en trois chapitres essentiels, qui nous permettent d'étudier les divers appareils employés dans l'alimentation des postes.

Sans secteur électrique, l'amateur n'a d'autre ressource que la pile

La pile est un excellent générateur de courant continu. On sait qu'il en existe un choix considérable mis à la disposition de la



PRINCIPE DES PILES

T. S. F. On peut classer les piles en deux catégories : celles à liquide libre et les piles dites sèches, qui ne sont, en réalité, que des piles à liquide immobilisé. N'oublions pas les piles thermoélectriques, mises également à la disposition de cette catégorie d'amateurs grâce à un système de chauffage à l'essence qui mérite de retenir l'attention.

En principe, une pile, un élément de pile, plutôt, utilise une source de combinaisons chimiques donnant naissance à un courant électrique. Si l'on plonge une baguette de cuivre et une baguette de zinc dans un vase contenant de l'eau acidulée, on obtient un courant électrique dans un fil reliant les deux électrodes. On admet encore que le courant circule, dans le fil, du cuivre + au zinc — et, dans le liquide, du — au +.

Une pile se caractérise par sa *force électromotrice*, sa *résistance intérieure* et sa *capacité*.

On peut dire que la force électromotrice (f. e. m.) est la cause qui maintient une différence de potentiel (tension) entre les deux extrémités d'un circuit ouvert. Si le générateur d'électricité ne possède pas de résistance intérieure, la force électromotrice est égale à la tension aux bornes. Ce n'est, d'ailleurs, jamais le cas. La f. e. m. est la mesure du voltage d'une pile qui ne débite pas, tandis que sa tension représente le voltage pendant qu'elle travaille. C'est également pendant le travail que se manifeste l'action d'une résistance intérieure, qui est précisément la cause de la différence qui existe entre le voltage au repos (f. e. m.) et le voltage pendant le travail (tension aux bornes). Quant à la capacité, évaluée en ampères-heure, elle est représentée par le courant que la pile peut fournir pendant toute sa carrière ; mais on considère uniquement sa capacité utile, c'est-à-dire le temps pendant lequel elle peut être utilisée à l'alimentation des circuits.

Le grand ennemi de la pile, cause de son affaiblissement, est le phénomène de la *polarisation*. Dans une pile cuivre-zinc, il se forme autour du cuivre une gaine d'hydrogène qui isole cette électrode et augmente rapidement la résistance intérieure. De plus,

le zinc donne naissance à du sulfate de zinc qui se dépose sur le cuivre. Enfin, les éléments décomposés par le courant tendent à se reconstituer en créant un contre-courant de sens contraire au courant principal. On dit que la pile se polarise ; elle devient rapidement inutilisable.

C'est pourquoi on a imaginé des piles dans lesquelles un corps dépolarisant entoure l'électrode positive et absorbe l'hydrogène qui s'attache à elle.

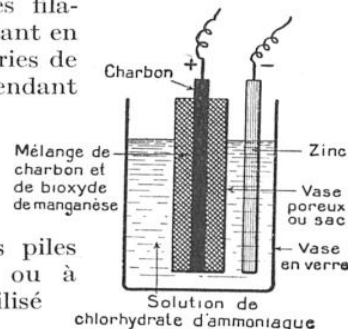
Les piles Daniel et Leclanché sont à dépolarisant. Dans cette dernière, la substance employée est constituée par un mélange de bioxyde de manganèse et de charbon. Elle se polarise cependant si la pile travaille sur une résistance trop faible, mais elle se dépolarise lorsqu'on la laisse au repos.

Il existe également des piles qui utilisent l'oxygène de l'air comme dépolarisant. La pile Féry (1) est dans ce cas. Le zinc étant placé au fond du vase, n'empêche pas l'absorption de l'oxygène de l'air par la surface libre de la solution. Cet oxygène se trouve en présence de l'hydrogène dégagé et se combine avec lui sur le charbon poreux pour former de l'eau. Comme l'oxygène n'atteint que les couches superficielles du liquide, il ne peut venir au contact du zinc, qui occupe le fond et se trouve ainsi protégé.

Les piles à liquide immobilisé, dites piles sèches, appartiennent généralement au type Leclanché. Le chauffage des filaments des lampes à faible consommation (0,06 ampère) et celui des lampes ordinaires (0,7 ampère) ne peut être assuré que par des combinaisons d'éléments.

Les piles sèches n'exigent aucun entretien ; mais il faut les remplacer assez fréquemment. Celles à liquide libre sont plus avantageuses, à condition de nettoyer chaque six mois les vases en verre, de faire le plein en eau pure tous les trois mois et de remplacer le zinc tous les six mois. Cependant, il existe des modèles de piles (Féry entre autres) qui permettent le chauffage des filaments (en mettant en parallèle des séries de quatre piles) pendant six cents heures, sans remplacement de zinc.

Pour la tension-plaque, les piles à liquide libre ou à liquide immobilisé

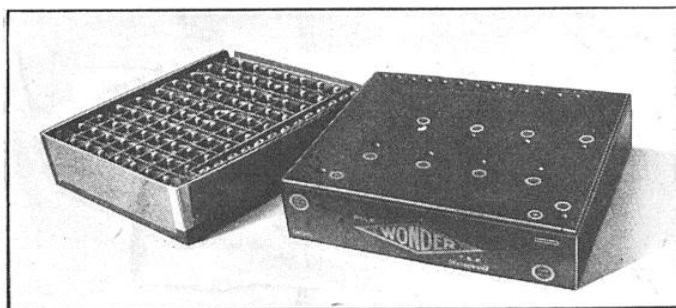


(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 125, page 428.

LA PILE LECLANCHÉ

Le bloc de T. S. F. « Wonder »

La pile sèche constitue une source de courant idéale, facilement transportable et d'un prix d'achat très abordable. Au point de vue tension, elle donne le maximum de pureté à la réception. Nous avons consacré un article à sa fabrication, qui est extrêmement soignée. (Voir La Science et la Vie, n° 127,

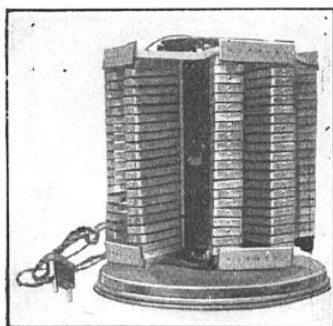


LE BLOC « WONDER » POUR T. S. F.

novembre 1928). Le bloc représenté par notre photographie, qui correspond au type 92 AM, est le dernier réalisé. Il contient des éléments pouvant débiter 30 milliampères ; sa tension totale est de 118 volts. En outre, il contient une batterie de polarisation de 0 à 18 volts. Grâce à l'heureuse disposition des éléments de débit et de polarisation, ce bloc convient à tous les postes équipés avec les lampes dites de puissance, qui sont à préconiser pour les étages basse fréquence. Les grilles de ces lampes demandent précisément des tensions bien déterminées, qu'il est aisé d'obtenir avec ce nouveau bloc.

La pile thermoélectrique « Hervor »

Les Etablissements Hervor construisent, depuis plusieurs années, une pile thermoélectrique destinée au chauffage des filaments. Nos lecteurs ont été tenus au courant de cette nouveauté, qui



LA PILE « HERVOR »

s'est améliorée par la création de divers modèles de piles qui peuvent être chauffées, soit par le secteur alternatif, soit par une rampe à gaz. Dans le cas où l'amateur ne peut recourir à l'une ou à l'autre de ces sources d'alimentation, il a encore à sa disposition un modèle spécial de pile thermoélectrique qui peut être chauffé directement par la flamme de l'essence. Ajoutons que le courant fourni par cette pile est très régulier et que la durée de l'appareil est, pour ainsi dire, illimitée.

Pile à liquide libre « AD » à grande capacité

Dans un vase en verre contenant une solution de chlorhydrate d'ammoniaque additionnée de 30 grammes de sulfate de zinc, plongent : un cylindre en charbon muni de deux bagues en caoutchouc et de trois isolateurs en celluloïd et un zinc circulaire.

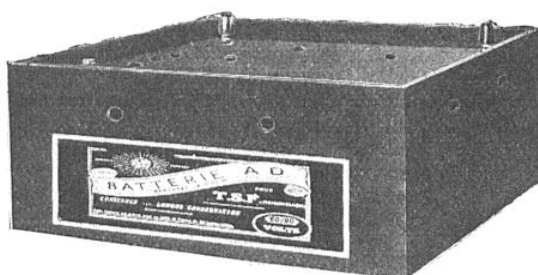
Le dépolarisant est l'oxygène emprunté à l'air atmosphérique réagissant dans les pores du charbon spécial, sur l'hydrogène, et l'ammoniaque résultant de l'attaque de zinc par le chlorhydrate d'ammoniaque. Un chapeau en matière moulée maintient les électrodes dans le vase. Pour un débit journalier ne dépassant pas 1,5 ampère-heure, la capacité est d'environ 150 ampères-heure ; elle peut atteindre 200 ampères-heure pour un régime de décharge moins élevé. La force électro-motrice d'un élément neuf est de 1 volt 4 ; en fonctionnement, la différence de potentiel se maintient au-dessus de 1 volt. La capacité ci-dessus s'entend sans entretien si l'utilisation est normale.

Par exemple, sur un poste à trois lampes, utilisé trois heures par jour, cette capacité correspond à huit mois de fonctionnement. A l'expiration de cette période, le liquide prend une apparence laiteuse ; il faut le jeter et le remplacer par une solution neuve. Le zinc est également usé et doit être remplacé. Mais le charbon peut fournir un minimum de trois décharges identiques. Les éléments à liquide « AD » permettent le chauffage des postes les plus puissants sans couplage en parallèle. Trois éléments « AD » 222 peuvent alimenter un poste de 8 lampes, dont deux de puissance pendant 1.000 heures sans entretien. Les piles sèches « AD » permettent de chauffer les postes les plus puissants ; quatre éléments « AD » 505 peuvent alimenter un poste de 7 lampes, dont deux de puissance pendant 500 heures.

Ces piles ne s'usent pour ainsi dire pas en circuit ouvert. La super-batterie sèche de 80 volts est composée de 64 éléments et munie de prises de courant de 40, 50, 60 et 70 volts. Des prises de courant sont également prévues à 1,5 volt, 3 volts, 4,5 et 6 volts pour la polarisation négative des grilles. La tension de départ est de 90 volts environ. Ces batteries sont construites pour une capacité de 6 a.-h. et un débit maximum de 25 m.-a. Il est recommandé de débrancher la batterie



ÉLÉMENT DE PILE « AD » POUR LE CHAUFFAGE DES FILAMENTS

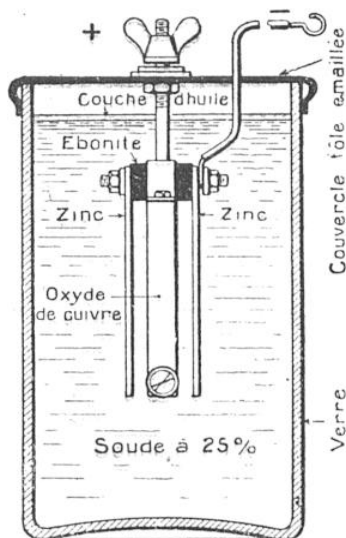


LA SUPER-BATTERIE DE 80 VOLTS « A. D. »

à la fin de chaque audition, car, s'il n'y a pas, théoriquement, de courant possible lorsque le circuit-filament n'est pas alimenté, en pratique, la batterie débite toujours un courant très faible mais continu, qui l'épuise inutilement.

La pile « Wylef »

Dans une dissolution de soude dans l'eau sont immergées une électrode en oxyde de cuivre et une ou deux électrodes en zinc, isolées de la précédente par un support en ébonite. La solution alcaline n'ayant aucune action sur ces matières à circuit ouvert, la pile ne travaille pas au repos. Lorsque le circuit de la pile est fermé, l'électrolyse se produit; l'oxygène se dégage sur le zinc, qui s'oxyde proportionnellement au travail électrique produit (1,23 gramme de zinc par ampère-heure). L'hydrogène polarisant se porte sur l'électrode positive d'oxyde de cuivre et se combine immédiatement à l'oxygène de cet oxyde pour former de l'eau : le cuivre, mis en liberté, est ramené à l'état métallique spongieux apte à fixer une nouvelle quantité d'oxygène pour reconstituer, à la recharge suivante, l'oxyde précédemment détruit. La force électromotrice de la pile Wylef est de 0,91 volt ; ce serait un grave inconvénient s'il n'était heureusement compensé par une capacité massique de plus du double de celle



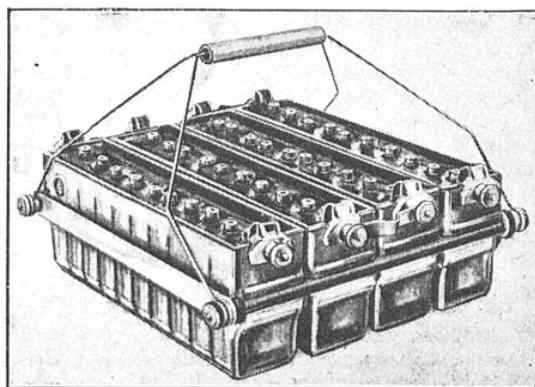
ÉLÉMENT DE PILE « WYLEF »

des accumulateurs au plomb. En circuit fermé, la différence de potentiel varie avec le débit demandé. La faible résistance intérieure et la dépoliarisation parfaite obtenue avec l'oxyde de cuivre donnent une alimentation, remarquable par sa constance, aux postes de T. S. F. Les Etablissements Louis Leffèvre construisent, pour le chauffage des filaments, des batteries de six ou sept éléments sui-

vant le nombre de lampes du poste que l'on veut alimenter. Ces batteries, grâce aux remarquables propriétés de la pile Wylef, permettent un temps d'écoute qui peut être prolongé sans arrêt, si cela était nécessaire, jusqu'à l'épuisement total de la charge, sans que, pour cela, la batterie accusât le moindre signe de défaillance dans son débit normal. Pour la tension-plaque, les batteries sont constituées par un certain nombre d'éléments groupés en série. Elles peuvent donner un débit constant pouvant atteindre pratiquement 60 milliampères, permettant d'alimenter des postes possédant jusqu'à vingt-cinq lampes. La durée de ces batteries est de plusieurs années et elles ne nécessitent aucun entretien pendant leur décharge. Lorsque la pile est épuisée, on sort du bac l'ensemble des électrodes, puis on retire l'aggloméré dépoliarisant que l'on régénère en le plaçant pendant quelques jours dans de la sciure de bois ou en le chauffant modérément pendant quelques heures.

Batteries « Isolair » Tudor

Ces batteries de tension-plaque sont constituées par deux, quatre ou six blocs de dix éléments chacun, donnant respectivement des tensions de 40,



BATTERIE « ISOLAIR » TUDOR

80 ou 120 volts. Chaque bloc est constitué par un récipient unique en verre à dix compartiments, dans lesquels sont montées les plaques, à raison de une positive et une négative par élément ; l'écartement entre plaques est maintenu par des nervures placées à l'intérieur de chaque compartiment. L'isolement entre chaque élément est obtenu en recouvrant de brai le couvercle placé au-dessus de la partie supérieure de chaque cloison et en noyant dans le brai les connexions d'élément à élément et les cloisons qui les séparent. Le récipient est en verre. Chaque bloc est séparé du voisin par des pastilles isolantes laissant entre chaque groupe une lame d'air de plusieurs millimètres qui évite les dérivations de groupe à groupe. Le remplissage de chaque élément et l'évacuation des gaz s'opèrent par de petites tubulures en porcelaine placées au milieu de chaque couvercle. La réserve de liquide est assez importante pour garantir contre la sulfatation la partie supérieure des plaques. Les blocs de dix éléments sont rendus

solidaires par un cadre métallique plombé. La batterie peut être facilement transportée, même chargée et remplie d'acide, grâce à une poignée amovible qui se fixe au cadre d'assemblage. La charge de la batterie est facilitée par des prises intermédiaires qui, normalement, sont prévues tous les 20 volts. Les connexions d'extrémité sont fortement plombées. Ces batteries ont une capacité de 1,5, 2 et 5 ampères-heure au régime lent ou de 1 à 3,5 ampères-heure au régime de décharge en dix heures. Leur régime normal de charge varie de 0,7 à 0,2 ampère-heure.

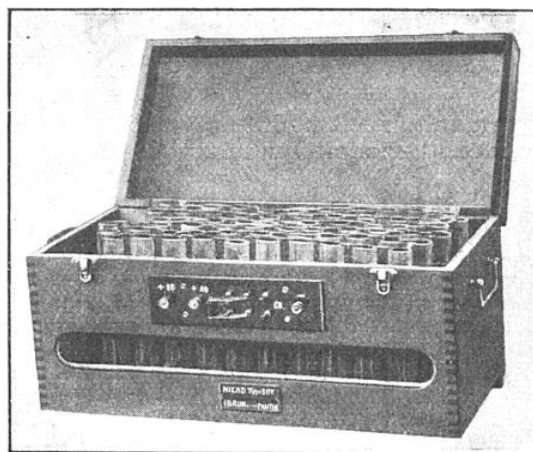
Les piles « Hydra »

Dans toutes les piles au bioxyde de manganèse et au sel ammoniac, le dépolarisant joue un rôle essentiel. La pile « Hydra » bénéficie, à ce point de vue, d'une découverte faite par des chimistes étrangers qui lui présentèrent un charbon spécial extrêmement divisé, en demandant à ses ingénieurs de le soumettre à des essais en vue de déterminer l'aide que ce charbon peut apporter au bioxyde de manganèse dans son action de dépolarisation. Les essais ont été parfaitement concluants et les piles « Hydra » utilisant ce charbon ont donné les résultats les plus concluants. Ces résultats n'ont pu, d'ailleurs, être constatés qu'après des expériences pratiques de longue durée. C'est alors que la fabrication a été entreprise. Toutefois les constructeurs ont éprouvé de grandes difficultés pour s'approvisionner en ce nouveau produit qui, pendant un certain temps, a fait défaut sur le marché. Sa fabrication comporte, en effet, de grands dangers, car elle consiste à faire déposer du noir de fumée par de l'acétylène brûlant en vase clos. Les dangers de manipulation ont pu être évités grâce à une technique spéciale et, désormais, le noir d'acétylène entre dans la fabrication des piles « Hydra », comme dans celle de toutes les bonnes piles. Cependant il convient de dire que l'introduction de ce dépolarisant dans une fabrication ne suffit pas à l'améliorer ; il faut encore l'utiliser judicieusement et rationnellement, pour en obtenir le maximum d'effets. En dehors des batteries tension-plaque, dont certaines comportent une pile de

polarisation de grille, dite « bloc économiseur Hydra », il a été établi des piles à liquide à grande capacité pour le chauffage des filaments. Comme le chauffage s'effectue aux environs de 4 volts, on utilisera trois éléments en série, donnant un total de 4 v 5, l'excès de tension étant absorbé par le rhéostat du poste. Peu à peu, la tension des trois éléments diminuera ; au moment où elle sera devenue insuffisante, on ajoutera un quatrième élément neuf à la batterie.

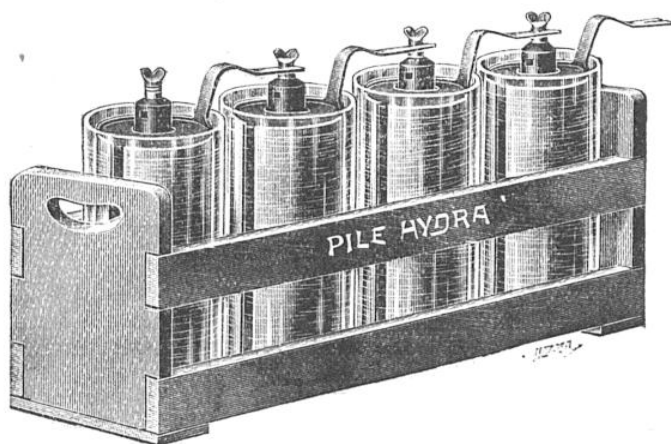
Batterie « Nicad » de tension-plaque au fer-nickel

L'accumulateur au fer-nickel, ou à électrolyte alcalin, a pris depuis quelques années un développement considérable à cause de sa robustesse et de



BATTERIE D'ACCUMULATEURS DE 80 VOLTS AU FER-NICKEL « NICAD »

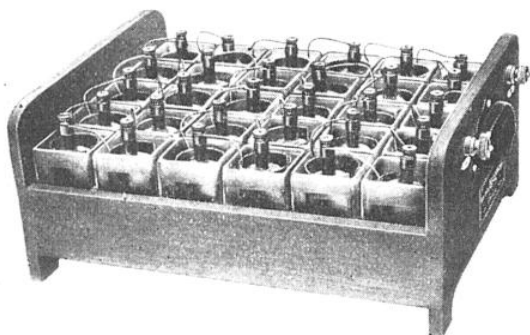
ses qualités au point de vue électrique. Chaque élément comprend une plaque positive, une plaque négative, des séparateurs, un bac en verre et l'électrolyte. Les plaques sont constituées par un sachet en tôle d'acier finement perforée, dans lequel se trouve fortement comprimée la matière active. Une connexion en acier nickelé relie la pochette positive d'un élément à la négative de l'autre, de sorte que l'ensemble des deux forme un « cavalier ». Des anneaux séparateurs en caoutchouc spécial isolent les deux plaques d'un élément. L'électrolyte est constitué par une solution de potasse chimiquement pure à 30 %. A la partie avant du coffret, se trouvent les bornes et un inverseur permettant la décharge sous la tension totale (80 ou 120 volts) et la charge sous une tension moitié. L'accumulateur au fer-nickel ne se sulfat pas, il conserve sa charge au repos, il peut être rechargé très rapidement, il est insensible aux charges ou décharges brutales, aux courts-circuits et même aux inversions. Son entretien se réduit à des adjonctions d'eau distillée.



