

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.

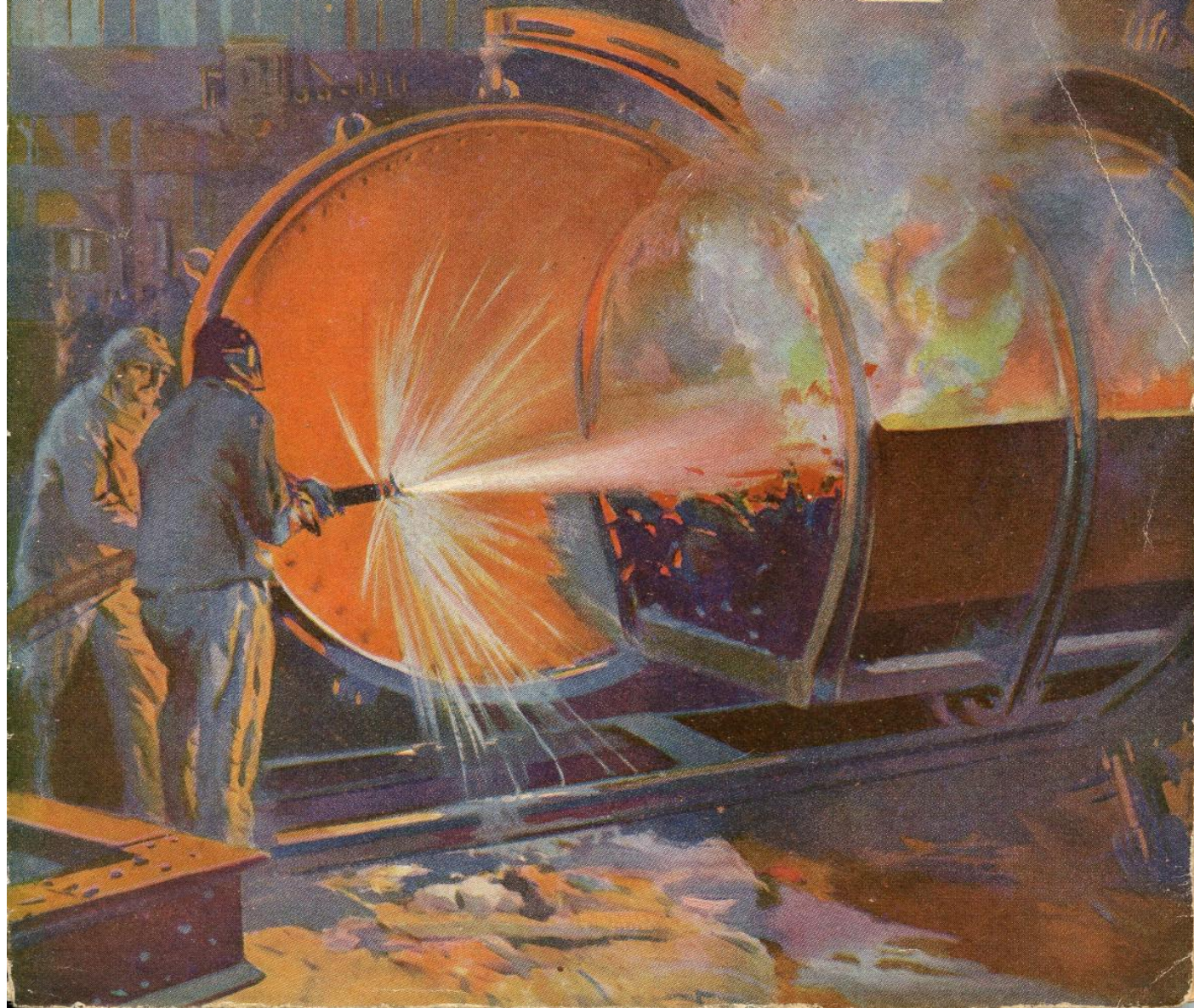
Notice du Volume	
Auteur(s) volume	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Volume	Tome 19. n. 54. Décembre 1920-Janvier 1921
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1920-1921
Collation	1 vol. (192 p.) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 54
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique 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.054

N° 54. - Prix : 3 fr.

Janvier 1921.

8 FR.

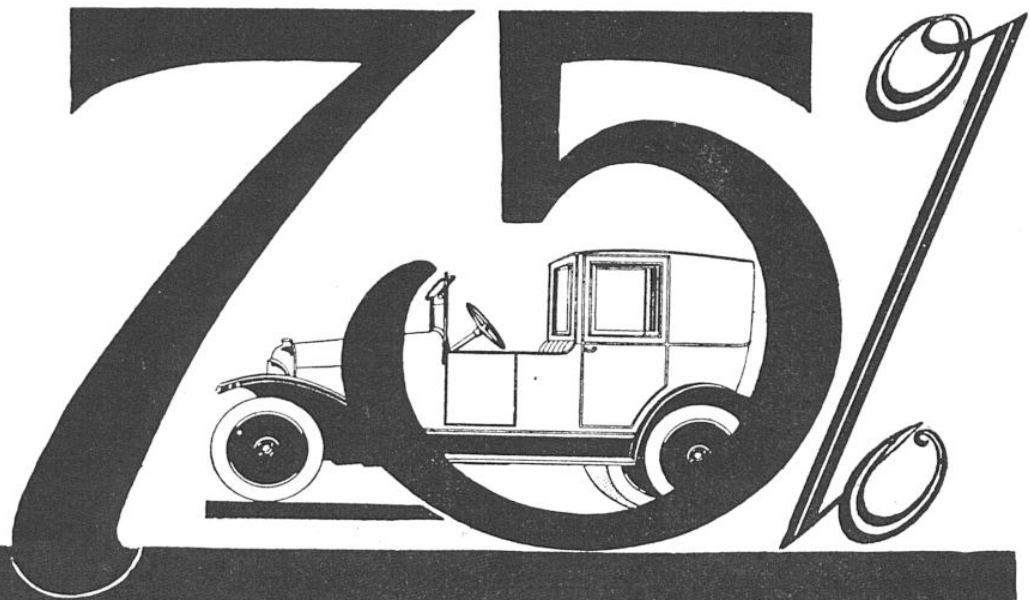
LA SCIENCE ET LA VIE



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

La première voiture française construite en grande série

Une économie de



AVEC LA

10^{HP} CITROËN

POUR VOS COURSES EN VILLE



Pour l'hiver, mettez au garage
votre grosse voiture qui dépense
100 fr. par jour et servez-vous de votre
10^{HP} CITROËN qui ne dépense que
25 francs, soit 75% d'économie

ANDRÉ CITROËN INGÉNIEUR
CONSTRUCTEUR 113-143, Quai de Javel, PARIS.