BATTERIE DE CHAUFFAGE A LIQUIDE BTH 4 « HYDRA »

Les piles « Leclanché »

Rappelons que pour obtenir le meilleur rendement d'une batterie de piles, il faut proportionner cette batterie au travail qu'elle aura à fournir, lequel dépend du nombre et de la nature des lampes à alimenter tant au chauffage qu'à la tension-



BATTERIE « LECLANCHÉ » A 30 ÉLÉMENTS LIQUIDES. TENSION DE DÉBUT 40-45 VOLTS

plaque. Si la batterie est insuffisante, elle débite trop et s'épuise très rapidement. Ainsi un poste à 4 lampes ordinaires exige un débit de 10 milliam-pères ; un poste à 5 lampes ordinaires ou 2 lampes ordinaires et une de puissance exige 15 milliam-pères ; un poste à 6 lampes ordinaires ou 4 lampes ordinaires, dont une de puissance, exigera 20 mil-liampères et les postes à 7 ou 8 lampes, dont une de puissance, 30 milliam-pères. Les établissements Leclanché ont établi les quatre types de batteries qui permettent le choix judicieux d'après l'im-portance du poste. On trouve là, d'ailleurs, diffé-rents types de piles. Les piles sèches « Self-Rege-ner » possèdent cette propriété de ne pas voir leur résistance intérieure s'accroître au cours de la dé-charge. La dépolarisation se trouve ainsi portée à son maximum, et les reprises de voltage consé-cutives aux périodes de repos offrent bien le carac-tère d'une régénération efficace et durable. La capacité serait doublée. Pour le chauffage des filaments, deux types de batteries ont été construits :

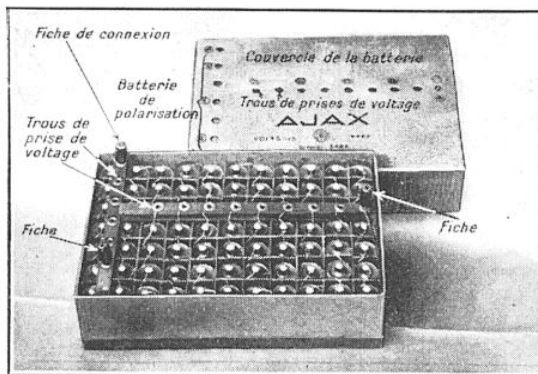


BATTERIE « LECLANCHÉ » 90 VOLTS

pour 1 à 2 lampes et pour 3 ou 4 lampes, dont une de puissance. Pour la tension-plaque, on peut employer des batteries à éléments liquides, dont chaque élément peut être nettoyé et remis en état isolément.

La pile « Ajax »

C'est une batterie spéciale pour lampe Loewe, qui comprend une batterie de polarisation de 3 à 9 volts et une batterie de plaque de 25

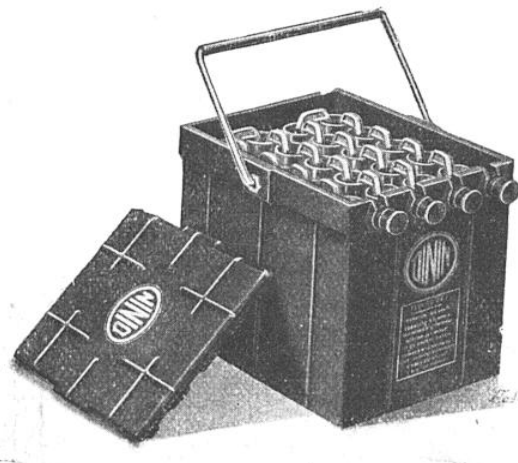


BATTERIE DE PILES « AJAX »

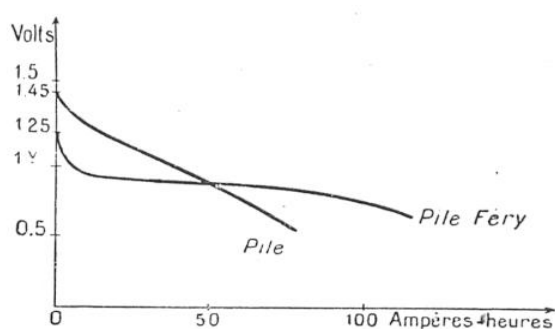
à 115 volts. Tous les éléments de cette batterie sont constitués avec un mélange spécial, qui est l'ap-plication d'une nouvelle formule des établisse-ments Vve P. Delafon et C^{ie}.

Les accumulateurs « Dinin »

La Société des Accumulateurs Électriques fabrique, dans ses vastes usines de Nanterre, toute une série d'accumulateurs de modèles différents, depuis les grosses batteries industrielles, jusqu'aux petits éléments utilisés pour l'alimentation de la tension-plaque des lampes à trois électrodes employées en T. S. F. La photographie ci-dessous représente une batterie 40 volts, 1,5 ampère-heure.



BATTERIE DE TENSION « DININ-RADIO » TYPE 20 B VI, 40 VOLTS, 1,5 AMPÈRE-HEURE (AU RÉGIME DE DÉCHARGE EN 10 HEURES). LES ÉLÉMENTS CONTENUS DANS DES TUBES EN VERRE SONT DÉMONTABLES ET SONT LOGÉS DANS UN BAC EN MATIÈRE MOULÉE, MUNI D'UN COUVERCLE ET D'UNE POIGNÉE



LE RÉGIME DE DÉCHARGE DE LA PILE FÉRY COMPARÉ A CELUI D'UNE PILE ORDINAIRE

conviennent tout à fait en raison de la faible intensité nécessaire.

Les constructeurs établissent des batteries qui répondent à tous les besoins et dont la durée est très grande. Ainsi certaines batteries à liquide libre peuvent durer une année et plus sans qu'il soit nécessaire d'y toucher. Il existe encore des batteries à liquide immobilisé dans lesquelles les éléments sont interchangeables ; dès que l'un d'eux cesse de fonctionner normalement, on le remplace par un élément neuf. La batterie se régénère ainsi peu à peu sans entraîner une dépense importante.

Ajoutons enfin que les piles sèches sont également utilisées pour supprimer le courant de grille des lampes amplificatrices basse fréquence, en reliant ces grilles au pôle négatif de la pile.

Depuis l'apparition des lampes à faible consommation (0,06 ampère au lieu des 7/10^e d'ampère que consomment les lampes ordinaires), l'emploi des piles pour le chauffage est devenu plus avantageux. Ainsi, dans de telles conditions, un appareil à 5 lampes ne consommerait que 0,30 ampère au lieu de 3,5 ampères avec les lampes ordinaires.

Les nouveaux dépolarisants ont permis d'augmenter la durée des piles qui dépend aussi et surtout de l'expérience du sans-filiste (établir la concordance entre le débit de la batterie et la consommation des lampes).

Accumulateurs

Un accumulateur est une pile à polarisation, qui transforme de l'énergie électrique en énergie chimique pendant la charge, et présente le phénomène inverse pendant la décharge en transformant l'énergie chimique en énergie électrique. Les énergies absorbées et rendues s'expriment en watts-heure et la *capacité* qui représente la quantité d'électricité restituée à la décharge, s'exprime en ampères-heure. Si un élément fournit un

ampère pendant vingt heures, sa capacité est de 20 ampères-heure.

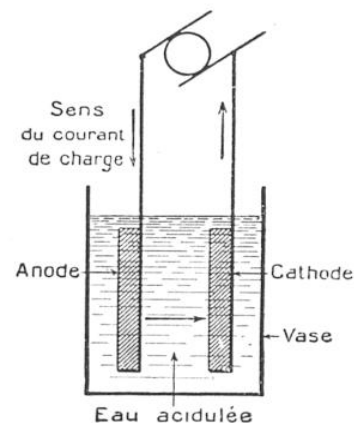
Les accumulateurs constituent le mode d'alimentation idéal d'un poste récepteur

On a défini l'accumulateur, une pile secondaire. Il ne fabrique pas de courant comme la pile, mais il en reçoit et le rend ensuite selon les besoins.

En principe, il est constitué par deux lames de plomb plongeant dans une solution acidulée. Pour la charge, on réunit ces lames à une source de courant continu. A ce moment, un courant passe de l'une à l'autre électrode, et l'anode se recouvre d'oxygène, tandis que la cathode reçoit une enveloppe d'hydrogène.

En construction, on recouvre les électrodes d'une légère couche d'oxyde de plomb. Cet oxyde est réduit par l'hydrogène de la cathode, et il se forme autour de celle-ci du plomb spongieux ayant tout à fait l'aspect du plomb ordinaire. Quant à l'anode, son oxyde se transforme en bioxyde, sous l'action de l'oxygène, et la plaque prend un aspect brun marron. Lorsque l'accumulateur est en décharge, le double phénomène inverse se produit ; le courant électrolyse l'acide sulfurique, et l'hydrogène, se portant sur la plaque positive, la débarrasse d'une partie de son oxygène, pour ramener le bioxyde à l'état d'oxyde, tandis que, sur la plaque négative, l'oxygène, attaquant le plomb spongieux, reconstitue l'oxyde.

En réalité, pendant la décharge sous l'action de l'acide, le bioxyde et le plomb spongieux passent à l'état de sulfate de plomb recouvrant les deux électrodes, tandis que, pendant la charge, le sulfate se transforme en bioxyde de plomb sur l'anode et en plomb spongieux sur la cathode. Ce phénomène est appelé la *sulfatation*. Il faut en tenir le plus grand compte, afin que la réduction du sulfate qui recouvre les plaques soit totale pendant la charge. Nous revien-



PRINCIPE DE L'ACCUMULATEUR

drons sur ce sujet en étudiant les soins à donner aux accumulateurs.

On construit actuellement des accumulateurs type Faure, dont les plaques de plomb servent de support à un oxyde de plomb obtenu artificiellement (minium ou litharge), qui a rendu l'accumulateur réellement pratique.

Les accumulateurs fer-nickel, inventés par Edison, ont leurs électrodes positives constituées par de l'hydroxyde de nickel et les électrodes négatives par du fer chimiquement pur. Le liquide est une dissolution de potasse et la tension varie de 1,2 volts à 1,7 volt.

On peut dire qu'un accumulateur est une petite usine électro-chimique. Quand on lui donne du courant, les matières qui la constituent, s'accumulent sur chaque électrode ; mais elles tendent constamment à se recombiner en restituant le courant qui a servi à les former. On dit qu'il naît à l'intérieur de l'accumulateur, une force électromotrice de charge. Tant que l'accumulateur est en charge, la force électromotrice extérieure étant supérieure à celle de l'intérieur, l'appareil accumule de l'électricité ; lorsque les deux forces antagonistes s'équilibrent, l'accumulateur est chargé, et si on continue à vouloir ajouter du courant, il se produit un dégagement de bulles d'oxygène et d'hydrogène ; on dit que l'accu bouillonne.

Pendant la charge, la concentration de l'acide sulfurique augmente ; la force électromotrice de l'accumulateur augmente également, et atteint généralement 2,5 volts. Pendant la décharge, le phénomène inverse se produit, puisque l'acide forme du sulfate avec le plomb, et la force électromotrice baisse. Un accumulateur ne doit jamais être déchargé au-dessous de 1,8 volts par élément. Les opérations de charge et de décharge s'effectuent toujours à un régime lent, ainsi que nous le verrons plus loin.

Les variations d'acidité de la solution déterminent des variations correspondantes de la résistance intérieure de l'accumulateur, qui dépend encore de la distance entre les électrodes et de la nature des séparateurs. On se rend compte également que, pendant la charge, la résistance intérieure diminue, tandis qu'elle augmente pendant la décharge. Ce phénomène explique pourquoi, pendant la décharge, la différence de potentiel diminue lentement. Cependant, à partir de 1,9 volt, elle devient beaucoup plus rapide ; c'est pourquoi il y a lieu d'arrêter la décharge à 1,8 volt au plus bas.

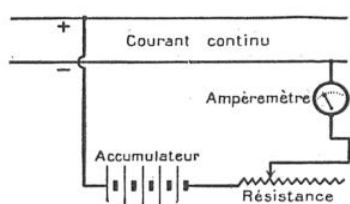
Le temps qui s'écoule entre le moment où l'accumulateur chargé à 2,5 volts se retrouve

à 1,8 volt, représente la capacité pratique de l'appareil, qui se mesure en ampères-heure. Ainsi, un accumulateur destiné au chauffage de filaments, et dont la capacité est de 40 ampères-heure, sera capable d'alimenter ces filaments à raison de 4 ampères pendant dix heures. Bien entendu, si l'accumulateur doit fournir 5 ampères-heure, la durée du chauffage diminuera, de même qu'elle augmentera dans le cas contraire. C'est pourquoi les batteries de chauffage doivent être fréquemment chargées, tandis que les batteries de tension-plaque, qui débitent quelques millièmes d'ampère, sont rechargées beaucoup moins fréquemment.

On utilise habituellement des batteries de 4 volts pour le chauffage et de 80 volts pour la tension-plaque. Si on a besoin de 6 volts au chauffage, on ajoute un élément en série aux deux éléments de la batterie de 4 volts. On peut également porter à 120 volts la batterie de plaques, en ajoutant, toujours en série, une batterie de 40 volts à celle de 80. Donc, on augmente la force électromotrice d'une batterie en associant les accus en série ; si on les groupe en parallèle, le voltage reste le même, quel que soit le nombre des éléments, mais la capacité est égale à celle de tous les éléments réunis : 20 accus de 3 ampères-heure donnent, en parallèle, $20 \times 3 = 60$ ampères-heure.

La durée de décharge d'une batterie de chauffage dépend du nombre de lampes à alimenter et de la consommation de chacune de ces lampes, qui sont toujours installées en parallèle. Ainsi 3 lampes, qui consomment 0,7 ampère-heure chacune, exigeront 2,1 ampères-heure ; on utilisera une batterie d'une capacité de 30 ampères-heure, qui durera $\frac{30}{2,1} = 14$ heures environ. Comme le courant de charge peut être supérieur au courant de décharge, le temps de charge sera plus court dans ce cas que la période de l'utilisation. Théoriquement, on peut considérer que l'accumulateur doit recevoir autant d'ampères-heure qu'il en a fourni ; en réalité, le rendement d'un accumulateur n'est pas 100 %, il absorbe toujours plus qu'il ne rend. Le courant de charge ne doit jamais dépasser *en ampères* $1/10^e$ de la valeur de la capacité de l'accumulateur en ampères-heure, sous peine de détérioration rapide. Un accumulateur de 30 ampères-heure ne doit jamais recevoir (ou débiter) un courant supérieur à 3 ampères.

Pour ce qui concerne les batteries de tension-plaques, le problème est différent, puisque les plaques consomment à peine



PRINCIPE DE LA CHARGE
DES ACCUMULATEURS PAR
LE COURANT CONTINU

même de 0,75. La recharge s'effectuera à raison de 1/10^e d'ampère-heure et durera environ dix heures. Mais la batterie n'aura besoin d'être rechargée que beaucoup plus rarement que la première.

De tout ceci, il résulte, pour l'amateur isolé de toute source industrielle de courant, qu'il a tout avantage à utiliser une batterie de piles sèches ou de piles humides pour sa tension-plaque. Pour l'alimentation des filaments, il emploiera, de préférence, une batterie d'accumulateurs de 2 éléments, d'une capacité de 10 ampères-heure, qu'il pourra recharger à l'aide de piles à grand débit. Les meilleures piles sont celles à régénération par l'oxygène de l'air (type pile Féry).

Enfin, il est possible de chauffer directement le filament en utilisant une pile thermo-électrique. Nos lecteurs connaissent ces générateurs de courant constitués, en principe, par un certain nombre d'éléments faits, chacun, de deux métaux différents reliés par une soudure. En utilisant un grand nombre de ces éléments et en chauffant les soudures de même parité, on constitue une pile thermo-électrique d'un rendement suffisant pour assurer le chauffage des filaments. Pour chauffer les soudures, on peut utiliser le gaz ou même l'essence, ainsi que l'ont réalisé les établissements Hervor. Nous reviendrons plus loin sur ces appareils, également utilisables par les amateurs ayant le réseau alternatif à leur disposition et qui peut être utilisé au chauffage des couples.

Le courant continu, fourni par un secteur d'éclairage, peut être utilisé de différentes manières pour alimenter un poste récepteur

Le courant continu du secteur ne doit jamais être employé directement pour alimenter un poste, soit comme courant de chauffage, soit comme courant d'alimentation-plaque, même en intercalant des résistances convenables sur son passage avant l'entrée du poste, parce qu'aucun

3 millis pour les H. F. et détectrices et 5 millis pour les B. F. par lampe. Les 80 volts seront obtenus avec 40 éléments d'une capacité totale de 1 ampère-heure ou

réseau ne fournit un courant à une tension rigoureusement constante à tous les instants. On constate, en effet, des variations fréquentes de 10 à 15 volts, en plus ou en moins selon que les heures de la journée correspondent à des périodes de grande ou de faible consommation sur le réseau. De plus, sur un réseau à 110 volts, par exemple, la tension sera de 115 volts chez les usagers situés près de la sous-station de distribution et de 90 ou 95 volts chez ceux qui en sont très éloignés. Il est vrai que l'on peut prévoir en série avec les lampes des résistances de fer dans l'hydrogène.

Mais on peut recommander l'emploi d'accumulateurs que l'on chargera très facilement par ce courant. Les amateurs ainsi desservis sont, pour cette raison, les plus favorisés.

Le procédé est très simple. On intercale en dérivation sur le secteur continu, comme le montre notre schéma, un ampèremètre, une résistance et la batterie d'accus. Au moyen de la résistance, qui peut être constituée par des lampes à incandescence, on règle la charge qui doit toujours être égale, au maximum, au dixième de la capacité totale de l'accumulateur.

Il est même préférable de charger toujours au-dessous de ce dixième. Pour la charge des accus de 4 volts avec du courant à 110 volts, on peut employer une résistance fixe de 35 ohms, constituée par un fil de maillechort

ou de constantan, de diamètre suffisant pour laisser passer un courant de charge de plusieurs ampères sans un échauffement appréciable. Ajoutons que le rendement d'une telle installation est très mauvais, la plus grande partie du courant du secteur étant employée à chauffer les résistances; mais on peut réduire la dépense en profitant des périodes d'éclairage de la pièce où on se trouve. Nous donnons le schéma d'un tableau de charge

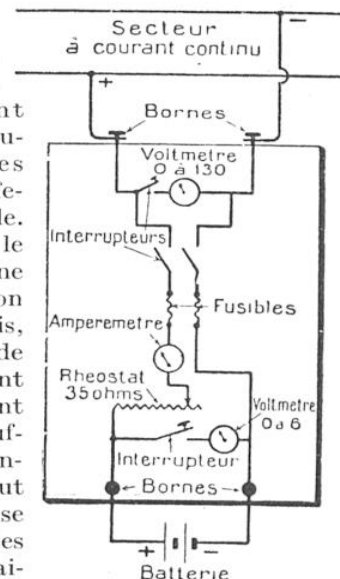
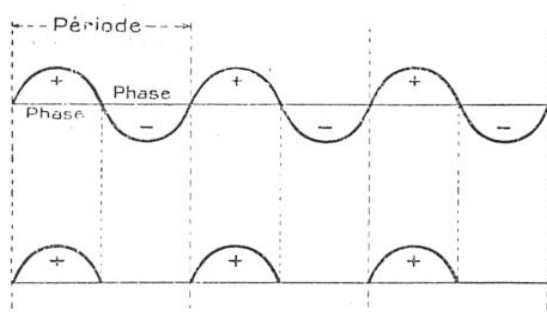


TABLEAU DE CHARGE
D'UNE BATTERIE DE
CHAUFFAGE PAR LE COURANT CONTINU



LA SUPPRESSION DE LA PHASE NÉGATIVE DONNE UN COURANT CONSTITUÉ EXCLUSIVEMENT PAR DES PHASES POSITIVES. CE N'EST PAS DU COURANT CONTINU, C'EST DU COURANT HACHÉ

sur continu pour la batterie de 4 volts. De même, il est possible de placer la batterie à charger en série avec l'installation d'éclairage. De cette façon, on peut procéder à la charge pendant que les lampes donnent leur lumière, sans entraîner, par conséquent, des dépenses supplémentaires (1).

Il est évident que, dans ce cas, la durée de charge sera fonction de la consommation de l'installation. Recommandons encore de bien noter la polarité des bornes de jonction avec la batterie d'accumulateurs.

Pour charger une batterie de 80 volts, le problème est quelque peu différent, en raison de la faible intensité du courant de charge, qui ne doit pas dépasser 100 milliampères. Ici, la résistance devra pouvoir varier de 100 ohms à 33 ohms ; elle sera constituée par du fil de constantan de 3 à 4/10^e de millimètre de diamètre. Ces résistances sont, d'ailleurs, faciles à construire en enroulant le fil sur une carcasse isolante ; un curseur permettra le réglage.

Pratiquement, voici les règles à observer pour la recharge sur continu :

Pour une batterie de 1 ampère-heure à recharger avec du courant de 110 volts ou 220 volts, on emploiera une lampe monowatt de 5 bougies et une de 16 bougies pour une batterie de 3 ampères-heure.

Les accumulateurs demandent à être chargés assez fréquemment, surtout ceux de la batterie de chauffage. C'est pourquoi leur usage semblerait limité aux postes qui ont à leur disposition un courant de réseau.

On a recommandé la construction d'une pile à grand débit pour la recharge des accu. C'est un pis aller. Il faut compter trois éléments branchés en série pour chaque élément de l'accumulateur.

(1) Voir le n° 92 de *La Science et la Vie*, pages 166 et 167.

La recharge des accumulateurs par le courant alternatif

La plupart des réseaux de lumière distribuent du courant alternatif, de 32, 40 ou 50 périodes par seconde, c'est-à-dire que, chaque seconde, le courant change 64, 80 ou 100 fois de sens.

On dit que le courant est constitué par deux alternances, l'une positive, l'autre négative. La durée de ces deux alternances constitue une période. Par conséquent, un courant à 50 périodes se compose de 50 alternances positives et 50 négatives.

On comprend que la recharge directe d'un accumulateur par un tel courant soit impossible, car, en raison même de la théorie de l'accumulateur, le courant absorbé, pendant la période positive, serait immédiatement rendu au réseau pendant la période négative, et l'accumulateur resterait constamment vide.

Il a donc fallu recourir à des procédés qui permettent de supprimer la phase négative. Le courant ainsi présenté n'est pas du courant continu, mais il devient un courant positif ondulé, et il peut alors être absorbé sous cette forme par l'accumulateur.

Les procédés qui permettent cette transformation du courant sont très nombreux, et le choix n'est pas sans embarrasser l'amateur non averti. Nous allons étudier ceux que nous proposent les constructeurs. Ils peuvent être classés en quatre catégories :

Les redresseurs mécaniques ;

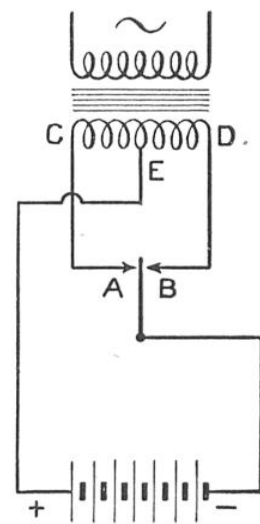
Les valves à gaz rares ;

Les soupapes électrolytiques ;

Les soupapes colloïdales.

Les convertisseurs et redresseurs mécaniques

Ces appareils sont, soit des groupes moteur dynamo, soit des redresseurs à contact vibrant ou rotatifs. Nous donnons ci-dessous une description du groupe convertisseur Guernet, qui réalise la charge simultanée des accumulateurs de

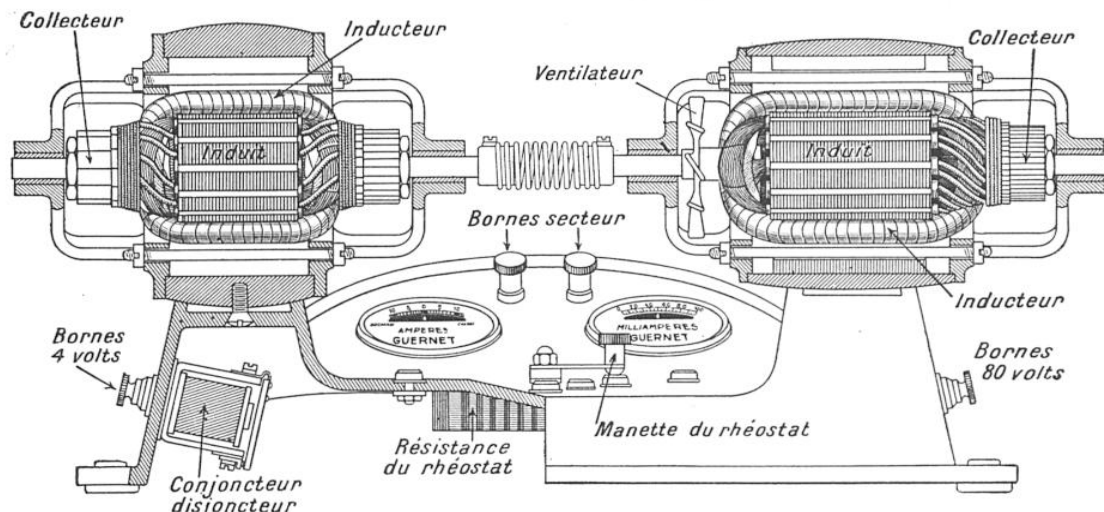


REDRESSEUR A CONTACT VIBRANT (GENRE LINDET). IL REDRESSE LES DEUX PHASES DU COURANT ALTERNATIF

Le convertisseur « Guernet »

Les convertisseurs sont les appareils les plus simples et les plus classiques pour la charge des accumulateurs. Il n'entre dans leur construction aucun élément qui puisse être sujet à caution. Malheureusement leur prix, relativement élevé,

Il comporte donc un collecteur et un montage série, ce qui signifie que le courant passe d'abord dans l'inducteur avant de passer dans l'induit. Le type est dit à deux pôles, c'est-à-dire à deux bobines d'excitation montées elles-mêmes en série. Les



COUPE PAR LA DYNAMO ET LE MOTEUR DU CONVERTISSEUR « GUERNET »

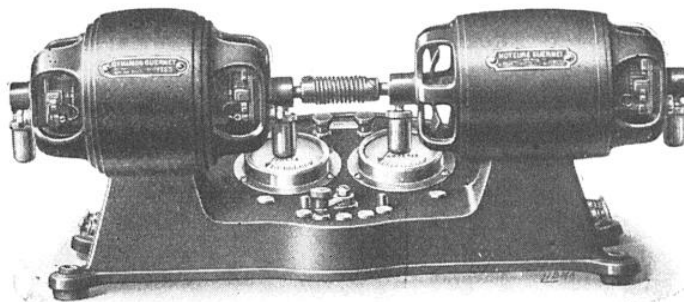
éloigne les amateurs. Cependant la fabrication française a fait un gros effort, au cours de ces dernières années, pour donner satisfaction aux sansfilistes en établissant des groupes convertisseurs de très faible puissance et munis, sous un très petit volume, de tous les appareils indispensables à leur fonctionnement régulier. C'est là une question très importante à l'heure où l'alimentation des postes est plus que jamais à l'ordre du jour.

Voici comment est constitué le groupe convertisseur « Guernet ». Il comporte un moteur qui actionne une dynamo productrice du courant demandé par le consommateur. Les puissances nécessaires en T. S. F. sont extrêmement faibles aussi celle du moteur oscille-t-elle autour de 1/10 à

1/8 de cheval; la consommation sur 110 volts est minime et le moteur peut être branché sur une prise quelconque, voire même une simple douille de lumière. Il est toujours du type universel, afin de pouvoir fonctionner indifféremment sur du courant continu ou du courant alternatif; il supporte, sans inconvénient, les sautes de voltage fréquentes sur certains secteurs.

inducteurs et les induits sont toujours construits avec de la tôle feuilletée pour éviter les courants de Foucault du courant alternatif. L'induit est bobiné à la main, car, pour obtenir un bon rendement, les encoches doivent être remplies avec un bobinage aussi serré que possible. Un ventilateur assure le refroidissement. La génératrice peut fournir le 4 et le 80 volts nécessaires à la recharge des accumulateurs de T. S. F. Pour obtenir ces

deux voltages sur une même génératrice, le procédé classique consiste à utiliser un induit à double enroulement et double collecteur. Les inducteurs sont communs et l'excitation est prise sur le côté collecteur 4 volts. L'enroulement 80 volts se trouve donc solidaire du côté 4 volts. Contraire-



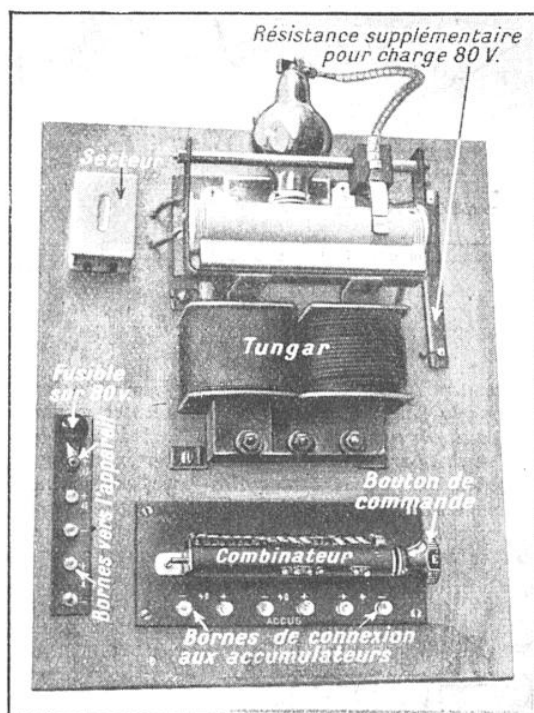
LE GROUPE CONVERTISSEUR « GUERNET »

ment au moteur, dont les inducteurs sont montés série, les inducteurs de la dynamo sont toujours montés shunt, de sorte que l'excitation en marche est régularisée par le voltage des accumulateurs que l'on recharge. Les deux machines sont reliées l'une à l'autre par un accouplement souple. Des conjoncteurs disjoncteurs empêchent les accumulateurs de se décharger dans la dynamo à l'arrêt.

On peut donc établir les liaisons accus-convertisseur une fois pour toutes en maintenant également celles entre les accus et le poste. Un ampèremètre et un milliampèremètre permettent de vérifier le débit que peut faire varier un rhéostat de réglage. Des graisseurs assurent la lubrification des paliers.

Le combinateur automatique « Grillet » sur tableau de charge avec Tungar

C'est un tableau de charge pour accus 4 et 80 volts, avec deux bornes pour la liaison sur le secteur ; une borne commune négative, une borne 7 v 5 et une borne 50 volts. Il peut être également établi pour accus de 4 ou 6 volts et 120, 160 ou 200 volts. Comme le Tungar donne normalement

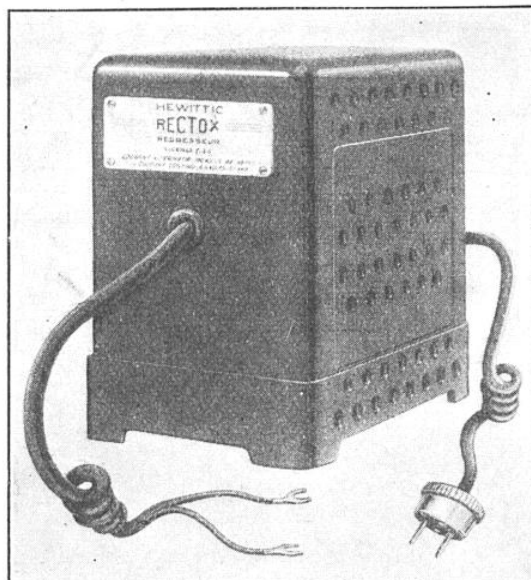


TABEAU DE CHARGE « GRILLET »

50 volts, on charge la batterie de 80 volts en la séparant en deux batteries de 40 volts, que l'on met en parallèle ; on les rétablit normalement en série pour le fonctionnement avec 80 volts sur le récepteur. Mais tous ces changements se font automatiquement avec le combinateur « Grillet ». Les batteries de 4 volts sont chargées normalement sous 2 ampères environ ; ce régime ne doit jamais être dépassé. On règle le curseur du rhéostat en conséquence. La durée de la charge sera de dix à quinze heures pour une batterie de 20 ampères-heure, de vingt à trente heures pour une batterie de 40 ampères-heure, de trente à quarante heures pour une batterie de 60 ampères-heure. Pour la charge des 80 volts, qui ne doit généralement pas dépasser de 0,05 à 0,10 ampère, une résistance fixe est prévue pour ramener à cette valeur l'in-

tensité de la charge. La conduite du combinateur est extrêmement simple, puisqu'il suffit de tourner le bouton à trois positions : écoute, charge 4 v, charge 80 v, pour réaliser les connexions convenables.

Le « Rectox »



LE REDRESSEUR DE COURANT « RECTOX »

Ce redresseur est basé sur le principe que nous avons exposé dans notre numéro de janvier dernier. Les éléments sont constitués par des disques de cuivre dont l'une des faces est oxydée. Ces redresseurs donnent d'excellents résultats.

Le redresseur « Oxymétal Hervor »

Ce redresseur forme un bloc compact et robuste, d'un montage facile en raison de ses petites dimensions. L'élément redresseur est simplement constitué par une rondelle de cuivre oxydée sur une de ses faces, et l'action redressante est due à un phénomène électronique qui se produit à l'intérieur même de la rondelle, à la surface de séparation du cuivre et de l'oxyde. Tous les éléments constituant le redresseur sont fixés sur une tige d'assemblage. Des ailettes de refroidissement sont fixées sur la face de la rondelle non oxydée, et la face oxydée repose sur une rondelle de plomb. Ce redresseur a un rendement moyen supérieur à 60 %.



LE REDRESSEUR « OXYMÉTAL HERVOR »

80 volts et de 4 ou 6 volts. [Le moteur, d'une puissance de 1/12^e de cheval, travaille sur le réseau de 110 ou 125 volts, alternatif ou continu.

En principe, les redresseurs ne transforment jamais le courant alternatif en un courant rigoureusement continu. Mais il est possible, pour réaliser la recharge des accumulateurs, de supprimer la phase négative du courant alternatif pour ne conserver que la phase positive. On obtient, alors, une série de courants toujours de même sens, hachés d'interruptions de même durée que celle de chaque courant. Ainsi, du courant alternatif à 50 périodes pourra donner, par seconde, 50 courants positifs, séparés par 50 intervalles vides qui représentent les 50 alternances négatives supprimées, comme l'indique le schéma ci-contre.

Ce courant pourra être utilisé pour la recharge des accumulateurs, puisque ceux-ci ayant absorbé l'alternance positive, ne pourront se décharger pendant le passage de l'alternance négative supprimée ; ils continueront donc à absorber toutes les alternances positives jusqu'à ce que leur charge complète soit atteinte.

On peut également redresser les deux alternances, mais il est préférable de charger avec du courant « haché », l'action chimique continuant pendant les interruptions. L'accu fatigue moins à la charge qui est plus profonde.

En principe, on peut supprimer l'alternance négative à l'aide d'un commutateur, qui coupera le circuit à la fin de chaque alternance positive, et le rétablira au commencement. Un tel commutateur ne peut être qu'automatique, en raison du nombre des interruptions qu'il faut réaliser par seconde (50 dans le cas de courant alternatif à 50 périodes).

On pourra obtenir ce résultat en employant un commutateur à contact vibrant, les mouvements de la palette étant obtenus à l'aide d'un aimant permanent associé à un électro-aimant et dont les polarités sont réglées de cette façon d'après les phases du courant alternatif. En reliant l'appareil au secondaire d'un transformateur de réduction de tension dont le primaire est parcouru

par le courant du réseau, on envoie dans l'accumulateur les seules phases positives du courant alternatif. Pour redresser les deux alternances, on utilisera un système semblable à celui que représente notre dessin schématique. On voit que, l'appareil étant réglé de manière que la palette soit sur *A*, lorsque le point *C* est à un potentiel positif par rapport à *E*, milieu de *CD*, l'alternance positive circulera du positif au négatif de la batterie ; et, lorsque la palette sera sur *B*, à l'alternance suivante, le courant circulera encore du + au —, le point *D* étant positif par rapport au point *E* du milieu du secondaire qui est neutre (fig. page 6).

Il existe encore des redresseurs mécaniques tournants, constitués, en principe, par un

cylindre portant des contacts et qui est entraîné, par un moteur synchrone, à une vitesse qui dépend de la fréquence du courant alternatif. Sur ce cylindre appuie un balai qui recueille seulement les alternances positives, lesquelles se présentent précisément au moment où les contacts du cylindre sont sous les balais et au mo-

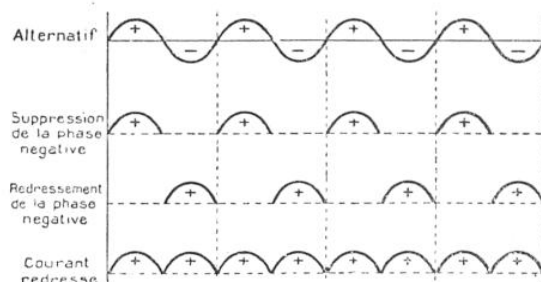
ment où la tension de charge est supérieure à la force électromotrice de l'accu.

Généralités sur les valves

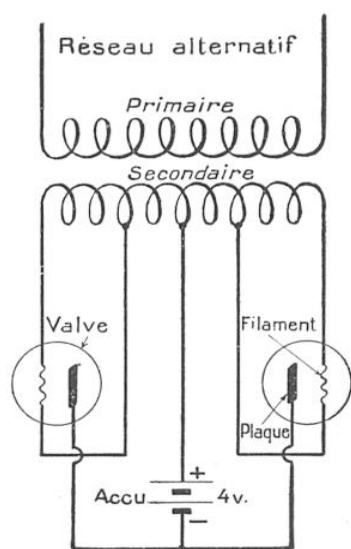
Nous allons pénétrer maintenant dans le domaine purement électrique, et montrer comment des organes statiques, inertes pour nos sens, sont capables d'opérer le fractionnement du courant alternatif, dont nous avons montré la réalisation possible par des moyens mécaniques.

Il est bien difficile à un amateur de T. S. F. de chercher sa voie parmi le flot de plus en plus abondant d'appareils statiques redresseurs du courant alternatif. Essayons de mettre un peu d'ordre dans cette nomenclature.

En principe, on les désigne tous sous le nom de valves : valves *électrochimiques*, valves à *gaz*, valves *électroniques*, valves *thermioniques*, valves *colloïdales*. D'autres fois, ce sont des redresseurs ; d'autres fois encore, des soupapes. Toutes ces désignations sont parfaitement exactes, mais il importait de définir nettement chaque type, afin de faire disparaître toutes les hésitations.



LE REDRESSEMENT DE LA PHASE NÉGATIVE
DONNE UN COURANT POSITIF, MAIS QUI N'EST
PAS RIGOREUSEMENT CONTINU



REDRESSEMENT DES DEUX PHASES DU COURANT PAR DEUX VALVES A ATMOSPHERE GAZEUSE

Les *valves électrochimiques* peuvent être classées en deux catégories : les soupapes — ou valves — électrolytiques et les soupapes — ou valves — à contact solide.

Les premières se prêtent au redressement de courants de faible tension. Si l'on fait passer le courant à redresser dans un bac électrolytique à deux électrodes de nature différente, l'une de ces électrodes se couvre

d'un corps isolant chaque fois que le courant passe dans un certain sens à travers le bac, on obtient une soupape qui fonctionne automatiquement. L'exemple classique est fourni par la soupape aluminium-plomb ou aluminium-fer, plongeant dans un électrolyte constitué par une solution de phosphate de soude, de borax, de bicarbonate de soude, ou, mieux, de borate d'ammoniaque. Cette soupape possède de nombreux inconvénients. Elle s'échauffe très vite, l'aluminium s'use et un dépôt se forme au fond du récipient. En plus, dès que la température atteint une certaine limite, le redressement cesse d'être parfait ; il devient nul à 60°.

L'avenir paraît réservé aux soupapes comportant un électrolyte d'acide sulfurique étendu (22° à 28° Baumé), contenant 10 % de sulfate ferreux, et dans lequel plongent une électrode en plomb et une autre en tantale (balkite) ou en silicium. L'électrolyte chauffe peu et continue, d'ailleurs, à fonctionner même avec un liquide très chaud. Le tantale et le silicium ne s'usent pratiquement jamais, et la soupape ne demande aucun entretien.

Mais on ne peut jamais redresser, avec ces appareils, que des courants à voltage assez bas : 10 à 20 volts.