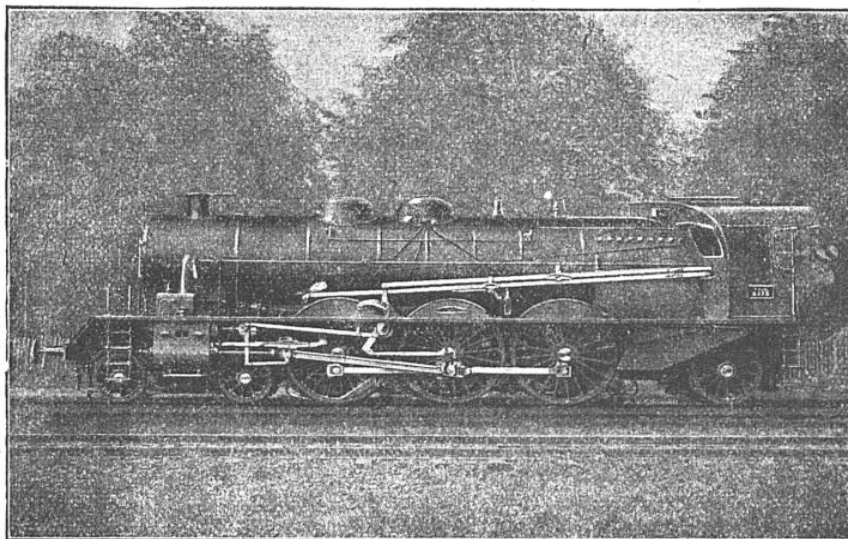
Usines à :

BELFORT
MULHOUSE (Haut-Rhin)
GRAFFENSTADEN (Bas-Rhin)

Maisons à :

PARIS, 4, rue de Vienne
LYON, 13, rue Grolée
LILLE, 61, rue de Tournai
NANCY, 21, rue St Dizier

SOCIÉTÉ ALSACIENNE DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES ■ ■ ■



Locomotives à Vapeur pour voie normale et pour voie étroite

AUTRES FABRICATIONS : Chaudières - Machines et Turbines à vapeur - Moteurs à gaz - Machines soufflantes - Matériel électrique pour toutes applications - Traction électrique - Fils et câbles isolés pour l'électricité - Machines pour l'industrie textile - Machines et appareils pour l'industrie chimique - Machines-Outils pour le travail des métaux - Petit outillage - Crics - Vérins - Bascules - Transmissions.

UNIS
FRANCE

NETTOYAGE PAR LE VIDE

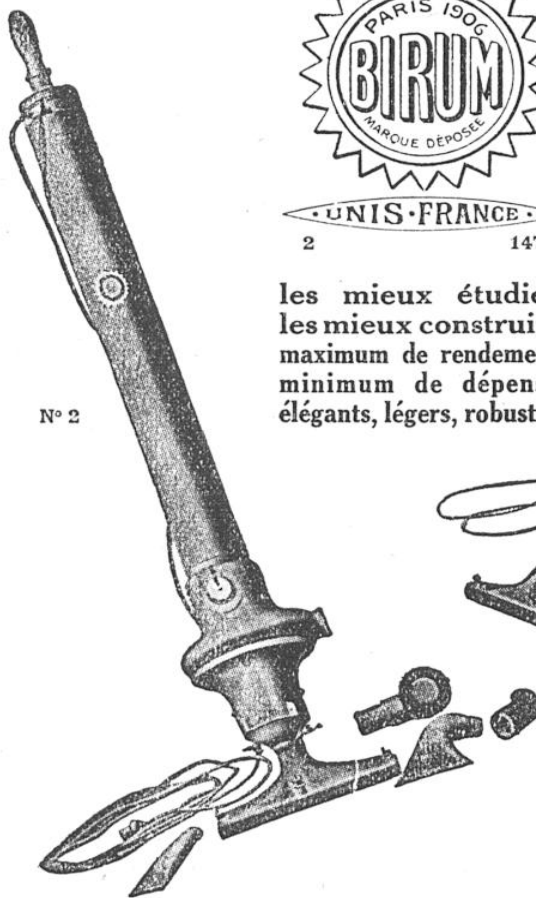
APPARTEMENTS, BUREAUX, ATELIERS, MAGASINS avec
les ASPIRATEURS portatifs

BIRUM ÉLECTRIQUES OU A MAIN



UNIS-FRANCE
2 147

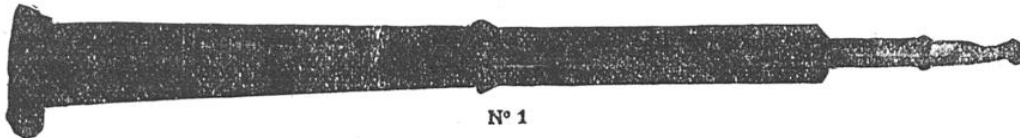
les mieux étudiés,
les mieux construits,
maximum de rendement,
minimum de dépense,
élégants, légers, robustes.



Envoi de Catalogues franco sur demande

R. BIMM, Const^r

69, Rue de la Goutte-d'Or, 69
AUBERVILLIERS (Seine)

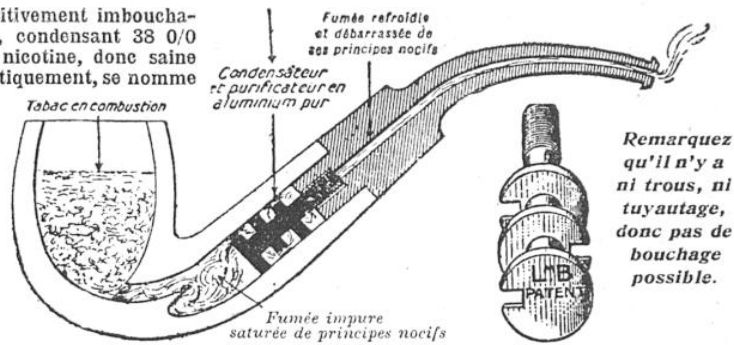


LA PIPE

et agréable à tous, se nettoyant automatiquement, se nomme la **PIPE L. M. B.** Approuvée à l'unanimité par la Société d'Hygiène de France, ses purs modèles anglais, d'une ligne impeccable et remarquablement finis, sont robustement taillés en plein cœur de vieille racine de bruyère odoriférante.

Curieuse brochure : *Ce qu'un fumeur doit savoir et la manière de choisir et soigner vos pipes*, envoyée gratis par L. M. B. PATENT PIPE, 182, rue de Rivoli, Paris.

En vente : L. M. B. PIPE, 182, rue de Rivoli ; 125, r. de Rennes, à Paris ; 9, r. des Lices, à Angers ; Galeries Lafayette, Louvre, Printemps, Samaritaine et tous Grands Magasins.



GRAND PRIX BRUXELLES 1910

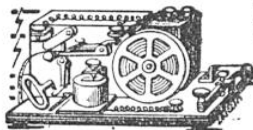
LE MEILLEUR, LE MOINS CHER
DES ALIMENTS MÉLASSÉS

PAIL'MEL

ETTERIE MARQUE
PAIL'MEL
M.L.
1910

POUR CHEVAUX
ET TOUT BÉTAIL

USINES À VAPEUR À TOURY (EURE-ET-LOIR)



ÉCOLE SPÉCIALE
de **T.S.F.**

69, R. FONDARY, Paris-15°
agréée par l'État, patronnée
par les C^{ies} de Navigation.

COURS ORAUX (SOIR ET JOUR) et par CORRESPONDANCE
Préparant à tous les examens officiels

Études techniques bien à la portée de tous (400 figures)
pour AMATEURS ou BONNES SITUATIONS :
P.T.T. - 8^e Génie - Marine - C^{ies} Maritimes - Colonies - etc.

LECTURE au SON et MANIPULATION en 1 MOIS, seul, chez soi
au moyen du **RADIOPHONE**, seul appareil pratique
Références dans le monde entier

Préparation toute spéciale ASSURANT le SUCCÈS
à tous les élèves en quelques mois

Appareils Modernes de T.S.F. - Demander Notice A et réf. 0 f. 25

Si vous désirez sur votre
automobile un éclairage
parfait avec des appa-
reils élégants et robustes

DEMANDEZ LE CATALOGUE DES

PHARES BESNARD

Vous y trouverez tout ce qui
convient, électricité ou acéty-
lène pour la voiture de luxe
aussi bien que pour le camion.

Nouveaux modèles de lanternes à essence

LES VESTALES

à réglage par rotation extérieure... Les
seules qui ne s'éteignent pas.

60, Bd Beaumarchais - PARIS-XI^e

Pour les Travaux de RESTAURATION DES FAÇADES

Pourquoi employer la pierre
dont le prix dispendieux est
évitée par l'emploi de la

CIMENTALINE

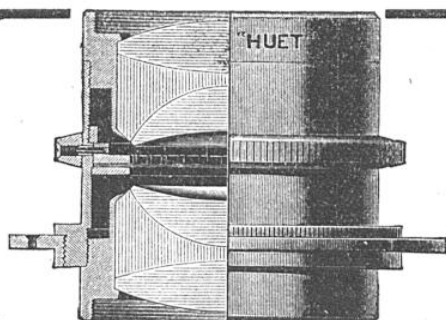
REMPLAÇANT AVANTAGEUSEMENT LA PIERRE

Fabrication Scientifique des SIMILI-PIERRE

J.-B. BROUTIN
17, Rue de l'Ourcq, PARIS (19^e)

Téléphone : Nord 33-45

RAPIDITÉ D'EXÉCUTION
ASPECT ET SOLIDITÉ DE LA PIERRE
MINIMUM DE TEMPS ET DE DÉPENSE



CATALOGUE FRANCO

Exiger les **“HUET”**
OBJECTIFS

ANASTIGMATS

Comparables aux meilleures marques étrangères

Ouvertures : 3,5 - 4,5 - 6 et 6,5 symétrique

SOCIÉTÉ GÉNÉRALE D'OPTIQUE

Constructeur des jumelles à prismes “Huet”

76, Boulevard de la Villette, Paris



Appareils pour les Sciences et l'Industrie

G. PÉRICAUD

CONSTRUCTEUR

**USINES
PARIS-LYON**

Tél.: Roquette 00-97 **85, Boulevard Voltaire, 85, PARIS-XI^e**

Maison fondée en 1900

CHAUFFAGE ÉLECTRIQUE A BON MARCHÉ

“ÉLECSOL” Projecteur intégral de chaleur **“ÉLECSOL”**

CHAUFFAGE INSTANTANÉ

Est le complément indispensable du chauffage central ou de la Salamandre, en évite les complications. Se branche à la place de n'importe quelle lampe sans changer le compteur.

RENDEMENT INTENSIF

Grâce à son miroir parabolique et à la forme conique de la résistance spécialement étudiée; les rayons de chaleur sont concentrés en un faisceau qui est projeté sur l'endroit à chauffer.

ÉLÉGANCE ✻ **ÉCONOMIE**

L'« **ELECSOL** », entièrement en cuivre poli, est fourni avec deux mètres de fil conducteur, terminé par une prise de courant baïonnette.

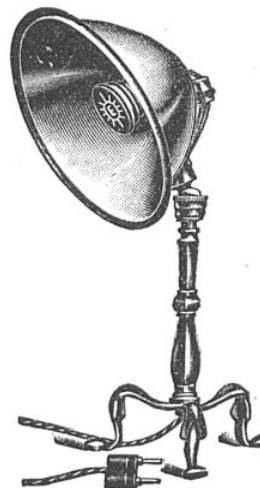
N° 6500. Sur 110 volts, prix : 95 francs. -- Sur 220 volts, prix : 105 francs.

DEMANDEZ NOS CATALOGUES ILLUSTRÉS

E. 10 : Moteurs - Ventilateurs - Rhéostats - Accumulateurs - Sonneries - Chauffage.

J. 10 : Appareils électriques scientifiques. — **M. 10 :** Électricité médicale. — **T. 10 :** T. S. F.

Envoi franco de chacun de ces Catalogues contre 0 fr. 25 en timbres-poste



A céder

FABRIQUE DE JOUETS.	200.000 frs
MÉCANIQUE DE PRÉCISION.. ...	275.000 »
MANUFACTURE DE PORCELAINE.	350.000 »
CONSTRUCTION MÉCANIQUE.	350.000 »
INDUSTRIE A FAÇON.	350.000 »
VERRERIE.	400.000 »
FABRIQUE DE CONFISERIE.. ...	500.000 »
BRASSERIE - CIDRERIE.	600.000 »
SCIERIE MÉCANIQUE.. ...	600.000 »
USINE FRIGORIFIQUE.	650.000 »
DENRÉES COLONIALES ...	1.200.000 »
DÉCOLLETAGE ...	2.500.000 »

PAUL MASSON, 30, Faubourg Montmartre

CHAMBRES A AIR INCREVABLES ET TOUS ACCESSOIRES D'AUTOMOBILE

ÉTABLISSEMENTS STOPFLIGHT, 25, RUE D'HAUTEVILLE - PARIS

PLUS DE GREVAISONS
ÉCONOMIE D'ENVELOPPES.
ENTRETIEN
DU CAOUTCHOUC



CHAMBRES A AIR
INCREVABLES
DE LA
INDIA RUBBER WORKS Ltd

LE STOPFLIGHT PEUT ÊTRE CHARGÉ PAR TOUT AUTOMOBILISTE, DANS
DES CHAMBRES MÊME USAGÉES POUR LES RENDRE INCREVABLES

POMPES - AVERTISSEURS -
CRICS - TROMPES -
ETC.