Comme type de soupape électrochimique à contact solide, nous ne pouvons mieux choisir que le détecteur à galène. Malheureusement, il ne fait que laisser passer plus de

courant dans un sens que dans l'autre et n'accepte de se prêter à cette opération que si le courant est très faible. Il a été remplacé pratiquement par le *sulfotron*, que nous avons déjà décrit ici même (1) et qui est constitué, en principe, par une partie extérieure en aluminium, portant, à l'intérieur, un crayon de même métal, sur lequel appuie fortement un autre crayon de charbon. Un disque en sulfure de cuivre est placé entre ces deux crayons. Enfin, une membrane en caoutchouc entoure le tout et contient un liquide actif qui maintient la stabilité du sulfure. Il ne se produit ainsi aucun dégagement gazeux. Le courant passe du charbon au sulfure de cuivre, mais non du sulfure de cuivre au charbon.

Les *valves à gaz* sont basées sur ce principe que lorsqu'on fait passer une décharge électrique dans un gaz raréfié, on constate que le courant passe beaucoup plus facilement dans un sens que dans l'autre, si les électrodes amenant le courant ne sont pas symétriques ; en prenant des précautions spéciales, le courant ne passe plus que dans un sens pour un voltage convenable.

Sur ce principe est construite la valve de Villard pour les rayons X et le Raythéon, pour des tensions de l'ordre d'une centaine de volts. Le gaz utilisé est le néon ou l'hélium et la valve comporte trois électrodes qui permettent d'utiliser les deux alternances du courant.

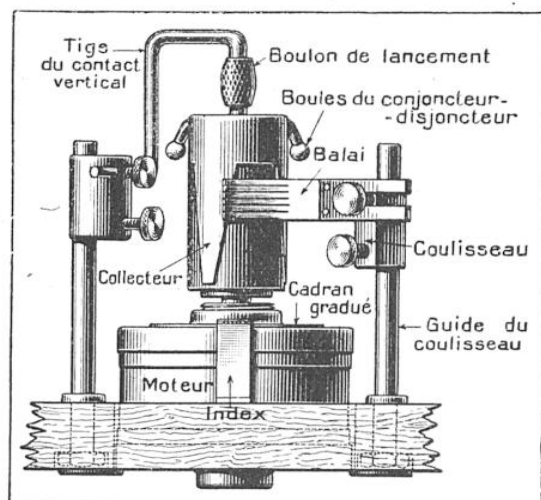
Les *valves électroniques*. Les faits suivants, trouvés par Edison et expliqués par Richardson, sont à la base des valves électroniques. Un filament de lampe porté à l'incandescence laisse échapper de l'électricité négative sous la forme d'électrons qui se dispersent dans tous les sens autour du filament, le vide ne présentant aucun obstacle à leur propagation. Si, dans la même ampoule — et par conséquent dans le vide, on introduit une plaque métallique chargée positivement, par rapport au filament, les électrons seront attirés par cette plaque. Un courant filament-plaque s'établit. Par contre, si la plaque est chargée négativement, les électrons sont repoussés et aucun courant ne peut plus passer. Le sens du courant est inverse du sens conventionnel (+ vers -).

Les redresseurs, basés sur ce principe, sont appelés simplement valves si l'intensité du courant redressé est faible ou très faible, comme dans la valve de Fleming, qui servait d'abord de détecteur ; on lui donne le nom de *kénotron* si les intensités redressées sont élevées. Les valves Fotos sont des valves électroniques.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 128.

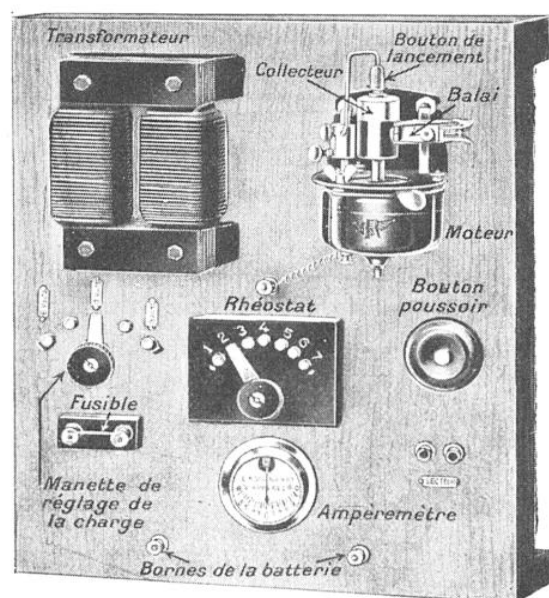
Le chargeur « Rosengart » à moteur synchrone

Dans cet appareil, le moteur synchrone entraîne le collecteur à lames ; le circuit se forme par contact entre ces lames et le balai. Le circuit de



LE CHARGEUR « ROSENGART »

charge est alimenté à travers le transformateur placé sur la gauche du tableau. Avant de brancher la batterie à charger, appuyer sur le bouton poussoir et regarder l'aiguille de l'ampèremètre qui indique la borne positive. La manette de réglage de la charge permet de charger 2 à 18 volts en portant cette manette sur l'un des plots 6 volts, 12 volts, 18 volts. On voit par là que ce chargeur peut être



ENSEMBLE DU TABLEAU « ROSENGART »

utilisé non seulement pour la recharge des batteries de chauffage, mais aussi pour celle des batteries industrielles, puisqu'il permet un débit de 8 ampères à la plus grande tension. De plus, son rendement élevé à 80 % en fait un appareil très économique. Il existe un modèle spécial pour la recharge des batteries de 80 volts. Pour que le collecteur remplisse bien l'office qu'on lui demande, il faut que sa vitesse de rotation soit dans un rapport défini avec la fréquence du courant à redresser. C'est pourquoi on le monte sur l'arbre d'un moteur synchrone, dont la vitesse est précisément fonction de la fréquence. Les dents constituent la partie utile du collecteur. Le contact est assuré par le frottement d'un ou plusieurs balais. La partie comprise entre ces dents peut être en matière isolante ou métallique et conductrice, à condition d'être convenablement isolée de la partie utile constituée par les dents. Pour avoir le meilleur rendement, il est bon que la correspondance entre le profil de la denture du collecteur et la forme de la courbe sinusoïdale soit exacte ; mais, pour des raisons de facilité d'usinage et d'abaissement de prix de revient, on est amené à donner simplement aux dents une forme polygonale convenable.

Les valves thermioniques. Si, dans une valve électronique, on introduit un gaz convenable, par exemple de l'argon, à une pression convenable, un nouveau phénomène peut se produire. Lorsque la plaque est positive par rapport au filament, les électrons, qui s'échappent de ce dernier pour aller à la plaque, rencontrent les molécules du gaz interposé et les brisent en morceaux de molécules électrisés qui sont des ions chargés positivement. Un courant ionique, véritable arc électrique, s'allume entre les électrodes, arc qui peut laisser passer des ampères, et qui s'éteint lorsque la plaque devient négative par rapport au filament, pour s'allumer de nouveau si la plaque devient positive. Bien entendu, il faut que la tension entre plaque et filament ne soit ni trop grande (on obtient alors un arc persistant) ni trop petite (l'arc ne s'allume pas).

Une valve à argon avec filament de tungstène convient pour la charge des batteries d'accumulateurs ne dépassant pas 80 volts.

L'alimentation des postes de T. S. F. est une question dont l'importance est primordiale pour tous les sans-filistes. Nous avons examiné dans cet article, tout d'abord, l'alimentation par piles et accumulateurs, la recharge des accumulateurs par le courant de secteur, soit au moyen de convertisseurs rotatifs, soit au moyen de valves.

Nous examinerons ultérieurement les soupapes électrolytiques et l'alimentation directe sur les différents secteurs, qui constitue l'une des parties capitales de notre vaste étude.

RENÉ DONCIÈRES.

LA T. S. F. ET LES CONSTRUCTEURS

L'archet et le violon

CHACUN sait, aujourd'hui, que, pour avoir de bonnes auditions radiophoniques, il est indispensable d'avoir un bon poste, et qu'il faut y mettre le prix. Aussi ne considère-t-on plus, maintenant, comme un luxe réservé aux milliardaires, le superhétérodyne à six ou sept lampes.

Mais, chose curieuse, tel qui n'hésitera pas à faire la dépense d'un poste de marque, marchande, hésite et lésine quand il s'agit d'acquérir un haut-parleur.

Est-il rien de plus prodigieusement illogique ?

Que penserait-on d'un virtuose qui se servirait d'un archet de Tourte ou de Voirin pour jouer un violon de pacotille ?

Or le poste n'est-il pas, en quelque sorte, l'archet qui sert à faire vibrer l'instrument de musique qu'est le haut-parleur ?

Qu'on le veuille ou non, un haut-parleur n'est, en effet, pas autre chose qu'un instrument de musique. Mais quel instrument ?

Somme toute, un Stradivarius, si merveilleux soit-il, n'est jamais qu'un violon.

Un haut-parleur, lui, doit être tour à tour, et même simultanément, un violon, un violoncelle, une harpe, un trombone, une flûte, un piano, un hautbois, un saxophone, un ophidéide... Mieux encore, il doit être Delna, Parisys, Caruso, Gresse et... Dominus.

Certains amateurs de belle musique commencent tout de même à comprendre qu'un bon haut-parleur est une véritable œuvre d'art, dont la mise au point constitue le problème le plus difficile de l'acoustique. En effet, un appareil producteur de sons comporte nécessairement un ensemble de surfaces vibrantes, formant résonateur, dont la tonalité propre se mêle, inévitablement, aux sons qu'il s'agit de reproduire, et en modifie le timbre d'une façon plus ou moins déplaisante.

Pour rendre ces résonances moins sensibles, les constructeurs tendent de plus en plus à augmenter le volume de leurs appareils et il faut reconnaître qu'il en résulte une amélioration très importante.

On peut en conclure que si on donnait au résonateur un volume de plusieurs mètres cubes, on obtiendrait l'illusion parfaite que la voix du chanteur résonne dans une salle de concert, et non pas dans le fond d'un cor-

net de tôle ou dans une boîte d'ébénisterie.

Seulement, il semble impossible de loger un pareil monument dans un salon.

Un ingénieur de Centrale, M. Ephraïm-Allix, a su, fort ingénieusement, tourner la difficulté. Au lieu de loger le haut-parleur dans le salon, il loge le salon dans le haut-parleur. Entendez par là qu'il utilise précisément, comme résonateur, la capacité même de ce salon.

Le dispositif qu'il emploie à cet effet, sous le nom de « haut-parleur d'encoignure », se présente sous la forme d'un cornet conique à parois apériodiques, monté sur un bon écouteur, suspendu verticalement dans l'angle formé par deux murs de la pièce, et surmonté d'une voûte qui s'appuie contre le plafond et renvoie les sons parallèlement à celui-ci. L'angle trièdre, constitué par les murs et le plafond, se raccorde exactement à l'orifice du cornet, de sorte qu'il prolonge ce dernier au point de vue acoustique, et fait pour ainsi dire corps avec lui.

Dans ces conditions, les sons émis par l'appareil prennent un timbre qui ne dépend plus que de l'acoustique de la pièce, timbre plus ou moins chaud suivant la nature des parois et l'ameublement, mais jamais insolite. Il est à remarquer, de plus, qu'en raison des grandes dimensions du résonateur, les sons les plus graves sortent avec une ampleur et une pureté merveilleuses, aussi bien que les sons aigus.

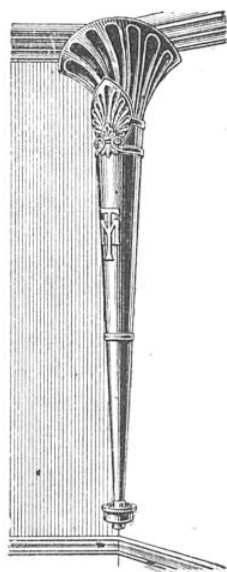
Aussi cet appareil permet-il d'obtenir des auditions d'un caractère véritablement artistique.

A ces qualités acoustiques, le haut-parleur d'encoignure joint l'avantage de tenir fort peu de place et de constituer un ornement décoratif assez gracieux, qu'on peut, au besoin, aménager en lampadaire électrique.

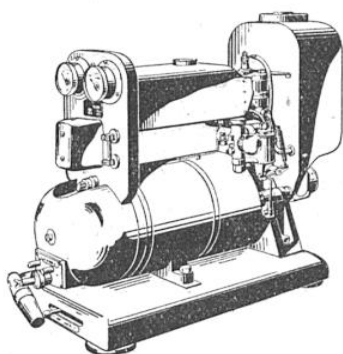
Pour alimenter un poste émetteur de T. S. F. fixe ou mobile

L'ALIMENTATION des postes de T. S. F. (réception ou émission) est un des problèmes les plus étudiés, sans que la solution définitive en ait été jusqu'ici trouvée.

Pour la réception, les faibles puissances mises en jeu permettent l'emploi de piles et d'accumulateurs même pour des postes mobiles. On sait que, pour les postes fixes,



LE HAUT-PARLEUR
« TUBA-MIRUM »



LE GROUPE ÉLECTROGÈNE
« MINIMUS » POUR L'ÉMISSION
EN T. S. F.

le problème a été résolu en utilisant le secteur, continu ou alternatif.

En ce qui concerne l'émission, s'il est possible d'alimenter un poste fixe au moyen du courant du secteur — ce qui exige, d'ailleurs, un appareillage encombrant et coûteux, et met l'émetteur à la

merci d'une panne de courant — le poste mobile ne peut plus se contenter de piles et d'accus. On sait que sur les avions l'alimentation est assurée par une petite dynamo entraînée par une hélice, elle-même actionnée par le courant d'air dû au déplacement de l'avion. C'est condamner au silence l'avion ou l'hydravion qui a dû s'arrêter, et cela au moment même où la T. S. F. devrait lui rendre le maximum de services.

Voici, cependant, une solution qui, sous la forme d'un groupe électrogène, à marche sûre, peu encombrant, léger et robuste, permet d'assurer l'alimentation d'un poste mobile et, *a fortiori*, d'un poste fixe.

Le groupe électrogène « Minimus » est entraîné par un moteur à deux temps à graissage automatique, accouplé par joint souple à une dynamo blindée. Son lancement est assuré par un dispositif spécial provoquant le passage de plusieurs points de compression et revenant automatiquement à la position de lancement. La régulation est due à un système à force centrifuge agissant sur les gaz frais dans leur passage du carter au cylindre. En outre, le carburateur est muni d'un boîsseau permettant de faire varier la richesse du mélange. La dynamo est largement calculée pour le flux prévu, ses masses polaires sont feuilletées, et tout en tôle de haute perméabilité magnétique. L'induit, à encoches presque fermées, est à deux collecteurs facilement accessibles. Les solutions électriques adoptées assurent un courant continu très pur (grand nombre de lames au collecteur 1.200 volts). Un filtre protège la dynamo contre le retour des courants H. F. Un tableau comporte les appareils de mesure et un conjoncteur-disjoncteur permettant la marche en tampon sur une batterie d'accumulateurs ou encore la charge de celle-ci.

La dynamo fournit à la fois un courant de 200 milliampères sous 1.200 volts et 8 ampères sous 15 volts. Le poids du groupe est de 43 kilogrammes (en fonte) ou de 28 kilogrammes (en aluminium).

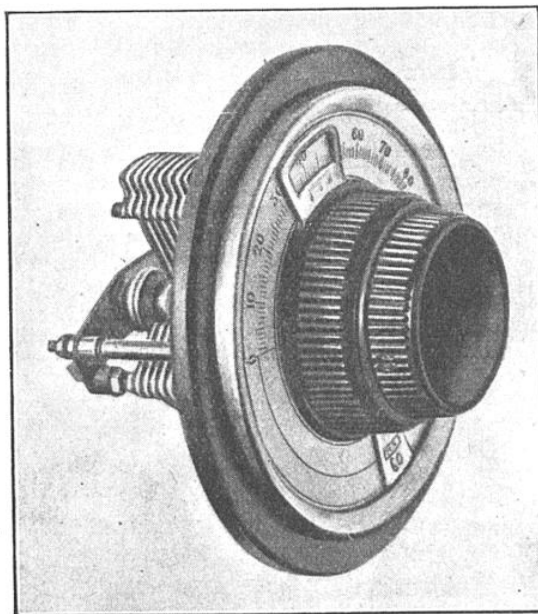
Les condensateurs à vernier

La recherche de la précision des réglages, commandée par la sélectivité de plus en plus grande des postes, a incité les constructeurs de condensateurs à utiliser sur leurs graduations le vernier au dixième, comme on le fait sur les pieds à coulisse.

La Maison Tavernier construit donc, maintenant, des condensateurs sur lesquels un vernier au dixième permet de multiplier par 10 la précision du réglage. Ainsi, avec un cadran à 100 divisions, on obtient 1.000 points de réglage. D'ailleurs la lecture du vernier, basée sur des coïncidences, est très simple.

Comme dans les condensateurs anciens de la même marque, tout a été combiné pour supprimer les pertes, éviter la distorsion des lames et obtenir un fonctionnement très doux en même temps qu'une construction robuste et indérégable.

Les modèles 1929 ont, en outre, deux perfectionnements intéressants : d'une part, les lames sont obtenues par un nouveau procédé de découpage automatique qui assure leur parfaite régularité ; d'autre part, si la démultiplication se fait toujours par train épicycloïdal, les galets des modèles précédents sont remplacés par des billes. Il n'y a donc plus aucune friction des pièces les unes sur les autres, mais, uniquement, un roulement très doux. Par conséquent, aucune usure et, à plus forte raison, aucun grippage ne peut se produire. Le système de démultiplication a l'avantage de ne pas présenter de point mort.



CE CONDENSATEUR PORTE SUR SA GRADUATION UN VERNIER AU DIXIÈME QUI PERMET UNE LECTURE ET UN ACCORD TRÈS PRÉCIS

Le « Super S 5 B Acer », à éléments amplificateurs blindés

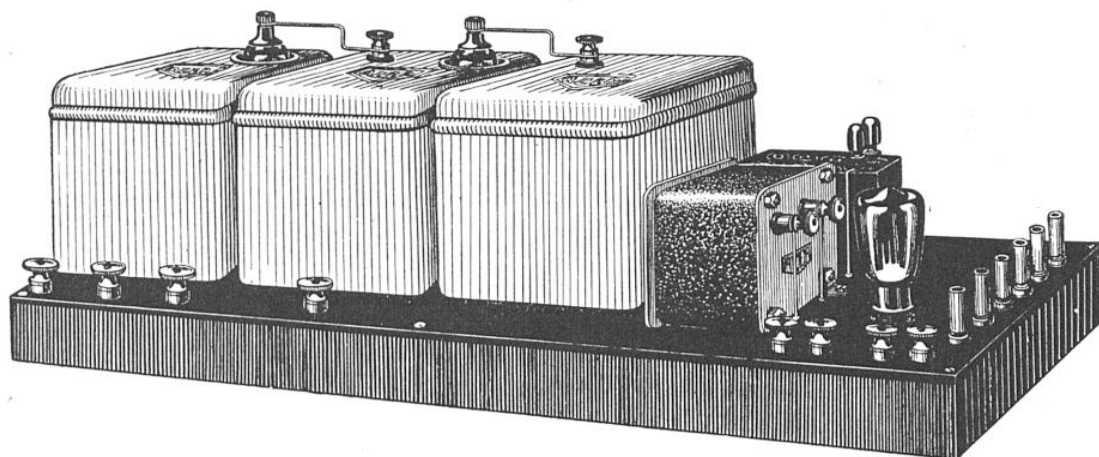
UN des perfectionnements les plus importants réalisés pour les postes récepteurs de T. S. F. est l'application des nouvelles « lampes à écran de grille ». Elles présentent, en effet, un énorme coefficient d'amplification (150), une grande résistance intérieure, une faible capacité grille-plaque et permettent d'obtenir des résultats remarquables au point de vue puissance, sélectivité et stabilité.

Pour utiliser ces lampes avec le rendement maximum, les Ateliers de constructions électriques de Rueil ont mis au point

passer la connexion reliant la plaque de la lampe à l'étage suivant. Une cheminée cylindrique en laiton, encastrée dans le couvercle, assure d'une façon précise et efficace le blindage de la plaque par rapport à l'étage dans lequel elle se trouve.

Pour faciliter les connexions et obtenir une marche absolument sûre, on a monté directement, à la suite des trois éléments blindés, les organes de détection et l'étage basse fréquence complets, de sorte que le récepteur se présente suivant la forme ci-dessous.

Dix connexions suffisent pour effectuer le montage. Les résultats obtenus avec ce poste



ENSEMBLE DU BLOC AMPLIFICATEUR M F ET B F « S 5 B ACER » DANS LEQUEL SONT UTILISÉES DES LAMPES A ÉCRAN DE GRILLE, ET QUI PERMET DE RÉALISER LE MONTAGE D'UN POSTE RÉCEPTEUR AVEC SEULEMENT DIX CONNEXIONS

En avant : bornes de raccordement du bloc aux organes de contrôle ; à droite : fiches d'alimentation.

des éléments amplificateurs blindés, qui permettent à tous de monter rapidement un excellent poste avec la certitude d'un succès immédiat

Ces blocs, boîtes cubiques en aluminium, contiennent la lampe et le transformateur ou le filtre avec lequel elle travaille, montés sur une platine intermédiaire en ébonite. Le couvercle, en aluminium embouti, laisse

sont excellents. C'est ainsi que dans le Grand Palais, qui forme cependant une véritable cage de Faraday, on a pu recevoir Londres et Langenberg sur une simple self. Sur cadre dans Paris, une quarantaine de stations peuvent être reçues en haut-parleur, et, vers 2 heures du matin, on peut entendre les Américains sur ondes courtes de 20 à 80 mètres.