QUELQUES PRIX pour Chambres à Air Inrevables livrées en sacs moleskine			
30 x 3 1/2	Fr. 40.50	765 x 105	Fr. 54. »
710 x 90	— 40.50	815 x 105	— 56. »
760 x 90	— 42.50	820 x 120	— 70. »
810 x 90	— 43.50	880 x 120	— 74. »

DEMANDER
LE CATALOGUE ILLUSTRÉ
FRANCO

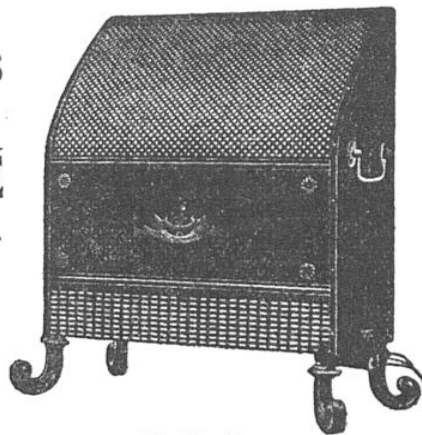
Le dernier mot du Progrès

dans les Appareils de

CHAUFFAGE PAR L'ÉLECTRICITÉ

pour usages domestiques et usages industriels.

*Ce RADIATEUR réglable
donne en quelques instants
la chaleur désirée.*



Modèle B.

Cie Gle DE TRAVAUX D'ÉCLAIRAGE ET DE FORCE

Anciens Établissements

CLEMANÇON

23, Rue Lamartine, PARIS

Constructeurs

Téléphone :
Gut. 17-40 et 18-58

RADIATEURS - RÉCHAUDS - FERS A REPASSER
ÉLÉMENTS CHAUFFANTS pour toutes APPLICATIONS
Renseignements, Devis et Catalogue franco.

Adr. télégr. :
GIORNO-PARIS

L'éloquence des chiffres

60 %
d'économie
sur votre
tabac

par l'emploi de la
**Machine à Cigarettes
LEMAIRE**

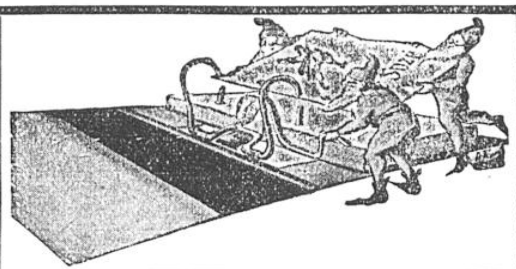
En effet :

En achetant vos cigarettes
toutes faites
20 cigarettes de
qualité inférieure
vous coûtent **1,20**

En faisant vos cigarettes
vous-même avec
la Machine Lemaire
20 cigarettes élégantes
vous reviennent à **0,50**

A raison de 10 cigarettes par jour, la
machine à 35^{frs} est remboursée en 3 mois.

Demandez la Notice illustrée donnant tous renseignements, au
fabricant : **L. Dechevrens, 152, Rue de Rivoli, PARIS**
GRAND CHOIX D'ARTICLES DE FUMEURS



CLASSEURS

à perforation - Système à Levier

**DOSSIERS - CHEMISES
CARBONES - RUBANS**

Le Grenadier



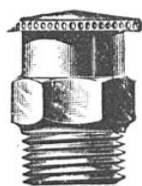
Marque déposée

RENÉ SUZÉ

fabricant

9, Cité des Trois-Bornes, 9
PARIS (XI^e)

Téléphone : Roquette 71-21



F. GIRARD

MAISON FONDÉE en 1884

Aug. MELLIEZ, Suc^r
285, Rue des Pyrénées
PARIS (XX^e)
Tél. : Roq. 78-10

BOUCHONS-GRAISSEURS

Le Plus Pratique
Le Clic-Clac (Brev. S. G. D. G.)
L'Eclipse
Le Télescopique

Cycles — Automobiles — Machines-Outils
Machines Agricoles — Moteurs Electri-
ques — Démarreurs, etc.

MODÈLES SPÉCIAUX ET A GRAISSE PAR SÉRIES
Décolletage automatique de Précision jusqu'à 36^{mm}

30 %

VOILA ce que vous **ÉCONOMISEREZ**
sur votre consommation de GAZ
et vous **AUREZ TOUJOURS**
15 litres d'eau chaude
à votre disposition
en vous servant
d'un

Réchaud R.A.L.E.L.A.P.



NOTICE SUR DEMANDE

L. LIOTARD AINÉ

154,
AV. PARMENTIER
PARIS

*Pour faire votre Chemin dans la Vie
suivez les Cours sur Place ou par Correspondance de*
l'École du Génie Civil
qui vous ouvrira toutes les Carrières sur Terre et sur Mer

16^e ANNÉE

Directeur : J. V. GALOPIN, Ingénieur - Civil

152, Avenue de Wagram, PARIS-17^e

Téléph. : Wagram 27-97

16^e ANNÉE

SANS perte de temps, sans que personne ne le sache, en quelques mois, une heure par jour, chez vous, sans quitter vos occupations et à vos moments de loisir, avec ou sans Maître, sur place ou par correspondance, p^r un prix raisonnable et par mensualités modiques vous apprendrez tout ce qu'il faut savoir p^r affronter avec succès *Examens et Concours*, acquérir et conserver la place où vous pourrez donner votre pleine mesure et vous élever peu à peu aux emplois supérieurs, voire même aux situations indépendantes.

Et pour cela écrivez-nous aujourd'hui même ; ne remettez pas à demain, faites cela aujourd'hui, dans votre propre intérêt ; mieux encore faites cela maintenant, choisissez la carrière qui vous convient et demandez-nous le programme correspondant.

T.S.F.

Grande extension des cours de T.S.F. sur place et par correspondance. - Méthode universellement réputée. Utilisation du PHONO - RADIO, Breveté S.G.D.G.

Préparation à tous les Brevets Militaires

8^e GÉNIE { Électriciens-Radio (Aspirants-Officiers)
Lecteurs au son
Manipulant

Marine de Guerre

Chefs de Poste
Mention définitive

Belles situations d'avenir par les Brevets de OPÉRATEURS - RADIO

P.T.T.
Marine Marchande
Colonies
P.T.T. Chérifiens

Situations Industrielles par les Diplômes de l'École

Ingénieurs sans filistes
Opérateurs
Monteurs
Opérateurs-Monteurs sans filistes

Carrières Commerciales
Guide détaillé complet :
0 fr. 50 (en timbres).

Carrières Industrielles
Guide détaillé complet :
0 fr. 50 (en timbres).

Carrières de la Marine
Guide détaillé complet :
0 fr. 50 (en timbres).

Carrières Coloniales
Guide détaillé complet :
3 francs (en timbres).

Carrières Féminines
Guide détaillé complet :
0 fr. 50 (en timbres).

Carrières de la T.S.F.
Guide détaillé complet :
0 fr. 50 (en timbres).

Tous les Emplois
de la T.S.F.
2 francs (en timbres).

Carrières Administratives
Guide détaillé complet :
0 fr. 50 (en timbres).

Tous les Emplois
des Chemins de fer.
3 francs (en timbres).

Armée et Grandes Écoles
Guide détaillé complet :
1 fr. 50 (en timbres).

Comment
on devient bachelier
3 francs (en timbres).

INITIATION RAPIDE DES AMATEURS à la TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

La Revue Polytechnique

Publication Mensuelle. - Analysant toutes les Revues techniques étrangères. - Organe des Industriels patronnant l'École du Génie Civil et des Anciens Élèves. - Envoi contre 1 franc d'un Numéro spécimen.

Élévation de l'Eau

Pompe Caruelle

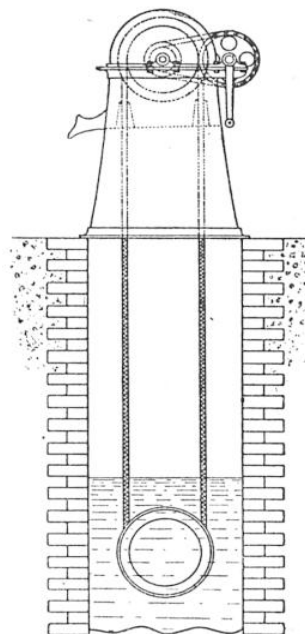
à chaîne multicellulaire *Système breveté S. G. D. G. en France et dans le monde entier*

Le plus haut rendement à toutes profondeurs à bras, au manège au moteur, au moulin à vent

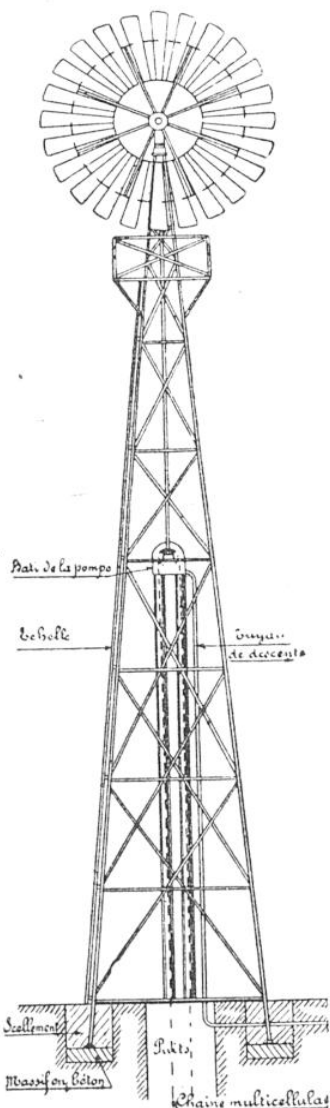
La moins chère et la plus simple de toutes les pompes

EMPLOYÉE pendant la guerre par les armées françaises et alliées, cette pompe, applicable à la main jusqu'à 60 mètres, ne comporte ni tuyaux, ni godets, l'eau étant remontée sans déperdition par une simple bande métallique, capillaire qui possède la curieuse propriété de rester pleine quand elle a été plongée dans l'eau.

Elle convient particulièrement aux Régions libérées et aux Colonies.



Pompe à main



Vue d'un Aéromoteur CARUELLE LA HOUILLE BLEUE

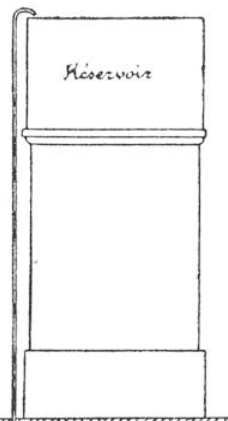
Moulin à Vent automatique perfectionné, tout en acier galvanisé et aluminium

à Mécanisme entièrement fermé, monté sur roulements à billes, actionnant une pompe à chaîne multicellulaire supprimant tout refoulement.

G. CARUELLE

10, Rue Lasson, 10 - PARIS (12^e)

Tél. : Roquette 36-80

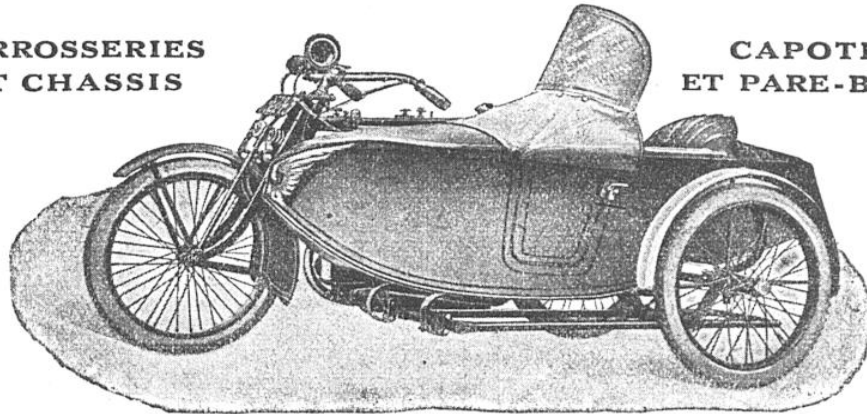


ENVOI GRATUIT SUR DEMANDE DE CATALOGUES ET D'UNE BANDE ÉCHANTILLON permettant de réaliser l'expérience de capillarité sur laquelle est basée la chaîne multicellulaire.

Les plus Grandes Marques de Side-Cars

CARROSSERIES
ET CHASSIS

CAPOTES
ET PARE-BRISE



TÉLÉPHONE
Auteuil 05-51

JOUE & C^{ie}, Constructeurs
145, Boulevard Murat, Paris

TÉLÉPHONE
Auteuil 05-51

Agents des Side-Cars - Mills-Fulford - Henderson - Motos - Phelon et Moore - Excelsior - Marques Anglaises

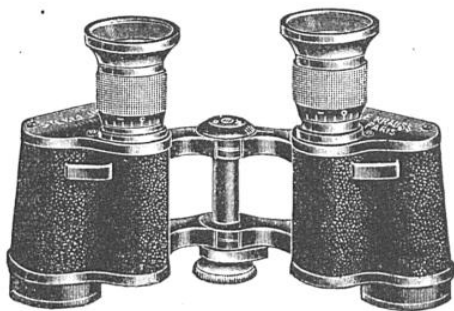
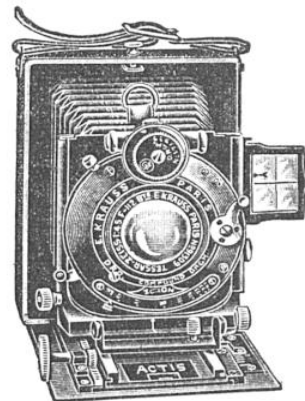
Envoi du Catalogue P. J. franco sur demande.