**LA SCIENCE ET LA VIE est le seul magazine
DE VULGARISATION SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE**

LA REPRODUCTION DES SONS PAR LE FIL PARLANT

UNE des inventions qui surprirent le plus les visiteurs et même les savants, pendant l'Exposition Universelle de 1900, fut le *Télégraphone* de M. Valdemar Poulsen. Un fil d'acier, glissant entre les pôles très rapprochés d'un électroaimant inséré dans un circuit microphonique, prenait, sous l'action de la parole, une aimantation variable. Pour obtenir la reproduction de la voix ainsi enregistrée, il suffisait de dérouler le même fil devant les pôles d'un autre électroaimant semblable au premier et relié à un écouteur téléphonique. Les sons obtenus répétaient avec une fidélité remarquable ceux de l'émission.

Des expériences très curieuses eurent lieu avec cet appareil. En plaçant plusieurs électros récepteurs sur le passage du fil, la même conversation était distribuée à autant de circuits différents. Pour effacer toute trace d'enregistrement, il suffisait d'envoyer, dans l'électro inscripteur, un courant continu de faible intensité (c'est ce qu'on appelait le « rabotage » magnétique), et le fil redevenait propre à recevoir une nouvelle inscription.

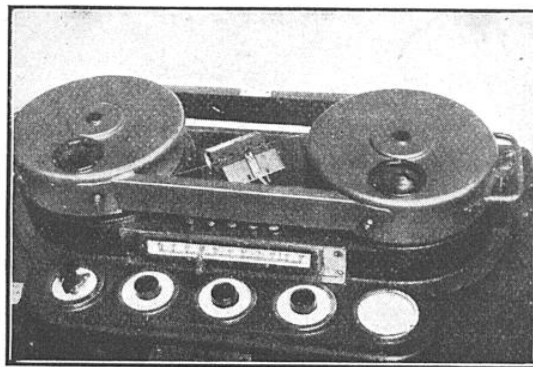
D'après ce que nous savons aujourd'hui du magnétisme (1), on se rend compte que les orbites électroniques, qui existent à l'intérieur des atomes, basculent sous l'influence des courants électriques et ne reviennent pas à leur direction initiale lorsque le courant cesse : c'est l'aimantation rémanente.

Le *Télégraphone* était tombé dans l'oubli, malgré les avantages qu'il paraissait présenter sur le disque phonographique. Mais un savant allemand, Stille, a repris le problème

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 118, d'avril 1927.

pour en tirer une solution pratique. Les appareils qu'il a présentés à la presse parisienne s'inspirent en tous points du système primitif ; le progrès réside surtout dans l'obtention d'un alliage très tenace sous un diamètre très réduit (une fraction de millimètre) et susceptible de conserver *indéfiniment* les conversations enregistrées. Il est improbable — bien que cette assertion ait été émise — que le « rabotage » magnétique s'effectue directement par une seconde conversation

enregistrée sur la première, mais il est plus vraisemblable d'admettre l'existence d'un second électro, placé un peu en avant de celui d'inscription, qui réalise le retour à l'état normal une fraction de seconde avant le nouvel enregistrement. Comme le fil se déroule à une grande vitesse, — variable d'ailleurs selon les applications, — les deux opérations ont lieu presque simultanément.



VUE DE L'APPAREIL DU DOCTEUR STILLE UTILISANT UN FIL D'ACIER POUR LA REPRODUCTION DES SONS

Commercialement parlant, les appareils paraissent tout à fait au point et susceptibles de rendre de grands services à la presse pour la transmission et la réception des conversations téléphoniques sur les réseaux, en abrégant leur durée. La communication — texte d'un article, par exemple — est inscrite au ralenti sur le fil, transmise ensuite à grande vitesse et enregistrée en même temps sur un fil récepteur. On impose un ralentissement à ce dernier pour en permettre la lecture, soit directement au récepteur téléphonique, soit au haut-parleur, après amplification.

Il y a là, sans doute, un perfectionnement intéressant, que nous avons voulu signaler en passant et dont nous reparlerons plus tard en détail, s'il y a lieu. L. F.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Un nouveau propulseur pour les canots

TOUT le monde connaît la façon dont de nombreux amateurs de canotage assurent l'avancement de leur embarcation en manœuvrant d'une façon particulière un aviron à l'arrière du canot, en « godillant ». Cette manœuvre, qui paraît excessivement simple, ne s'attrape cependant pas du premier coup et exige un certain entraînement.

M. Eugène Michiels, spécialiste des questions navales, qui a effectué des travaux intéressants sur le renflouement des épaves et les explorations sous-marines, qui a créé un tank capable d'évoluer en surface, entre deux eaux ou sur le fond, a étudié de près les poissons et, notamment, leur mode de propulsion. Il a ensuite cherché à reproduire mécaniquement les mouvements de la queue des poissons et a enfin abouti à la création d'un petit appareil pratique pesant à peine 4 kilogrammes, qui permet de faire avancer aisément un canot.

Cet appareil présente la forme d'un gouvernail avec sa barre de commande, mais comportant deux pales en chêne verni destinées à reproduire les mouvements de la queue de poisson.

La barre de commande peut prendre la position la plus commode pour le pilote. L'appareil lui-même s'enlève et se fixe instantanément à l'arrière du bateau par une simple glissière.

Il suffit de donner à la barre de commande un mouvement horizontal de va-et-vient pour faire avancer le canot. En effet, pendant ce mouvement, l'eau travaille sur les

surfaces des pales, dont la position reste un peu en arrière de la position occupée par la barre de commande et dont les axes d'oscillation forment un certain angle qui a été minutieusement déterminé à la suite de nombreuses expériences.

Un anneau de caoutchouc s'oppose à leur trop grande inclinaison et tend à les ramener dans leur position initiale. Par ailleurs, il a pour effet de transmettre à l'ensemble de l'appareil la poussée résultant de l'action de l'eau sur les pales.

Par suite du mouvement de va-et-vient, l'eau est, en quelque sorte, canalisée dans une poche au centre, où se produit une surpression. L'eau qui glisse sur chaque pale provoque une demi-obturation, car, de même que dans le mouvement de la queue des poissons, le remous qui ré-

sulte de la rencontre des deux glissements ne laisse échapper l'eau que progressivement à la violence de l'effort imprimé à la barre de commande.

Un enfant peut aisément manœuvrer cet appareil, qui permet, sans fatigue et sans bruit, d'effectuer de délicieuses promenades sur les rivières et les canaux.

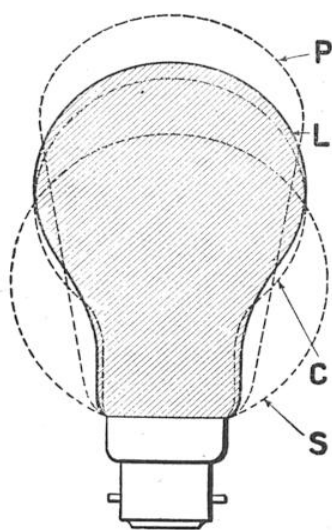


LE PROPULSEUR « QUEUE DE POISSON » PEUT ÊTRE AISÉMENT MANŒVRÉ ET TRANSPORTÉ PAR UN ENFANT

La normalisation des lampes électriques à incandescence

NOUS avons déjà signalé l'apparition de la nouvelle lampe « série standard », conçue dans le but d'établir un seul modèle de lampe pour chaque puissance. Nous donnerons, aujourd'hui, quelques caractéristiques de cette nouvelle lampe.

Forme. — Cette lampe étant destinée à remplacer tous les modèles existants, il a



TRACÉ COMPARATIF DES DIFFÉRENTES FORMES D'AMPOULES DE LAMPES À INCANDESCENCE

P, forme poire; S, forme sphérique ordinaire; C, forme sphérique avec col; L, lampe Série Standard.

par suite de l'absence d'angles vifs et de lignes droites.

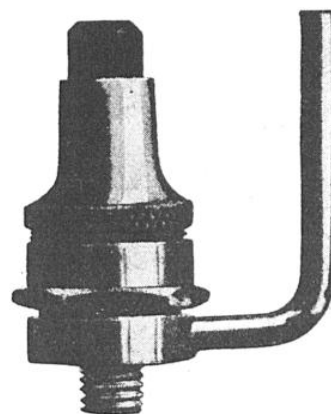
Dépolissage intérieur. — Les lampes claires absorbent le minimum de lumière, mais le filament, étant apparent, est éblouissant, surtout dans le cas des lampes à filament boudiné, de plus en plus utilisées. Les lampes dépolies, qui évitent la vision directe du filament, occasionnent, par contre, une perte notable de lumière. C'est pourquoi on avait créé des lampes dont une partie de l'ampoule seulement (la moitié, le tiers, etc., suivant le cas) était dépolie, mais leur emploi a conduit à une grande multiplicité de modèles. Or on a constaté qu'en dépolissant la lampe intérieurement, la perte de lumière, par rapport à la lampe claire, n'atteignait que 1 à 2 %. C'est donc ce mode de dépolissage qui a été adopté et que la Compagnie des Lampes a pu réaliser, grâce à un outillage perfectionné. En outre, il permet un entre-

ten facile : la poussière, qui adhérerait au dépolissage extérieur, s'attache difficilement à la partie extérieure de l'ampoule, qui est lisse, et, en tout cas, peut être complètement enlevée par simple essuyage.

Le filament. — Comme dans la plupart des types de lampes de construction récente, le filament est boudiné. Son encombrement étant ainsi très réduit, il est possible d'utiliser une ampoule de faibles dimensions. Comme, par ailleurs, avec ce filament, la longueur varie très peu pour des tensions passant de 115 à 230 volts, on a pu conserver une même dimension d'ampoule pour ces différentes tensions.

Un seul type de lampe par puissance. — Jusqu'ici, les lampes de puissance inférieure à 100 watts existaient dans le commerce soit avec filament dans le vide, soit avec filament en atmosphère gazeuse. Le client devait donc choisir et était souvent embarrassé dans son choix. Avec la lampe « série standard », le choix de la meilleure lampe est fait par le fabricant lui-même, qui seul est documenté.

Ainsi, grâce à la fabrication en grande série, rendue possible par la normalisation, l'usager est assuré de trouver une lampe en tous points remarquable.



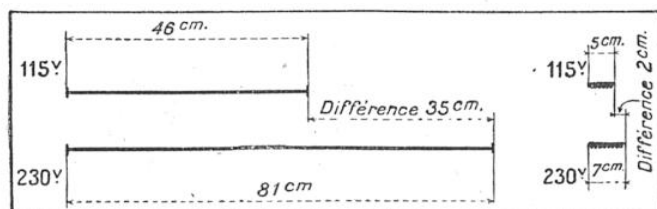
VUE EXTÉRIEURE DU VAPORISATEUR « LE CARBONE »

Économisons l'essence en la vaporisant mieux

LA Société « Le Carbone », à Gennevilliers, s'est, depuis plus de trente-cinq ans, spécialisée dans la fabrication des charbons artificiels et dans l'étude de leurs applications aux industries électriques.

Au cours de ces études, elle a été amenée à constater l'action de certains de ces charbons sur les combustibles liquides.

Deux séries d'études ont été poursuivies dans cette voie. La première, mettant en évidence des phénomènes de cracking, a pour objet l'alimentation des moteurs à explosion avec des combustibles lourds, tels que le pétrole, le gasoil, l'huile de schiste, etc. La deuxième, limitée à l'emploi de l'essence

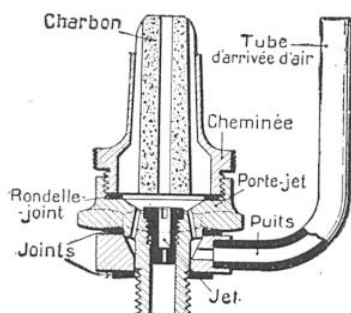


LONGUEURS COMPARÉES DES FILAMENTS DROITS ET SPIRALÉS POUR DES LAMPES DE 25 WATTS, 115 ET 230 VOLTS

dans ces moteurs, a abouti à la création du vaporiseur « Le Carbone ».

Dans cet appareil, le combustible est gazéifié et atomisé par l'action du charbon, de sorte que, sous l'effet d'une faible dépression, le liquide se vaporise instantanément. Le mélange, combustible et air, est donc parfaitement homogène et la combustion est meilleure. Le charbon est disposé de telle sorte que sa partie supérieure, constamment imbibée d'essence, émerge du vaporiseur au centre du corps de carburation ; dès l'ouverture du papillon, l'essence se vaporise instantanément, ce qui assure des reprises excellentes, même sous une faible dépression.

Cette disposition permet de diminuer notablement la vitesse de passage de l'air dans le diffuseur, en augmentant le diamètre de celui-ci, par suite, d'augmenter le coefficient de remplissage



COUPE DU VAPORISEUR
« LE CARBONE »

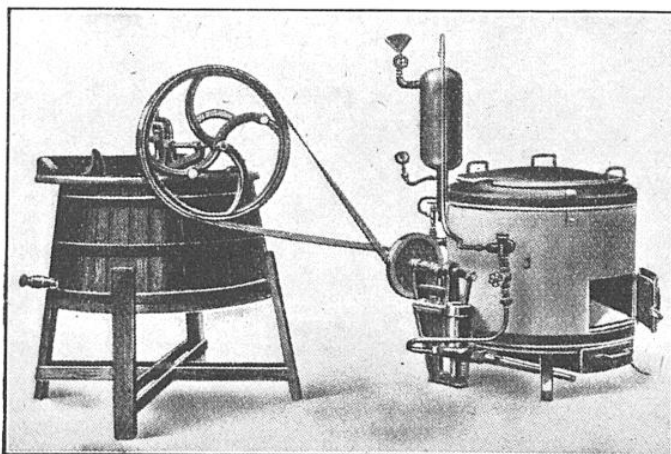
et, par conséquent, la puissance du moteur. En résumé, cet appareil, très simple de réalisation, donc très facile à monter, assure — outre l'augmentation de puissance et de souplesse — une économie notable sur la consommation

par une meilleure utilisation de l'essence dans les cylindres du moteur.

Cette machine à laver utilise une force motrice gratuite

D'UNE façon générale, les machines à laver le linge, qui ont pris, au cours de ces dernières années, un développement considérable, sont actionnées par un moteur électrique ou par une manivelle à main. Il faut donc, soit une source d'énergie auxiliaire, soit s'astreindre à manœuvrer soi-même la machine.

Dans l'Autovapor, on utilise la chaleur perdue du foyer de la buanderie pour actionner la machine. A cet effet, la buanderie ordinaire, dans laquelle a été placé le linge pour le lessiver, comporte un serpentin tout simple, chauffé par conséquent par le foyer et qui produit la vapeur nécessaire pour faire

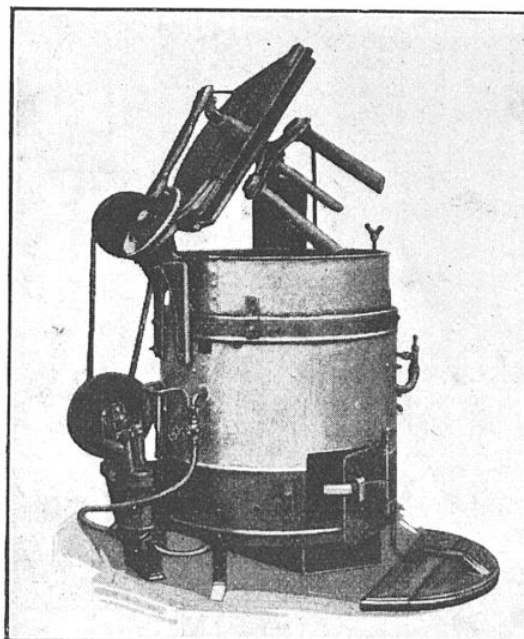


L' « AUTOVAPOR » (A DROITE) ACTIONNE UNE MACHINE A LAVER, UNE ÉCRÉMEUSE, ETC.

tourner un petit moteur à vapeur entraînant la machine à laver.

Son usage est des plus aisés : après avoir rempli d'eau la bouteille alimentant le serpentin, on met dans la chaudière l'eau à faire chauffer ou le linge à faire bouillir et on allume le feu, au bois ou au charbon.

Au bout d'un quart d'heure à peine, on ouvre un petit robinet et le moteur se met à tourner. La force motrice nécessaire est donc gratuite, puisque l'on utilise des calories qui auraient été perdues.



CE MODÈLE DE L' « AUTOVAPOR » CONTIENT LA MACHINE A LAVER ET L'APPAREIL MOTEUR

Il est évident, en outre, qu'au lieu d'une machine à laver, l'Autovapor peut entraîner une baratte, une pompe élévatoire, une écrémeuse de force moyenne, en même temps qu'il fournit de l'eau chaude pour le nettoyage. L'appareil modifié peut également servir de lave-assiettes. En même temps qu'on a l'eau chaude, on a la force motrice.

Un autre modèle de l'Autovapor comporte une chaudière plus grande, au-dessus de laquelle est placé un batteur mécanique commandé par le moteur de l'appareil. Ainsi le lessivage et le lavage sont combinés.



VUE DE LA GLACIÈRE « GLACELO », LA PARTIE INTÉRIÈRE SOULEVÉE MONTRANT LA FORME DES MOULEAUX

Le moteur se mettant en marche bien avant l'ébullition de l'eau dans la chaudière, le linge est, tout d'abord, lavé à l'eau tiède, excellente condition pour le lavage.

Pour préparer de la glace ou des sorbets chez soi, en excursion ou aux colonies

PERSONNE n'ignore que l'on obtient des sorbets en plaçant la crème à congeler dans un récipient entouré d'un mélange réfrigérant (en général de la glace et du sel en parties égales, qui abaisse la température à -20°C environ). La condition essentielle pour cela est, évidemment, d'avoir

de la glace. Or, si l'on peut s'en procurer facilement en ville, il n'en est plus de même à la campagne, au cours d'une randonnée en automobile, ou aux colonies. Des appareils portatifs permettent cependant cette préparation.

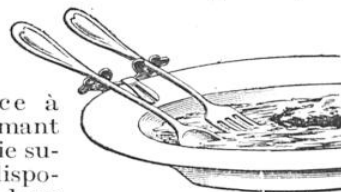
L'appareil représenté ci-contre se compose simplement d'un récipient à double paroi — dont l'intérieur est ainsi isolé thermiquement de l'extérieur — dans lequel on peut faire pivoter autour d'un axe vertical, au moyen d'une manivelle, un double récipient où on met l'eau ou la crème à congeler.

Voici comment on emploie ce petit appareil : après avoir simplement rafraîchi l'eau ou la crème, on la place dans le récipient central, le mouleau, sur lequel on visse son couvercle. On vide alors dans le récipient extérieur une charge de sel spécial, on met le mouleau en place, on verse dessus une mesure (fournie avec l'appareil) d'eau fraîche, on tourne la manivelle pendant une minute, on verse une charge d'un deuxième sel, on tourne pendant quatre ou cinq minutes. Il suffit ensuite de laisser reposer cinq minutes, de tourner à nouveau pendant deux minutes pour congeler l'eau ou la crème.

Le démoulage se fait aisément en trempant le mouleau pendant une demi-minute dans de l'eau à la température ordinaire,

Les couverts ne glisseront plus

P our éviter le glissement fréquent des cuillères et des fourchettes dans les plats ou assiettes, on a imaginé le petit appareil ci-contre, qui se fixe aisément à l'assiette ou au plat, grâce à deux lames formant ressort. La partie supérieure de ce dispositif comporte deux branches qui maintiennent en place les couverts.



LA CUILLÈRE ET LA FOURCHETTE SONT MAINTENUES PAR CET APPAREIL

V. RUBOR.

Adresses utiles pour les « A côté de la Science »

Propulseur pour canots : LA QUEUE DE POISSON, 9 bis, passage de Ménilmontant, Paris (11^e).

Lampe Série Standard : COMPAGNIE DES LAMPES, 41, rue La Boétie, Paris (8^e).

Vaporisateur d'essence : SOCIÉTÉ « LE CARBONE », 37 à 41, rue de Paris, Gennevilliers (Seine).

Machine à laver : L'AUTOVAPOR P. CHARLÉ & C^{ie}, à Trélon (Nord).

Glacière : ÉTABLISSEMENTS CONFOROTO, 23, rue Parmentier, Alfortville (Seine).

Pour tenir les couverts : M. DONIOL, 2, rue Sibour, Paris (10^e).

CHEZ LES ÉDITEURS

ÉLECTRICITÉ

LA MACHINE DYNAMO-ÉLECTRIQUE A INDUIT DENTÉ, par E. Nicolas, 105 p., 70 fig.

Dans cet ouvrage, l'auteur étudie directement l'induit en tambour et son fonctionnement, sans passer, comme on le fait généralement, par l'induit en anneau, qui n'a plus qu'un intérêt historique. C'est donc la théorie directe des machines industrielles modernes que l'on trouvera dans ce livre.

MOTEURS

LES MOTEURS D'EMBARCATIONS, par A. Grousset, 1 vol. gr. in-8°, 288 p., 149 fig.

La première partie est un rappel sommaire des notions de mécanique que l'on rencontre par la suite dans la théorie, succincte d'ailleurs, sur laquelle repose le fonctionnement des moteurs à explosion et des moteurs à combustion interne.

La deuxième partie, formant l'objet principal de l'ouvrage, se rapporte uniquement à la réparation des organes principaux d'un moteur à explosion et de ses accessoires, où pour chacun de ces organes, et après avoir recherché la raison ou la cause de l'avarie, les procédés à employer pour leur réparation sont exposés, en tenant compte des moyens dont on dispose.

La troisième partie se rapporte à l'étude des carburateurs et magnétos, régulation du moteur et essais à l'atelier. Une étude sur les inverseurs de marche et sur l'hélice est également faite, et l'auteur termine enfin par l'exposé de la conduite des essais à la mer de l'embarcation, après que l'installation du groupe moteur est terminée.

TÉLÉPHONIE SANS FIL

LES MONTAGES CLASSIQUES

Cette brochure, éditée par les Etablissements Brunet, traduit les montages classiques utilisés dans les récepteurs de téléphonie sans fil.

On y trouve les montages suivants :

Poste à une lampe (détecteur à galène, un étage B. F.) ; poste à 2 lampes (1 détectrice à réaction, un étage B. F.) ; poste à 3 lampes (1 détectrice à réaction, 2 étages B. F.) ; poste à 3 lampes (1 étage H. F. à lampe écran, une détectrice à réaction, 1 étage B. F. avec lampe pentode de sortie) ; poste changeur de fréquence 4 lampes (1 bigrille oscillatrice, une H. F., 1 détectrice, une B. F.) ; poste changeur de fréquence 4 lampes (1 bigrille oscillatrice, 2 M. F., 1 détectrice, une B. F., une B. F. push-pull) ; amplificateur 2 ou 5 lampes pour reproduction phonographique ; amplificateur pour reproduction phonographique sur courant 110 volts 50 périodes ; redresseur pour alimentation plaque sur courant alternatif 110 volts 50 périodes.

Avec les spécifications du matériel correspondant, tous ces montages comprennent des indications précises sur les types de lampes à utiliser dans chaque cas.

LIVRES REÇUS

LA CLASSIFICATION HÉLICOÏDALE DES ÉLÉMENTS CHIMIQUES, par Charles Janet.

ORIENTATION PROFESSIONNELLE DES JEUNES GENS ET JEUNES FILLES, par E. Mowet, 160 monographies professionnelles.

LES PARFUMS, par René Le Florentin, 1 vol. in-16, 264 p., 16 fig.

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 45 fr.	Envois recommandés	{ 1 an..... 55 fr.
chis.....	{ 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 affran-	{ 1 an..... 80 fr.	Envois recommandés	{ 1 an..... 100 fr.
chis.....	{ 6 mois... 41 —		{ 6 mois.. 50 —

Pour les autres pays :

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 70 fr.	Envois recommandés	{ 1 an..... 90 fr.
chis.....	{ 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.

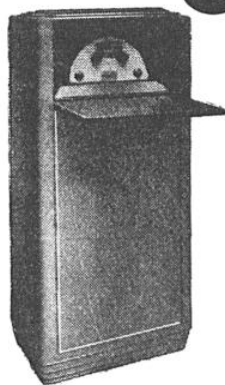
Paris. — Imp. HÉMERY, 18, rue d'Enghien.



RADIO-L.L.

MAGICIEN

DES ONDES



Le SYNCHRODYNE
(Superhétérodyne 7 l.)

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

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

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

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

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



est nouveau par son principe, et remarquable par ses résultats.
recharge automatique
des accús 4.40.80. volts

LES SOUAPES P.T.

rechargent automatiquement l'accu 4 volts et l'accu 80 volts. Elles fonctionnent sur tous secteurs à courant alternatif. Il suffit de brancher l'appareil (voir figure ci-dessous) sur une prise de courant lumière.

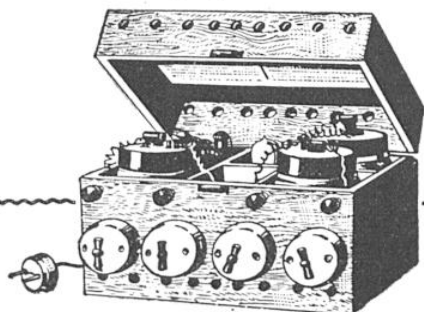
CARACTÉRISTIQUES ESSENTIELLES

1° L'électrolyte est constituée par du phosphate d'ammonium pur. - Donc, pas de dégagement d'acide sulfureux, qui ternit vos glaces, décolore vos papiers et vos tentures, oxyde les métaux. - Pas d'odeur ni de vapeur.
2° Les électrodes des **souapes P.T.** sont de grande surface. - Elles travaillent, par conséquent, à une densité de courant moindre au cm² et ne s'échauffent pas. Le courant fourni est ainsi de beaucoup meilleur en qualité et supérieur en quantité. - Entretien nul.

GARANTIES Tout appareil ne donnant pas satisfaction est examiné et remis immédiatement, **sans frais**, en parfait état de fonctionnement.

Coffret contenant l'appareil pour la recharge de l'accumulateur 4 volts 140 »
Coffret contenant l'alimentation 4 v., complète 165 »
— pour la recharge des 40, 80 et 120 volts 99 »
Coffret pour la recharge des accumulateurs 4, 40, 80 et 120 volts 279 »
Coffret contenant l'alimentation 4 volts, complète et le chargeur des 40, 80 et 120 volts... 304 »
Notice franco sur demande — Nombreuses références

PACHE Mécanicⁿ-Electricⁿ (37 ans de pratique)
13, rue de la Mare, PARIS (20^e)
Chèques postaux : 1.177-04.



**NE JETEZ PLUS
VOS VIEILLES LAMES**

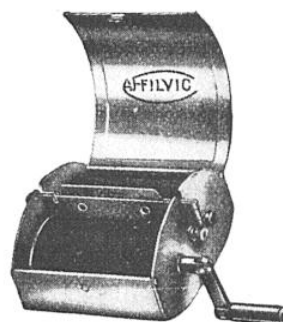
AFFILVIC

LES REMETTRA A NEUF

L'AFFILVIC 30 FRs

FRANCO FRANCE ET COLONIES

Etranger : 35 frs



Le Prodigeux Repasseur

GARANTI DEUX ANS

LAMES VIC INUSABLES



5 lames Vic.. 9 frs | 10 lames Vic. 18 frs

EN RÉCLAME :

1 Affilvic et 5 lames Vic : 36 frs

1 Affilvic et 10 lames Vic : 40 frs

1 Affilvic et 25 lames Vic : 50 frs

FRANCO FRANCE ET COLONIES

Etranger : 5 francs de supplément

SERTIC

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

Compte chèques postaux : Paris 737.30



Les postes que nous avons vendus en 1926 sont semblables à ceux qui vous sont actuellement offerts par ailleurs.

Nous vous offrons donc un récepteur ayant trois années d'avance sur tous les autres; en effet, le

Micro-Hétérodyne

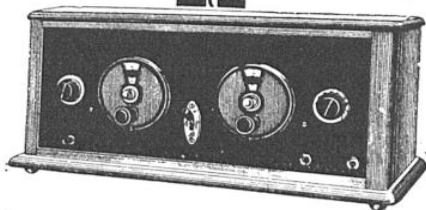
le moins cher de tous les bons postes, est l'unique possédant les avantages suivants :

- 1° **Chauffage automatique**, doublant ainsi le rendement et la vie des lampes;
- 2° **Un montage rigoureusement parfait**, supprimant l'emploi de la lampe bigrille et les effets désagréables du bruit de fond;
- 3° **Une alimentation plaque** excessivement réduite, le **Micro-Hétérodyne** étant le **seul** récepteur à sept lampes consommant moins de vingt milliampères;
- 4° **Une garantie illimitée** de parfait rendement, les accessoires employés, choisis parmi les meilleurs en France et en Amérique, étant absolument « inlaquables et inaltérables »;
- 5° **Une présentation** d'un fini irréprochable, une grande simplicité de réglage, une sensibilité, une pureté et une tonalité qui constituent une véritable révélation.

Voici quelques raisons démontrant que le **Micro-Hétérodyne** est au moins trois ans en avance sur tous les autres postes; profitez de cette avance, choisissez un de nos cinq modèles (offerts à partir de **1.450** francs) et soyez assurés qu'en 1932 ce poste sera l'égal des meilleurs présentés à cette date.

Modèle
A. R. 7
1.450 frs
nu

Venez voir et entendre
ce poste merveilleux,
ou demandez la Notice
« S. V. »
envoyée franco sur de-
mande.



Rb. F.R. 4



American Radio Corporation

W^m Aboussleman, Directeur ~

23 Rue du Renard ~ PARIS ~



La MOTOGODILLE

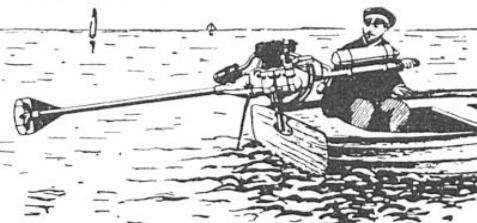
PROPULSEUR amovible (comme un AVIRON) pour tous BATEAUX
(Conception et Construction françaises)

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



MANOVAC

sans électricité



395
francs

avec
tous
accessoires



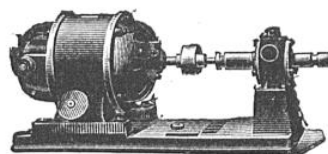
Etabl^{ts} ADOLPHE GRANDJEAN
235, rue La Fayette, PARIS

L'EAU CHEZ SOI

par la pompe rotative

“ELVA”

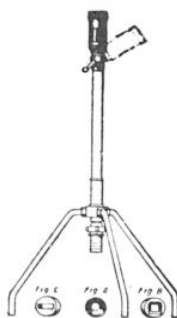
aspirante et foulante



GROUPES ÉLECTRO
et MOTO-POMPES
POMPES A MAIN

POMPES ET MACHINES “ELVA”

10, Rue du Débarcadère
PARIS (17^e)



L'Arroseur «IDÉAL» E. G.

Breveté S. G. D. G.
France et Étranger

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 indé réglable 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 1929

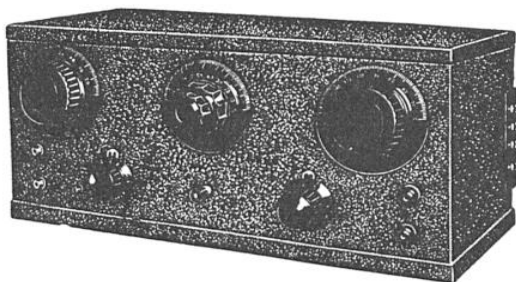
Breveté S. G. D. G. France et Étranger

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



10 ARGUMENTS

QUI PLACENT LA

SUPER-RÉACTION

à la tête de tous les postes connus

Le fruit de SIX ANNÉES de pratique de la Super-Réaction est le type intermédiaire C

(MODÈLE DU SALON 1929)

1. Gamme de réception extrêmement étendue. L'emploi des ondes très courtes (moins de 100 mètres) permet la **Radio-téléphonie intercontinentale**. Réception de KDKA Pittsburg (U. S. A.), sur 62 mètres, etc.
2. Construction entièrement **MÉTALLIQUE** : protection contre les parasites, longue durée de l'appareil, invulnérabilité pendant le transport, simplification grâce aux connexions par la masse, diminution du prix de revient et de vente.
3. Triple action antiparasite :
 - a) Grâce au principe même de la **Super-Réaction** (périodes d'amortissement ultra-acoustiques);
 - b) Grâce au blindage total;
 - c) Grâce à l'emploi du cadre.
4. Remarquable **pureté de réception** allant jusqu'aux notes les plus hautes, constatée par des **MUSICIENS**. Un **SEUL** transformateur B.F. donne du bon haut-parleur.
5. Simplification extrême du réglage sans diminution du rendement.
6. Haute valeur technique. Des jurys de savants nous ont décerné les récompenses suivantes :
GRAND PRIX INTERNATIONAL, LIÈGE 1927
GRAND PRIX INTERNATIONAL, LIÈGE 1928
PREMIER PRIX, NEW-YORK 1927
7. Élimination des ondes amorties (bateaux, côtiers).
8. La **Super-Réaction**, avec ses **TROIS LAMPES**, est, par son principe même, mathématiquement le poste le meilleur marché, le plus économique comme entretien et le moins encombrant.
9. Très bonne sélectivité, mais qui ne va pas jusqu'à la déformation comme dans certains postes.
10. Sensibilité inouïe. *Radio-News*, de New-York (tirage de plus de 350.000 exemplaires), a écrit : « **La Super-Réaction** » est beaucoup plus sensible que le **Super-hétérodyne**, et, dans certains cas, sa sensibilité atteint un tel degré que cela devient incroyable. »

L'APPAREIL PEUT FONCTIONNER SUR L'ALTERNATIF

Catalogue, 3 francs en timbres. — Ouvrage sur la **Super-Réaction**, 7 francs.

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

Tél. : Diderot 54-99

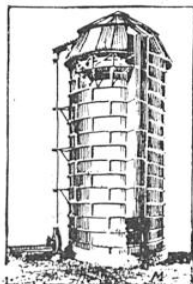
SILOS à FOURRAGE

■ LICENCE SAUNION ■

MACHINES
à ENSILER



MANUTENTION
MÉCANIQUE et
PNEUMATIQUE



SILOS à GRAINS

PEINTURES ANTIACIDES
RURO-LAQUE

SOCIÉTÉ F^{co} DES ATELIERS DE CONSTRUCTION

J.-J. GILAIN

12, rue Caumartin, Paris

R. C. SEINE 216.735 B.

AUTOMOBILISTES !

Evitez les accidents avec

L'appareil signalisateur lumineux

"INDIC"

Breveté s. g. d. g. France et Etranger



L. TOURET

14, rue Taylor, 14 - PARIS-10^e

Téléphone : Botzaris 21-72 et 19-62

"INDIC" est adopté par le Président de la République,
la Préfecture de Police et les Grandes Administrations.

APPAREILS SCIENTIFIQUES

**Rasoir électrique
Vibro-masseur
Polissoir à ongles
Lames souples**

Un seul moteur de
qualité
110, 150 ou 220 volts
pour trois appareils
d'une technique
parfaite.

○○○

Catalogue franco
sur demande.

○○○
○○○



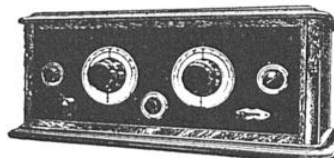
DANS TOUTES LES BONNES MAISONS ET A LA
Société anonyme des Brevets "KLARO"
14, rue Venture, MARSEILLE

*Un nom qui est une garantie !
Des milliers de références dans le monde entier !*

Les Établissements LÉNIER

61, rue Damrémont, PARIS

Ancien officier radiotélégraphiste de la Marine
Ancien chef des Services de T. S. F. clandestine
en pays ennemi pendant la guerre



Spécialité d'Appareils de T.S.F.
pour la réception à grande distance

RENDEMENT FORMELLEMENT GARANTI
en Egypte, Turquie, Europe orientale, toute l'Europe,
Maroc, Syrie.

CRÉATEUR du célèbre Montage C.119

POSTES EN PIÈCES DÉTACHÉES COMPLETS
Résonance. Superhétérodynes.

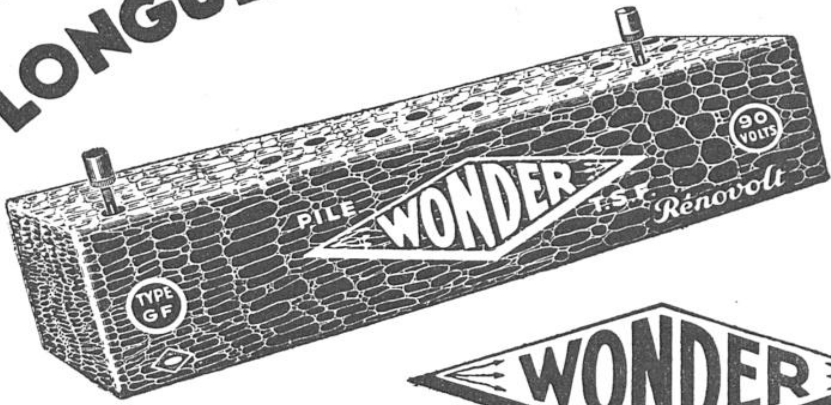
Fournisseur de l'Armée et de la Marine françaises; de la
Marine anglaise; des P. T. T. marocains; de Gouverne-
ments étrangers. — Références dans le monde entier.

CATALOGUES CONTRE 1 FR. 50 EN TIMBRES

N'achetez votre poste de T. S. F. qu'à des Spécialistes de la T.S.F.

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

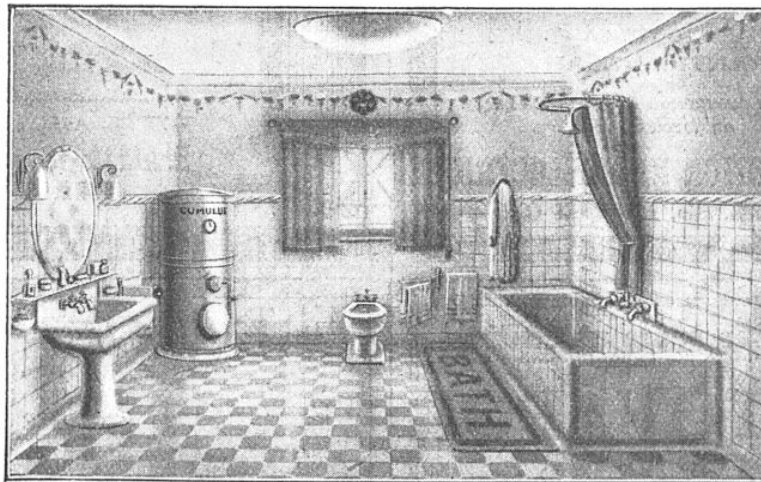
**LA PILE
DE LONGUE DURÉE**



WONDER
"Rénovolt"

DERUFFE

"SAUTER", l'incontestable marque de QUALITÉ



Les Chauffe-bains "CUMULUS" sont les appareils préférés des personnes soucieuses de leur bien-être.

Procédés Sauter, S. A., Saint-Louis (H^t-Rhin)

DEMANDEZ NOTRE CATALOGUE GÉNÉRAL POUR TOUS LES APPAREILS



De la Glace, des Sorbets
chez soi, à toute heure, en quelques minutes, avec

MODÈLE
DÉPOSÉ

GLACELO

MARQUE
DÉPOSÉE

Seul appareil pratique, à la portée de tous, permettant de faire de la glace sans courant ni chaleur ni manipulation.

Modèle A (400 grammes environ)..... 125 fr. — La charge..... 5 fr. »
Modèle B (900 grammes environ)..... 155 fr. — La charge..... 6 fr. 50

Etablissements CONFOROTO constructeurs, 23, rue Parmentier
ALFORTVILLE (Seine)

Assurez la durée de
vos **accumulateurs**
en les rechargeant avec le

Chargeur (P.B.)

Type AC 6 pour Batteries 230^{FR.}
de 4 et 6 volts

Type AC 80 pour Batteries 300^{FR.}
de 4 et 6 v. et de 40 à 120 v.

valves comprises

Ces appareils fonctionnent sur tous
secteurs à 50 périodes

FRANCO DANS TOUTE LA FRANCE
GARANTIS UN AN

Indiquer à la commande la *tension exacte*
du Secteur.

LA CONSTRUCTION RADIOÉLECTRIQUE

18 et 20, Rue Amélie, ASNIÈRES (Seine)



LES ENNEMIS
les plus irréductibles
de la T. S. F.

ONT ÉTÉ CONVERTIS PAR

TUBA-MIRUM

Haut-parleur d'encoignure
(Système breveté S. G. D. G.)

Le moins encombrant
Le plus décoratif
Le plus harmonieux
Le plus vrai

LE SEUL recommandé par les plus
hautes autorités du monde musical.

Son curieux principe est exposé dans le nu-
méro de février de « La Science et la Vie ».

EN VENTE DANS TOUTES LES
BONNES MAISONS DE T. S. F.

NOTICE AVEC RÉFÉRENCES

E. ALLIX, 10, av. du Maine
PARIS-XV^e

Sans qu'il en coûte un centime

L'AUTOVAPOR

MACHINE A LAVER

produit sa force motrice

Elle peut commander une petite pompe,
une baratte, une petite scie, etc.