La PERFECTION est réalisée

SOUS LA MARQUE

E. KRAUSS-PARIS

Fournisseur des Ministères de la Guerre et de la Marine



OBJECTIFS ET APPAREILS
PHOTOGRAPHIQUES

JUMELLES A PRISMES

◇ CATALOGUES GRATIS ET FRANCO ◇

18, rue de Naples, 18 - PARIS (8^e)

T.S.F. GRACE AU
MORSOPHONE
Je sais lire au son



DERNIÈRE CRÉATION
LE MORSOPHONOLA
se fixe sur le Morsophone et
le fait parler au moyen de
BANDES PERFORÉES
Références dans le monde en-
tier. Notice fco sur demande
contre 0.60 en timbres-poste.
En vente dans tous les Gds
Magasins et principales Mai-
sons d'électricité.

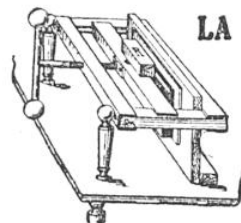
CH. SCHMID, BAR-LE-DUC (Meuse)

TRÉSORS CACHÉS



Toute Correspondance de Négociants,
Banquiers, Notaires, Greffiers de paix et
de Tribunaux, des années 1849 à 1880,
renferme des Timbres que la maison
VICTOR ROBERT, 83, rue Richelieu
Paris, paye à **prix d'or**.
Fouillez donc vos archives.
Renseignements et **Catalogue Timbres poste**
sont envoyés franco gratis à toute demande.
Achetez cher les Collections.

LA RELIURE chez SOI



Chacun peut
TOUT RELIER soi-même
Livres - Revues - Journaux
avec la
RELIEUSE MÈREDIEU
Notice franco contre 0 f.25

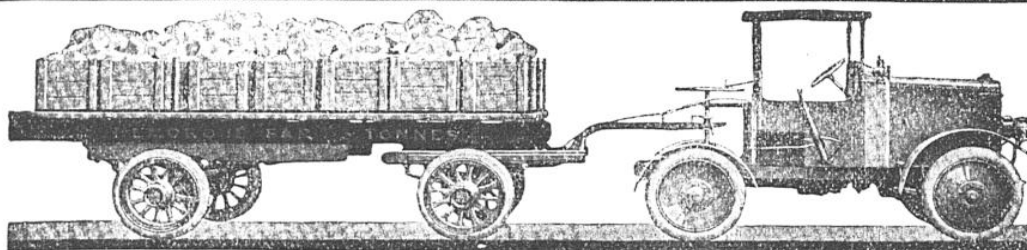
C. MÈREDIEU & I., Angoulême

Inventions

POUR PRENDRE VOS BREVETS
Pour étudier la Valeur des Brevets aux-
quels vous vous intéressez. Pour diriger
vos procès en Contrefaçons.

Office Josse

H. JOSSE ✱
Ancien Élève de l'École Polytechnique
17, Boulevard de la Madeleine, 17
PARIS

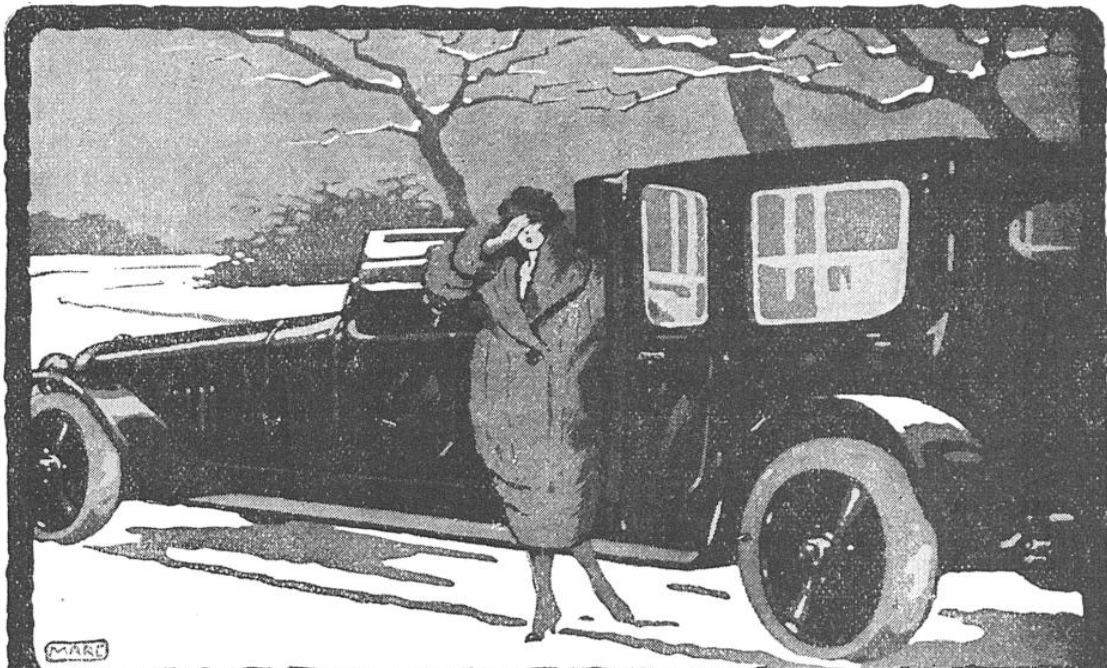


TRAIN Chenard et Walcker FAR

Concours de Consommation du Mans (30 Octobre 1920)

1^{er} des véhicules industriels - **6.000** kilogs de charge utile - **29** lit. 800 aux 100^{kil}

Société des **TRAINS** Chenard et Walcker **FAR**
Rue du Moulin-de-la-Tour - GENNEVILLIERS (Seine)



Madame !

Avec un **Carburateur CLAUDEL**
vous irez sans danger et sans malaise

Monsieur !

Le Carburateur CLAUDEL
se paye lui-même en six semaines par l'économie d'essence qu'il assure et les satisfactions qu'il procure.

DES FAITS :

Première traversée directe de l'Atlantique en avion ;

Première traversée directe de l'Atlantique en dirigeable ;

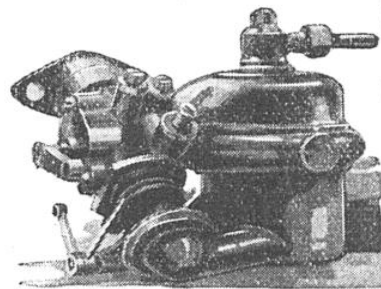
Raid Paris-Le Caire aller et retour ;

Raid Londres-Australie ; Indianapolis, etc., etc.

CLAUDEL

42, rue de Villiers, LEVALLOIS-PERRET (Seine)

Téléphone : Wagram 93-30, 46-82



PUBLICITÉ LEFÈVRE & BARON

T.S.F. ÉCOLE RADIOÉLECTRIQUE

13 r. Cambronne, Paris-15^e

Agréée par le Gouvernement

Patronnée par la Cie d'Exploitation radioélectrique, la Soc. française radioélectrique la Cie Gén. Transat., la Soc. des Télég. Multiplex, la Soc. navale de l'Ouest, la Soc. "les Armateurs français", la Ligue Maritime française, le Radio-Club de France.

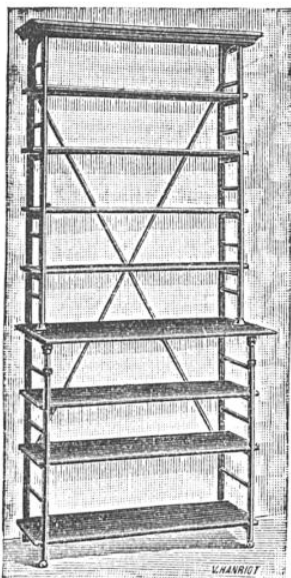
PRÉPARATION AUX BREVETS.
MARINE MARCHANDE, 8^e GÉNIE ET P. T. T.
Cours pratiques et théoriques sur tous les appareils modernes
Cours du soir et par Correspondance
Seule Ecole de T. S. F. spécialisée

POUR CRÉER CHEZ SOI

AFFAIRES PAR CORRESPONDANCE

Écrire PUBLICITÉ V. GABRIEL
Service V., à Évreux (Eure)

Gagner du TEMPS c'est.... S'ENRICHIR !
Ayez vos Livres toujours en ordre dans la



Bibliothèque SCHERF

Légère - Solide - Démontable

NOMBREUX MODÈLES - TOUTES DIMENSIONS
LOGE BEAUCOUP DE LIVRES SOUS PETIT VOLUME

RAYONS DÉMONTABLES POUR MAGASINS

Th. SCHERF fils, BONNAMAUX & C^{ie}
35, Rue d'Aboukir, 35 - PARIS (2^{me})

ÉTABLISSEMENTS R. E. P.
Chemin de Croix-Morlon, à Saint-Alban
LYON

NOUVEAU CATALOGUE "N° 2" FRANCO SUR DEMANDE

MACHINES A ÉCRIRE

Toutes Marques

RÉPARATIONS - LOCATION

Ecole Sténo-Dactylo, Langues

UNDERWOOD, REMINGTON, SMITH & BROOS, ROYAL

MACHINES de VOYAGE, etc.

Traductions, Circulaires, Copie à la minute.

TÉLÉPH.
CENTRAL
21-96

TÉLÉPH.
LOUVRE
45-73

R. CAIGNARD. 33, Rue des Petits-Champs. PARIS

Si vous pouvez écrire vous pouvez **DESSINER**

LA MÉTHODE A.B.C. DE DESSIN

vous permettra de devenir rapidement un artiste en utilisant l'habileté graphique que vous aurez acquise en apprenant à écrire.

Cette méthode **ENTIÈREMENT NOUVELLE**, enseignée **PAR CORRESPONDANCE**, vous mettra à même de choisir, parmi vos moments de loisir, le temps nécessaire à cette étude à la fois instructive et récréative.

En dehors des leçons traitant du dessin en général, le Cours donne l'instruction pratique nécessaire pour se spécialiser dans le dessin humoristique, l'illustration pour livres et journaux, le Dessin de mode, le Paysage, la Fleur, l'Affiche et dessin de publicité.

Depuis 9 mois que le Cours existe en France, il a formé des artistes qui ont déjà vendu leurs œuvres à des éditeurs. Nous-mêmes avons vendu un bon nombre de dessins pour le compte de nos élèves. Nous tenons les lettres de nos élèves à la disposition de ceux qui veulent bien passer nous voir.

Écrivez pour nous demander notre **BROCHURE** de Luxe, formée de nombreuses illustrations que nous vous enverrons **GRATUITEMENT** et qui vous donnera tous les renseignements désirés ainsi que le programme de nos leçons.

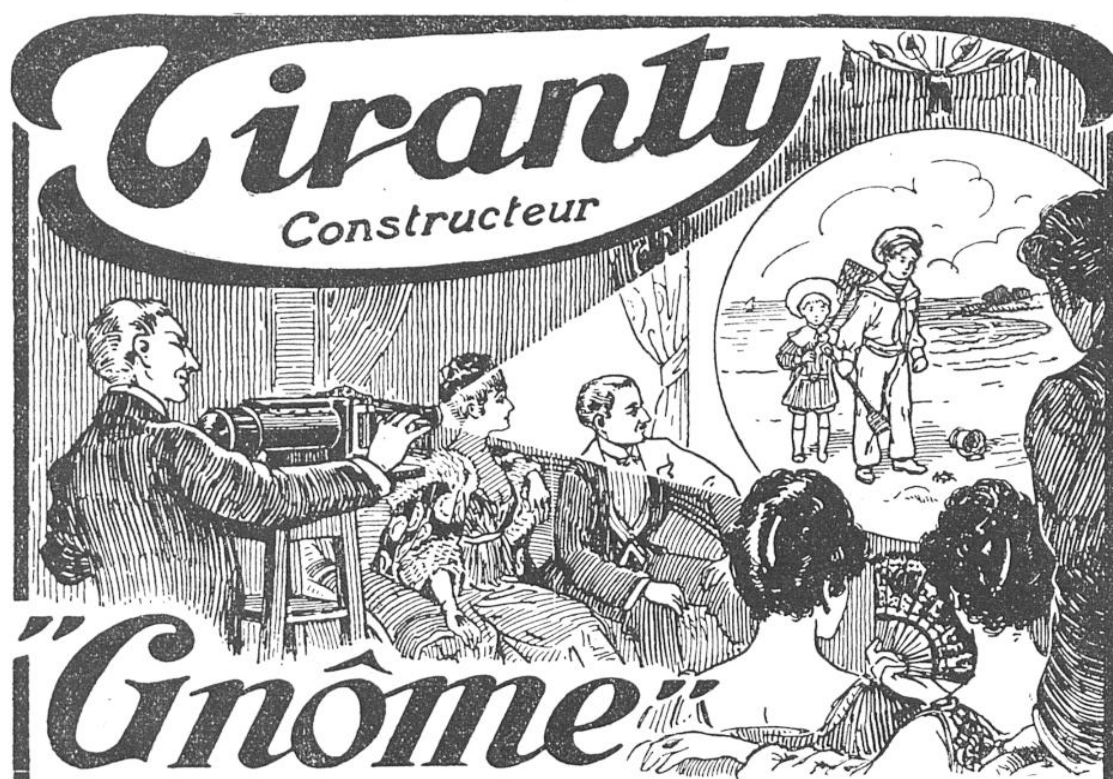
Cours A. B. C. de Dessin
67, *Boulev. Bessières*, PARIS (17^e)

ATELIER 72

N.-B. - Nouvelle adresse pour cause d'agrandissement.