Construit et vendu par **P. CHARIÉ et C^{ie}**
TRÉLON (Nord)

MINIMUS le groupe électrogène
populaire

(POIDS : 40 KILOS)

DONNE

FORCE ET LUMIÈRE

à 1 fr. 20 le kilowatt

Type 350/500 w., complet
avec accus 70 ampères

Franco **3.950 fr.**

Catalogue n° 26 sur demande — **VENTE A CRÉDIT**

Etabl^{ts} **M. LOISIER, 27, rue Ledion, PARIS-14^e**

Téléph. : Vaugirard 23-10 R. C. SEINE 381.872

**Chauffez,
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

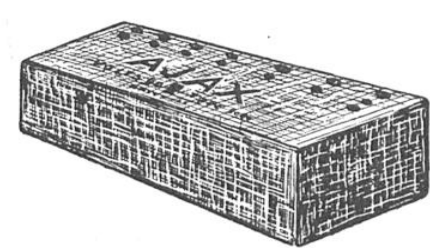
SALON DES ARTS MÉNAGERS

AJAX



cette marque

est une garantie de
PERFECTION
et de **DURÉE**



pas
d'alimentation
parfaite sans
— la pile **AJAX**

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

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

*la portée
des ondes
courtes*



de 10 à 200 mètres est vous
le savez infiniment supérieure
à celle des ondes normales,
puisqu'elle permet, en France,
la réception des postes situés
aux antipodes.

encore faut-il pouvoir les capter

vous y réussirez
sans aucune
difficulté et
sur petite antenne
(même intérieure)

et vous obtiendrez
en haut-parleur : Eindhoven,
Java, Nauen, Pittsburg,
Melbourne, etc., etc.

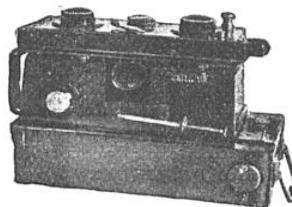
avec les postes
récepteurs
d'ondes
courtes

...que vous em-
ploierez seul ou
devant votre
super.



VÉRASCOPIES J. RICHARD

Modèles 45×107, 6×13, 7×13

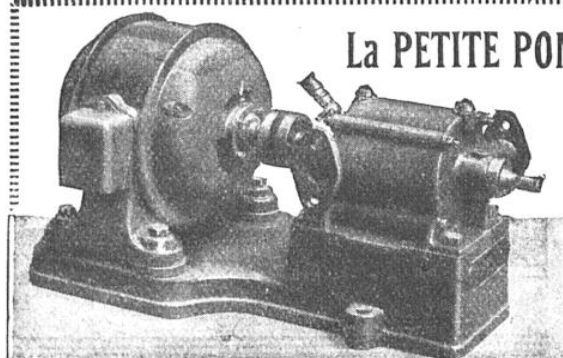


Le plus copié parce que le Meilleur

POUR LES DÉBUTANTS
LE GLYPHOSCOPE
Formats 45×107 et 6×13

POUR LES DILETTANTES
L'HOMEOS
Appareil stéréoscopique permettant de faire 27 vues sur
pellicules, se chargeant en plein jour.

CATALOGUE B SUR DEMANDE
Étab^{ts} **J. RICHARD**, 25, rue Mélingue, Paris
Magasin de vente : 7, rue La Fayette (Opéra)



La PETITE POMPE MULTICELLULAIRE DAUBRON

CENTRIFUGE : Débit de 1.000 à 4.000 l./h.
Élévation de 10 à 40 mètres

ENCOMBREMENT... 0^m 500 × 0^m 300
POIDS 30 KILOGR.
VITESSE..... 2.800 T./M.

PRIX : A PARTIR de 1.180 francs LE GROUPE
A essence : 3.200 francs

Pompes DAUBRON
57, Avenue de la République - PARIS

R. C. SEINE : 74.456



**PNEUS
AUTO-AERO**

**CAOUTCHOUC
MANUFACTURÉ**

TOUTE L'ÉBONITE

- Bacs d'accumulateurs
- Planche noire marbrée gravée géométrique givrée, moirée
- Coffrets pour postes
- Bâtons, tubes
- Pièces moulées pour T. S. F., l'électricité, la soie artificielle et toutes industries

Etabl^{ts} PALLADIUM

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 6.000.000 de francs

Siège social et Usine :

**8, rue de la Grande-Ceinture, 8
ARGENTEUIL (S.-et-O.)**

Adresse télégraph. :
Palladium-Argenteuil

Téléphone : Wagram 99-61
Argenteuil 320

LES ENNUIS

des piles de sonnerie ont été supprimés
par **LES FERRIX**
(6 millions d'appareils en service)

De même,

LES ENNUIS

des accus, qu'il faut recharger constamment, sont totalement supprimés par

Les Blocs-Redresseurs FERRIX

utilisant les lampes Philipps ou Fotos ou Cynos, qui permettent de recharger sans le moindre ennui :

- soit les accumulateurs de 4 volts ;
- soit les accumulateurs de 80 volts ;
- soit les accus de 4 v. et de 80 v. séparément ;
- soit les accus de 4 v. et de 80 v. ensemble.

.....
EN VENTE CHEZ TOUS LES ÉLECTRICIENS



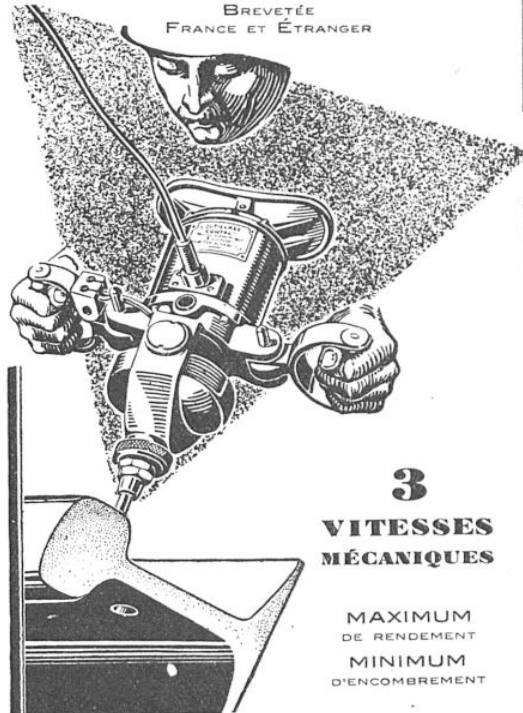
Dépôt et Agence générale des
Transformateurs FERRIX :

E. LEFEBURE
64, rue St-André-des-Arts
PARIS-6^e

qui envoie gratuitement, contre enveloppe timbrée, FERRIX-REVUE, avec tous les renseignements sur l'utilisation et les applications des FERRIX.

LA PERCEUSE ÉLECTRIQUE "CONTAL"

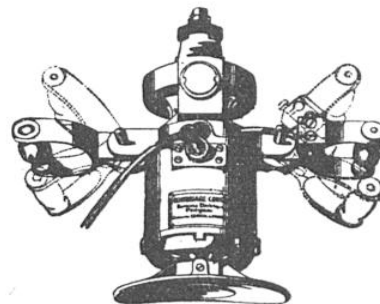
BREVETÉE
FRANCE ET ÉTRANGER



**3
VITESSES
MÉCANIQUES**

MAXIMUM
DE RENDEMENT
MINIMUM
D'ENCOMBREMENT

POIGNÉES ORIENTABLES



FABRICATION GARANTIE

L'OUTILLAGE "CONTAL"

SOCIÉTÉ ANONYME AU CAPITAL DE 1.200.000 FRCS

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



Il manque quelque chose à votre Poste de T.S.F. !...

Rendez-le vraiment pratique par l'adjonction du

Disjoncteur automatique "Watching"

qui vous permettra de **mettre en marche à distance** et d'**arrêter à distance**, par une simple pression sur un bouton de sonnerie, et qui, de plus, **coupera automatiquement**, à l'heure que vous désirerez, l'alimentation **totale** de votre poste.

Appareil robuste, fonctionnement sûr, montage extra-simple, rien à modifier à votre poste.
3 MODÈLES - PRIX . 280, 308 ET 336 FRANCS. — Notice détaillée franco

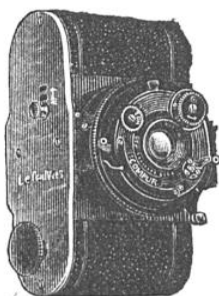
SPÉCIALITÉS PRATIQUES, 21, avenue Augustine, à LA GARENNE-COLOMBES (Seine)
Voir description, p. 257, numéro de Septembre Chèques Postaux Paris 695-98

Etab^{ts} MOLLIER

67, rue des Archives, Paris

Magasin de vente : 26, avenue de la Grande-Armée

Le "CENT-VUES"



MODÈLE 1928

Appareil photographique utilisant le film **cinématographique** normal perforé, par bandes de 2 mètres, soit 100 vues pouvant être projetées ou agrandies.

Nouveau modèle gainé, à chargement simplifié et muni d'un obturateur **Compur**.

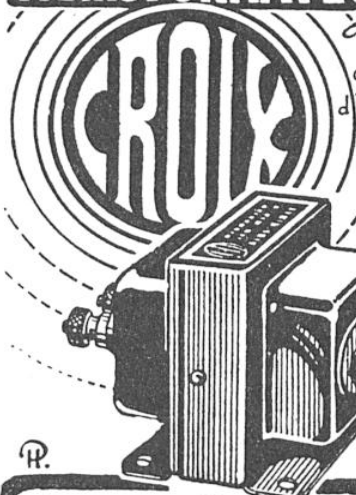
Prix de revient du cliché : 10 centimes

"L'ÉBLOUISSANT"

Éclairage intensif pour **PATHE-BABY**

APPAREILS CINÉMATOGRAPHIQUES
pour Familles, Enseignement, Patronages

TRANSFORMATEURS B.F.



Maximum de Pureté et d'Amplification.
Garanti un an

Constructions Électriques "CROIX"

3, Rue de Liège, 3 - PARIS

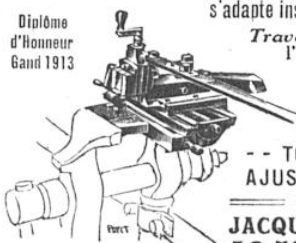
Téléph. : RICHELIEU 90-68 - Télégr. : RODISOLOR-PARIS

AGENCES

AMSTERDAM - BRUXELLES - BUDAPEST - COPENHAGUE - LISBONNE - LONDRES - OSLO - PRAGUE - STOCKHOLM - VARSOVIE - VIENNE - ZURICH

LA RAPIDE-LIME

Diplôme d'Honneur
Gagné 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

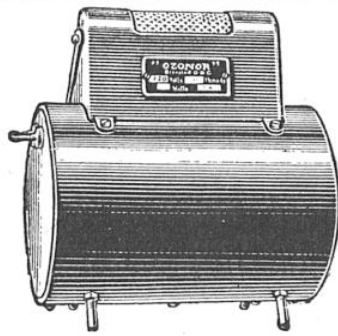
JACQUOT & TAVERDON
56-58, rue Regnault
Paris (13^e)

SEGMENTS CONJUGUÉS



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

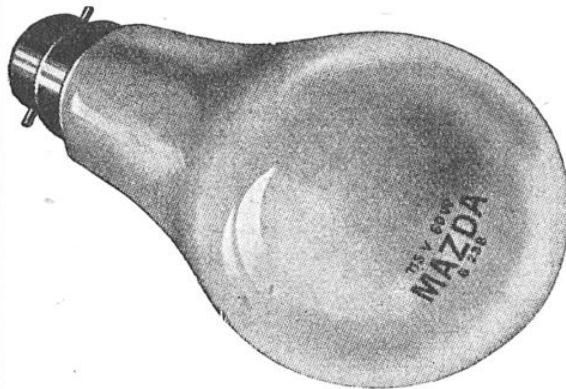
Pour 1 centime de l'heure

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 tous courants — NOTICE FRANCO

Etablissements OZONOR (CAILLIET, BOURDAIS & C^{ie}), 12, rue St-Gilles, Paris-3^e
Téléphone: Turbigo 85-38

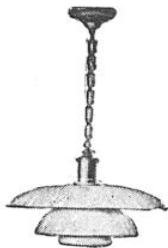


Vient
de
Paraître...



UN BON ÉCLAIRAGE

doit être
Abondant
Bien réparti — Bien diffusé.



Diffuseur
"DULCILITE"
Appareil rationnel
Eclaire sans éblouir

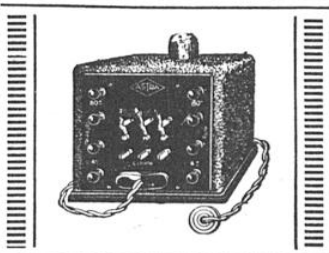
Vous l'obtiendrez
**AVEC LA LAMPE
MAZDA
PERLE**

"SÉRIE STANDARD"
et les appareils d'éclairage

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



**LAMPE
portative**
Appareil rationnel
Eclaire sans éblouir



UNE NOUVEAUTÉ INTÉRESSANTE dans la recharge des accus

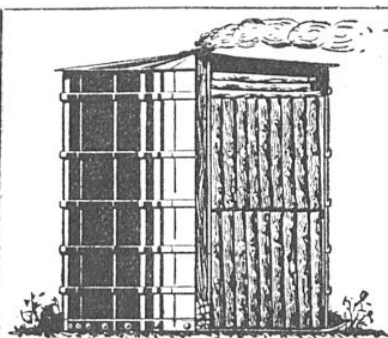
Les Etablissements "ASTRA" viennent de créer un appareil automatique qui recharge **simultanément** les batteries de 4 et 80 volts, sans avoir à débrancher les accus ou le poste.
C'est le chargeur idéal pour l'amateur de T.S.F.

Nous construisons également des chargeurs automatiques pour automobiles.

Etabl^{ts} ASTRA, 51, rue de Lille, PARIS (Tél.: Littre 85-54)

Prix : 250 fr.

NOTICE S SUR DEMANDE



ÉTS C. DELHOMMEAU, A CLÉRÉ (I.-&-L.)

◇◇◇◇◇

APPAREILS POUR LA FABRICATION ÉCONOMIQUE DU CHARBON DE BOIS

Modèles 1 à 500 stères de capacité, à éléments démontables
instantanément, pour la carbonisation de tous genres de
bois : bois de forêts, débris de scierie, bois coloniaux, etc...

◇◇◇◇◇

FOURS FIXES EN MAÇONNERIE, 25 à 250 mètres cubes
FOURS POUR BOURRÉES, FIXES OU PORTATIFS

Catalogue S sur demande.

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

LA
Maison
M. POULOT
Leon POUILLET Directeur
ACHAT & VENTE
de Timbres Poste pour Collection
Adresse gratis sur demande le
Bulletin des Philatélistes
16, AVENUE DE
L'OPÉRA
PARIS

T.
S.
F.

Ets V. M. M., 11, r. Blainville, Paris (Ve)

POSTES A GALÈNE
depuis 60 fr.

POSTES A LAMPES
toutes longueurs d'ondes

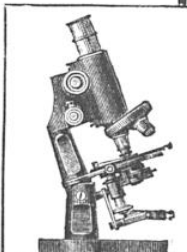
Pièces détachées

APPAREILS SCIENTIFIQUES
NEUF ET OCCASION

Matériel de Laboratoire, Produits chimiques

Microtome GENAT

Notices gratuites T et S - Cat. gén. 1 fr. 25

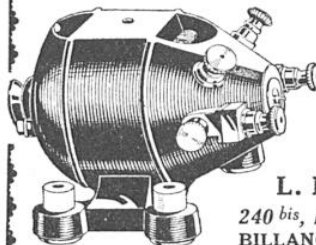


Microscope V. M. M.

Le Microdyne

LE PLUS PETIT MOTEUR
INDUSTRIEL DU MONDE

MOTEURS UNIVERSELS
DE FAIBLE PUISSANCE



L. DRAKE, Constructeur
240 bis, Boulev. Jean-Jaurès
BILLANCOURT - Molitor 12-39

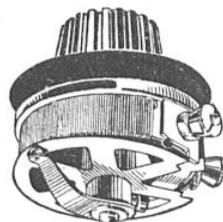
Les nouveaux Rhéostats et Potentiomètres REXOR SANS FROTTEUR

Suppriment Coupures et Crachements. Assurent un Contact parfait

LA PLUS BELLE PRÉSENTATION
LE MEILLEUR FONCTIONNEMENT

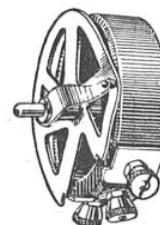
Toute une gamme de cadrans : aluminium, celluloid blanc et noir,
enjoleur nickelé, etc...

CATALOGUE GÉNÉRAL N° 31 franco



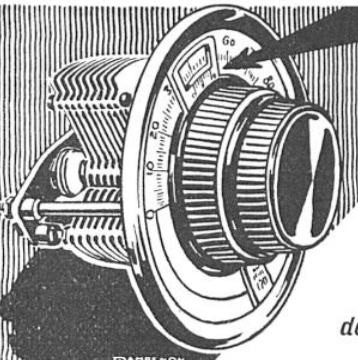
Breveté S. G. D. G. tous pays

GIRESS, 40, Boulevard Jean-Jaurès, Clichy (Seine)
Téléphone : MARCADET 37-81



Vue mécanique

LES C.V. TAVERNIER
1924 SONT A



C.V.
0,5/1.000
DÉMULTIPLIÉ

■ **Nouvelle**
démultiplication
à billes
(TYPE DU SALON)

■
Cadran vernier micrométrique
(1.000 points précis de lecture)

.....
EN VENTE PARTOUT

VENTE EN GROS : 71^{ter}, rue François-Arago
MONTREUIL (Seine)

Tarif 6 GRATUIT SUR DEMANDE

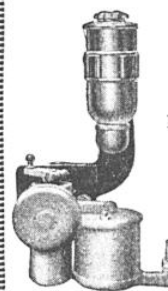
EXTINCTEURS

Dévisser... Appuyer... Pomper...
C'est vieux !!! C'est long !!!

"ASSURO"

Extincteur pour :: Automobiles

à 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 Le Seul
Extincteur
se déclanchant sous
l'action du feu

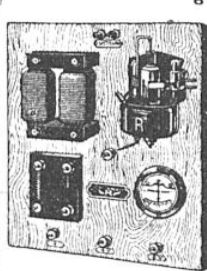
Prix : 220 francs

Recharge : 25 francs

EN VENTE dans les bons Garages et
Maisons d'accessoires d'automobiles.

CHARGER soi-même ses **ACCUMULATEURS**
sur le Courant Alternatif devient facile
avec le

CHARGEUR L. ROSENGART
B. S. 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**

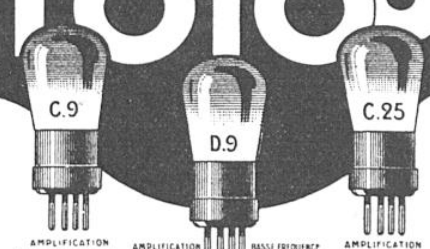
Notice gratuite sur demande
21, Champs-Élysées, PARIS
TÉLÉPHONE : ELYSÉES 66 60

5 ANS D'EXPÉRIENCE
15.000 APPAREILS
EN SERVICE

Publicité H. DUPIN, Paris

LAMPES DE T.S.F.

FOTOS



AMPLIFICATION HAUTE MOYENNE BASSE FREQUENCE DETECTRICE

AMPLIFICATION BASSE FREQUENCE

AMPLIFICATION BASSE MOYENNE FREQUENCE

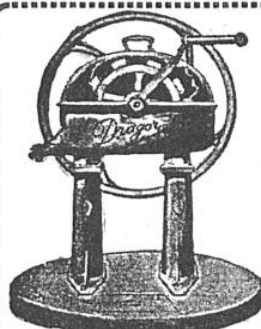
NOUVELLE SÉRIE
DE LAMPES DE RÉCEPTION A TRÈS FORTE
ÉMISSION ÉLECTRONIQUE
FABRICATION
GRAMMONT

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



Voir article, n° 83, page 446.

DRAGON

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 DRAGON
LE MANS (Sarthe)

R. C. Paris 14.697

Ch. Postaux 329.60

La Verrerie Scientifique

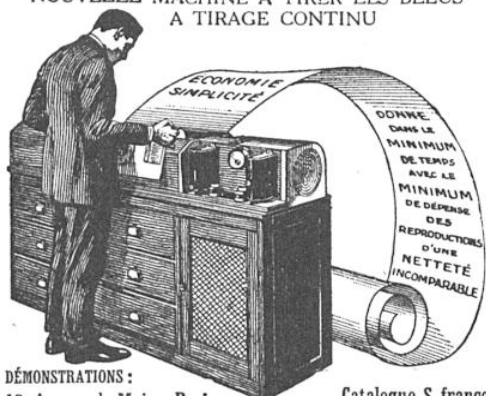
Adr. télégr. :
SCIENTIVER-PARIS
Code télégr. : AZ

Téléphone :
LITRE 94-62
— 01-63



L'ÉLECTROGRAPHE "REX"

NOUVELLE MACHINE À TIRER LES BLEUS
À TIRAGE CONTINU



DÉMONSTRATIONS :
12, Avenue du Maine, Paris

Catalogue S franco



Fait toutes opérations

Vite, sans fatigue, sans erreurs
INUSABLE — INDÉTRACABLE

En étui porte-feuille, façon cuir **40 fr.**

En étui portefeuille, beau cuir : 65 fr. — **SOCLE** pour le bureau : 15 fr. —

BLOC chimique perpétuel spéc. adaptable : 8 fr. Franco c. mandat ou rembourss

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

PAIL'MEL

EXIGER SUR LES SACS
PAIL'MEL
M.L.
TOURY
MARQUE DÉPOSÉE

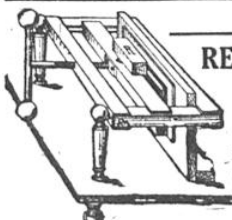
**POUR CHEVAUX
ET TOUT BÉTAIL**

USINE FONDÉE EN 1901 À TOURY (EURE-LOIR)
Reg. Comm. Chartres B. 41



**TIMBRES-POSTE AUTHENTIQUES
DES MISSIONS ÉTRANGÈRES**

Garantis non triés, vendus au kilo
Demandez la notice explicative au
Directeur de l'Office des Timbres-
Poste des Missions, 14, rue des Re-
doutes, TOULOUSE (France).
R. C. TOULOUSE 4.568 A



RELIER tout SOI-MÊME
est une distraction

à la portée de tous
Demandez l'album illustré de
l'Outillage et des Fournitures,
franco contre 1 fr. à
V. FOUGÈRE & LAURENT, à ANGOUËME

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

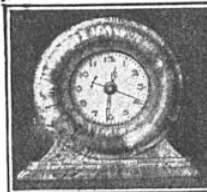
Envoi contre remb., port en sus : 1.95

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
9, rue de Sèvres — Paris-6^e



"PYGMY"LA NOUVELLE LAMPE A MAGNÉTO
INÉPUISABLESe loge dans une poche de gilet
dans le plus petit sac de dame

Poids : 175 gr. Présentation de grand luxe. Fabrication de haute qualité.

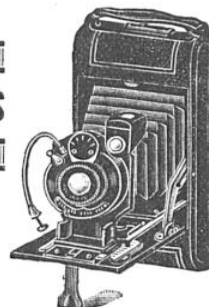
Prix imposé : 70 francs

DEMANDEZ CATALOGUE B

A ANNECY (H.S.), chez MM. MANFREDI Frères et C^e, avenue de la Plaine
A PARIS, chez GENERAL OVERSEA EXPORT C^e, 14, rue de Bretagne, Paris-3^e
Téléphone : Archives 46-95. - Télég. : Genovieg-Paris.Concessionnaire pour l'Italie :
Roberto ULMANN, 1, Piazza Grimaldi, Genova 6**HERMAGIS**NOUVEAUX MODÈLES
1929

OBJECTIFS

APPAREILS



PHOTOGRAPHIQUES

Envoi franco, sur demande aux
Et^{es} HERMAGIS, 29, r. du Louvre, Paris
du catalogue S. V. 1929**TOITURES - TERRASSES**en dalles de ciment hydrofugé
Jointoyées au mastiblan

Système breveté S. G. D. G.

SIMPLICITÉ — ROBUSTESSE

CIRCULATION FACILE

ASPECT AGRÉABLE

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° 2
FRANCO SUR DEMANDE**L'INTERMÉDIAIRE**

17, Rue Monsigny, Paris

MAISON FONDÉE EN 1894

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



**JEUNES GENS
CLASSES 1929-30**

réformés, personnes faibles, rendez-vous forts et robustes par la nouvelle méthode de culture physique de chambre, sans appareils, 10 minutes par jour, pour créer une nation forte et saine et défendre la patrie.
Méthode spéciale pour grandir.
Brochure gratis contre timbre.

E. WEHRHEIM
Agay (Var)



POUR AVOIR DE BELLES

Roses

DES Fruits ET DES Fleurs

DEMANDEZ AUX
GRANDES ROSERAIES DU VAL DE LA LOIRE ORLÉANS
le Catalogue illustré par la photo en couleurs franco
PROFITEZ DU SUPERBE COLIS-RECLAME DE
10 variétés de roses buissons à grosses fleurs parfumées fleurissant depuis le mois de Mai jusqu'à Novembre plantés d'expédition pour 45^{fr} franco port et emballage toutes garanties. Transmissions commerciales.
CHÈQUES POSTAUX ORLÉANS 22

UN HAUT-PARLEUR DE QUALITÉ

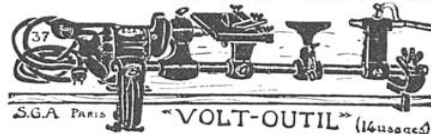
FIDÈLE
APÉVOX
SENSIBLE



PUISSANT
APÉVOX
NET

A. PLANCHON, constructeur
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 »

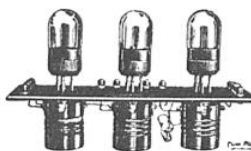


Qui que vous soyez (artisan ou amateur), **VOLT-OUTIL** s'impose chez vous, si vous disposez de courant lumière.
Il forme 20 petites machines-outils en UNE SEULE.
Il perce, scie, tourne, meule, polit, etc..., bois et métaux pour 20 centimes par heure.

SUCCÈS MONDIAL

SPÉCIALITÉ DE BOBINAGES pour LABORATOIRES

Transformateurs HF — Oscillatrices — Tous transfo moyenne fréquence — Selfs semi-apériodiques — Selfs de choc, etc.



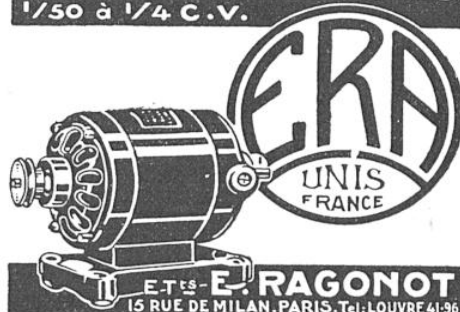
AMPLIFICATEURS M F
complets, depuis 330 fr.

TRANSFORMATEURS
et filtre séparés, dep. 35 fr.

Catalogue général 37 contenant nombreux schémas et plans de réalisation :
France, 0 fr. 50
Etranger, 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.



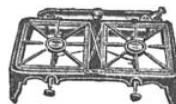
E. T. S. E. RAGONOT
15 RUE DE MILAN, PARIS. Tél.: LOUVRE 41-96

ÉCLAIRAGE INTENSIF CHAUFFAGE PUISSANT

au gaz d'essence
et de pétrole



DEMANDEZ TOUS CATALOGUES S. V. 21 à
L'INCANDESCENCE PAR L'ESSENCE
15, rue de Marseille, 15
PARIS (X^e)



R. C. Seine
28.793

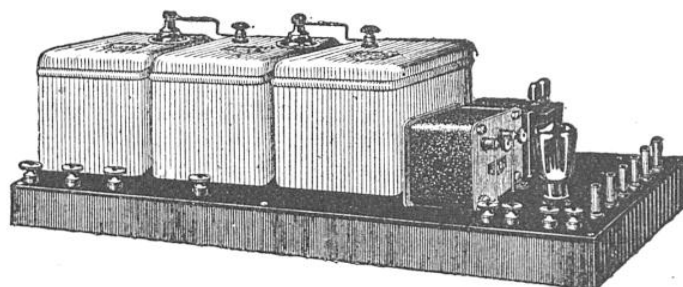
Téléphone :
Nord 48-77

La marque

A.C.E.R.

de qualité

PRÉSENTE, EN PIÈCES DÉTACHÉES, DES MONTAGES
ULTRA-MODERNES D'UN RENDEMENT INSURPASSABLE,



Bloc "SUPER S 5 B", à éléments blindés

D'UNE GRANDE SIMPLICITÉ DE RÉALISATION ET DE
RÉGLAGE, D'UN FONCTIONNEMENT SUR ET GARANTI

Notices franco sur demande en se référant de *La Science et la Vie*

ATELIERS DE CONSTRUCTIONS ÉLECTRIQUES DE RUEIL

4^{ter}, avenue du Chemin-de-Fer, RUEIL (Seine-et-Oise) Téléph. : Rueil 301

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.
ÉTRANGER.....	Trois mois.....	50 fr.
	Six mois.....	100 fr.
	Un an.....	200 fr.

SPÉCIMEN FRANCO
sur demande

En s'abonnant 20, rue d'Enghien,
par mandat ou chèque postal
(Compte 5970), demandez la liste et
les spécimens des

PRIMES GRATUITES
fort intéressantes



La Pile EIFFELLA T.S.F.

— La SEULE PILE de

à grande durée, vendue directement aux amateurs, livrée toujours fraîche et bon marché
BLOC 45 volts : 19 fr. - PILE 90 v. : 38 fr. - PILE 90 v. triple capacité pour super : 76 fr.
Franco en province contre mandats de : Bloc, 26 fr. ; Pile 46 fr. ; Pile triple capacité, 92 fr.
EIFFELLA, fabricant, 14, rue de Bretagne, 14 - PARIS-3^e

DIMANCHE-ILLUSTRÉ

SPÉCIMEN FRANCO SUR DEMANDE
 20, Rue d'Enghien, PARIS



MAGAZINE ILLUSTRÉ EN COULEURS
 POUR LES GRANDS ET LES PETITS
 AMUSANT - DOCUMENTAIRE - INSTRUCTIF
16 pages - PRIX : 50 cent.



ABONNEMENTS

	3 mois	6 mois	1 an
France, Colonies et Régions occupées.	6 frs	12 frs	24 frs
Belgique.	9 frs	18 frs	35 frs
Étranger.	15 frs	28 frs	55 frs

INVENTEURS
 Pour vos
BREVETS
 Adr. vous à: WINTHER-HANSEN, Ingénieur-Conseil
 35, Rue de la Lune, PARIS (2^e) Brochure gratuite!



CHIENS DE TOUTES RACES

de garde et policiers jeunes et adultes supérieurement dressés, Chiens de luxe et d'appartement, Chiens de chasse courants, Ratiers, Enormes chiens de trait et voitures, etc.

Vente avec faculté échange en cas non-convenance. Expéditions dans le monde entier. Bonne arrivée garantie à destination.

SELECT-KENNEL, Berchem-Bruxelles (Belgique) Tél.: 604-71

CHEMINS DE FER DE PARIS A LYON
 ET A LA MÉDITERRANÉE

AGENDA P.-L.-M. 1929

Si vous désirez vous assurer un exemplaire de l'Agenda P.-L.-M. 1929 (son prix est de 10 francs), retenez-le chez votre libraire ; plus tard, vous n'en trouveriez plus. Vous vous le procurerez aussi dans les agences, bureaux de ville, gares et grands trains du réseau P.-L.-M., ainsi que dans les agences de voyage et les grands magasins de nouveautés à Paris. Vous pouvez également le recevoir à domicile, par envoi recommandé, en adressant à cet effet, au service de publicité de la Compagnie P.-L.-M., 20, boulevard Diderot, à Paris, un mandat-poste de 12 fr. 65 pour la France, de 17 fr. 50 pour l'étranger. Tous les bibliophiles savent que l'Agenda P.-L.-M. est un ouvrage d'une présentation artistique, littéraire et typographique irréprochable. L'édition de 1929 contient seize illustrations hors texte en couleurs, qui, à elles seules, valent plus que son prix ; douze cartes postales en héliogravure y ajoutent encore. Ces compositions et les chroniques, contes, nouvelles, légendes qu'elles accompagnent et qui s'ornent, en outre, d'une suite nombreuse de photographies et de dessins, sont l'œuvre d'excellents artistes et écrivains.

Les Stéréoscopes Auto-Classeurs

MAGNÉTIQUES

45x107 **PLANOX** 6x13

Breveté France et Etranger

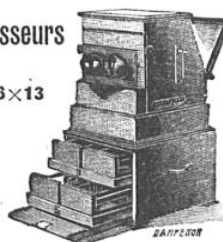
PLANOX ROTATIF

Super-classeur à paniers interchangeables
 100 clichés 6x13 ou 45x107,
 sans intermédiaires, en noir ou couleurs, prêts à examiner ou projeter.

Séréos à mains PLANOX

Les mieux faits. — Tous genres. — Tous formats.

Etab. A. PLOCCQ, 26-28, r. du Centre, Les Lilas (Seine)



Le PLANOX



TIMBRES DES MISSIONS

Au kilo, par paquets de 500, 250, 125 grammes. Beaucoup d'Afrique du Nord. Notice gratis. Bien des kilos. Annonces ordinaires. "Timbres Missions". Boîte 268, Casablanca.

INVENTIONS ET RÉALISATIONS FINANCIÈRES

SOCIÉTÉ D'ÉTUDE ET DE VALORISATION EN PARTICIPATION

22, rue d'Athènes, 22 - PARIS (9^e) — Téléphone: Central 96-13 et Louvre 50-06

Brevets d'invention en France et à l'Étranger. — Toutes opérations relatives à la Propriété industrielle. — Négociation des brevets. — Valorisation des inventions. — Recherche de capitaux. — Constitution de Sociétés industrielles.



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

(25^e année) 152, avenue de Wagram, PARIS-17^e (25^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 CONTREMAÎTRES D'ATELIER

Arithmétique. — Algèbre. — Géométrie pratique. — Notions de physique et de mécanique. — Éléments de construction mécanique. — Croquis coté et dessin industriel. — Technologie.
Prix de la préparation 325 fr.

CHEFS D'ATELIER ET CHEFS DE BUREAU DE DESSIN

Arithmétique. — Algèbre. — Géométrie. — Trigonométrie. — Physique. — Mécanique. — Résistance des matériaux. — Règle à calcul. — Construction mécanique. — Outillage et machines-outils. — Croquis coté et dessin industriel.
Prix de la préparation 600 fr.

SOUS-INGÉNIEURS DESSINATEURS ET SOUS-INGÉNIEURS D'ATELIER

Compléments d'algèbre et de géométrie, de résistance des matériaux, de construction mécanique. — Cinématique appliquée. — Règle à calcul. — Électricité industrielle. — Machines et moteurs.
Prix de cette préparation 800 fr.

INGÉNIEURS DESSINATEURS ET INGÉNIEURS D'ATELIER

Éléments d'algèbre supérieure. — Mécanique théorique. — Mécanique appliquée. — Résistance des matériaux. — Usinage moderne. — Construction mécanique. — Règle à calcul. — Construction et projets de machines-outils. — Machines motrices. — Croquis coté. — Dessin industriel. — Électricité.
Prix de la préparation 1.250 fr.

DIPLOME SUPÉRIEUR

Préparation ci-dessus, avec en plus : Calcul différentiel. — Calcul intégral. — Géométrie analytique. — Mécanique rationnelle. — Résistance des matériaux. — Physique industrielle. — Chimie industrielle. — Géométrie descriptive.
Prix de ce complément 600 fr.

ÉLECTRICITÉ

DIPLOME D'APPRENTI-MONTEUR

Étude de l'électricité complète, sous une forme très simple, ne nécessitant aucune connaissance mathématique.
Prix 120 fr.

DIPLOME DE MONTEUR ÉLECTRICIEN

Cours comprenant 100 leçons d'électricité parfaitement graduées, très simples, n'exigeant que les connaissances du certificat d'études. — Prix 200 fr.

a) CONTREMAÎTRE-ÉLECTRICIEN

Notions d'arithmétique, algèbre, géométrie et physique. — Électricité industrielle. — Dessin électrique. — Prix 250 fr.

b) DESSINATEUR-ÉLECTRICIEN

Même préparation que ci-dessus, avec en plus : compléments de dessin. — Technologie du dessin électrique. — Résistance des matériaux. — Arithmétique. — Géométrie et algèbre pratiques. — Notions de mécanique. — Règle à calcul.
Prix du complément de préparation 250 fr.
De l'ensemble a et b 450 fr.

c) CONDUCTEUR-ÉLECTRICIEN

Arithmétique. — Algèbre. — Géométrie. — Physique. — Trigonométrie. — Mécanique. — Résistance des matériaux. — Règle à calcul. — Technologie de l'atelier. — Construction mécanique. — Machines industrielles. — Électricité industrielle. — Dessin. — Prix 700 fr.

d) SOUS-INGÉNIEUR ÉLECTRICIEN

Même préparation que conducteur, avec en plus : Chimie. — Physique. — Dangers des courants. — Unités. — Conduites des appareils. — Bobinage. — Notions d'hydraulique. — Mesures. — Éclairage. — Complément de mathématique. — Béton armé.
Prix de ce complément 500 fr.
Prix de l'ensemble c et d 1.000 fr.

e) INGÉNIEUR-ÉLECTRICIEN

Algèbre supérieure. — Compléments de physique. — Mécanique. — Applications mécaniques de l'électricité. — Calcul des machines. — Essais. — Électricité théorique. — Production et distribution. — Construction de l'appareillage. — Electrochimie. — Éclairage. — Hydraulique. — Projets. — Prix 1.250 fr.

f) DIPLOME SUPÉRIEUR

Même préparation que ci-dessus, avec en plus : Mathématiques supérieures. — Mécanique rationnelle. — Electrotechnique. — Installation d'usines hydroélectriques. — Mesures.
Prix de cette partie. 500 fr. | Prix de e et f. 1.600 fr.

CHEMINS DE FER, MARINE, ÉCOLES

Préparation à tous les programmes officiels.

COURS SUR PLACE

L'ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL, 152, avenue de Wagram, Paris, répondra par lettre à toute demande complémentaire accompagnée d'un timbre pour la réponse.

Les prix indiqués sont pour le paiement par mois. — En payant au comptant, il est fait une réduction de 20 0/0.

L'École Universelle

par correspondance de Paris

PLACÉE SOUS LE HAUT PATRONAGE DE L'ÉTAT

la plus importante école du monde, vous offre les moyens d'acquérir chez vous, sans quitter votre résidence, sans abandonner votre situation, en utilisant vos heures de loisirs, avec le minimum de dépense, dans le minimum de temps, les connaissances nécessaires pour devenir :

**INGÉNIEUR,
SOUS-INGÉNIEUR,
CONDUCTEUR,
DESSINATEUR,
CONTREMAÎTRE,
Etc....**

dans les diverses spécialités :

**Électricité
Radiotélégraphie
Mécanique
Automobile
Aviation
Métallurgie
Mines
Travaux publics**

**Architecture
Béton armé
Chauffage central
Topographie
Industrie du froid
Chimie
Exploitation agricole
Agriculture coloniale**

Demandez l'envoi gratuit de la Brochure n° 8733.

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° 8737.

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. , Q. I., Ingénieur-Directeur

12, rue Du Sommerard et 3, rue Thénard
PARIS (V^e)

Polygone et Ecole d'Application
CACHAN, près Paris

1^o ÉCOLE DE PLEIN EXERCICE

RECONNUE PAR L'ÉTAT, AVEC DIPLOMES OFFICIELS D'INGÉNIEURS
900 élèves par an - 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 ;

5^o Ecole supérieure du Froid industriel : Diplôme d'Ingénieur Frigoriste.

3^o Ecole supérieure de Mécanique et d'Electricité : Diplôme d'Ingénieur Electricien ;

4^o Ecole supérieure de Topographie : Diplôme d'Ingénieur Géomètre ;

SECTION ADMINISTRATIVE

pour la préparation aux grandes administrations techniques (*Ingénieurs des Travaux publics de l'Etat, de la Ville de Paris, etc...*).

SECTION DES CHEMINS DE FER

organisée sur l'initiative des grandes Compagnies de Chemins de fer pour le perfectionnement de leur personnel.

Les Concours d'admission ont lieu, chaque année, en deux sessions : 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-huit ans, sous le nom d'ÉCOLE CHEZ SOI, l'Enseignement par Correspondance pour ingénieurs et techniciens, qui est donné au moyen de Cours imprimés ayant une réputation mondiale et représentant, à eux seuls, le prix de l'enseignement.

La méthode d'Enseignement par Correspondance, l'ÉCOLE CHEZ SOI, n'a, d'ailleurs, pas d'analogue dans aucun pays, et les diplômes d'Ingénieurs délivrés, bien que non officiels, ont la même valeur que ceux obtenus par l'ÉCOLE DE PLEIN EXERCICE, sur laquelle elle s'appuie et qu'elle est seule à posséder.

DIPLOMES ET SITUATIONS AUXQUELS CONDUIT L'ENSEIGNEMENT

1^o Situations industrielles : Travaux publics - Bâtiment - Electricité - Mécanique - Métallurgie - Mines - Topographie - Froid industriel.

2^o Situations administratives : Ponts et Chaussées et Mines - Postes et Télégraphes - Services vicinaux - Services municipaux - Génie rural - Inspection du Travail - Travaux publics des Colonies - Compagnies de chemins de fer, etc., etc...

3^o LIBRAIRIE DE L'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE

Edition d'ouvrages techniques de tout premier ordre soigneusement choisis.

NOTICES, CATALOGUES ET PROGRAMMES SUR DEMANDE ADRESSÉE A L'

ÉCOLE DES TRAVAUX PUBLICS

12 et 12 bis, rue Du Sommerard, PARIS (V^e)

en se référant de "La Science et la Vie"