Croquis rapides par trois de nos élèves n'ayant jamais dessiné d'après nature avant de suivre le cours - croquis fait après les premières leçons.



La Lanterne la plus Moderne, pour Projections en Famille

**IDÉALEMENT
SIMPLE**

... et d'une manipulation tellement facile qu'un enfant même peut, sans danger, la faire fonctionner, aussi aisément qu'on allume une lampe électrique. - La *Gnôme* se branche d'ailleurs *instantanément* sur toute ligne électrique

**L'UNIVERS
TOUT ENTIER,**

les merveilles de la nature, les explorations lointaines, vos souvenirs personnels eux-mêmes, peuvent, à votre gré, défiler sur l'écran, par le simple jeu d'un bouton électrique.

Il n'existe pas de distraction plus intéressante que la projection, ni de méthode d'enseignement plus attrayante et plus efficace.

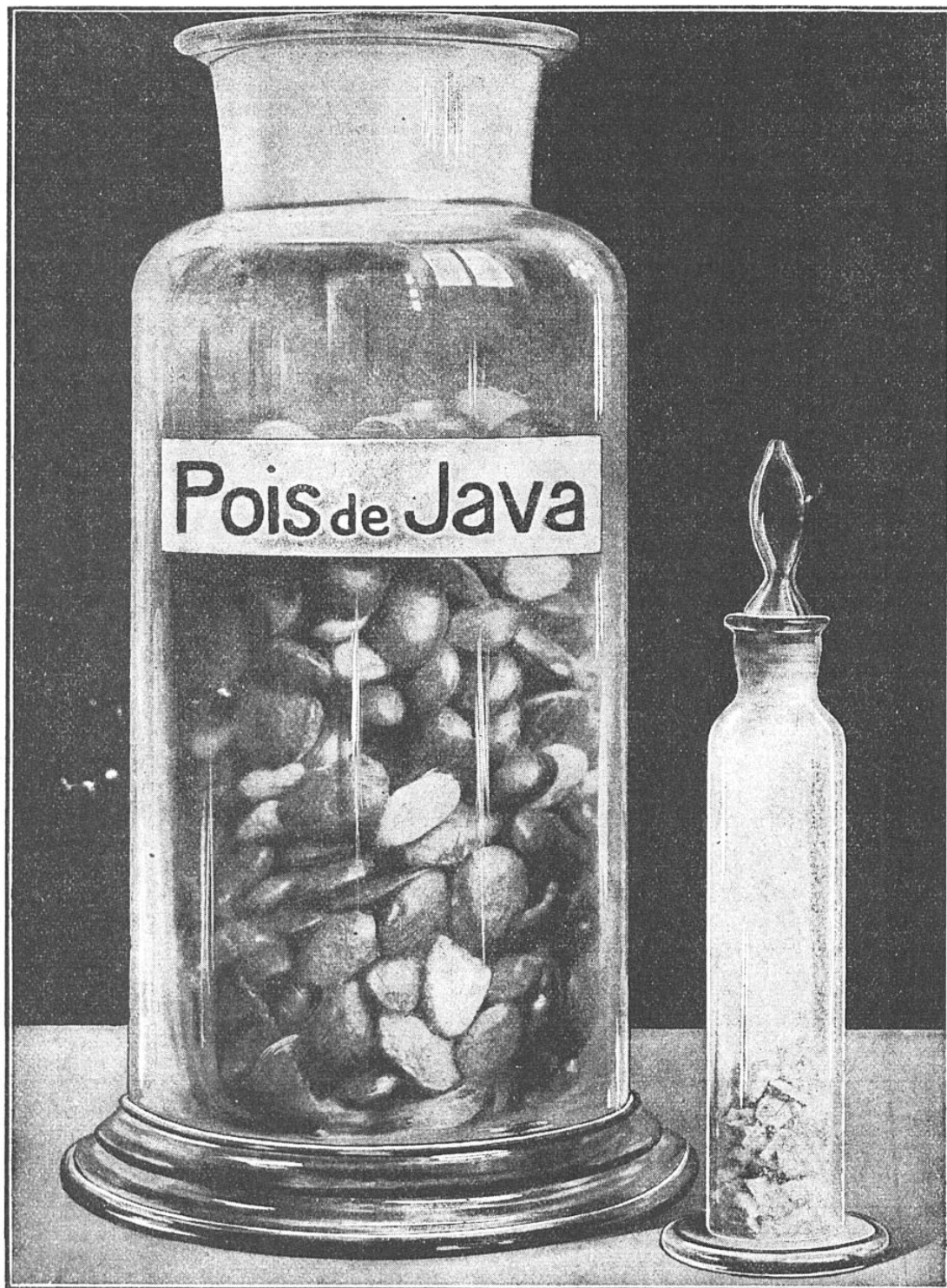
Séances de Projections Gratuites
tous les Jours, aux

Établissements TIRANTY 91, Rue La Fayette
PARIS (10^e)

Les poisons dans les aliments	E. Kohn-Abrest.. .. .	17
	Directeur du Laboratoire de toxicologie.	
La transmission de l'énergie par les vibrations de l'eau	Edgar Lamaury.. .. .	31
Le contrôle téléphonique de la circulation des trains	Lucien Fournier.. .. .	41
Les inventions réalisées pour la défense natio- nale : Les progrès de la T. S. F. en France pendant la guerre. (Troisième article).. .. .	Louis François.. .. .	51
La construction des locomotives en France et à l'étranger.	Ch. Raynouard.. .. .	65
	Ing. des Arts et Manufactures.	
Verrons-nous à nouveau la vapeur propulser nos automobiles ?	René Brocard	79
L'exploration scientifique de la haute atmos- phère	Georges Houard.. .. .	91
De nouveaux instruments spectrophotographi- ques facilitent la tâche des savants.	Jacques Boyer.. .. .	101
Le développement de l'industrie des pâtes ali- mentaires en France	Alphonse Mauguy	111
4 L'épuration de la houille par le triage et le lavage.	Hughes Carpot.. .. .	121
Quelques dispositifs nouveaux de siphons in- dustriels	Clément Casclani	135
Le chirurgien, pour opérer de nuit, avait besoin d'un éclairage spécial	André Crober.. .. .	145
Les produits que l'on retire de la distillation des bois	Charles Lordier.. .. .	147
	Ingénieur civil des Mines.	
On peut mesurer la puissance des odeurs et des saveurs au moyen d'appareils spéciaux	G. Hamelin.. .. .	157
	Licencié ès Sciences.	
Perfectionnements au radiateur à éléments amovibles.. .. .	Frédéric Matton.. .. .	163
Les A-côté de la Science (Inventions, découver- tes et curiosités).	V. Rubor.. .. .	166
Du procédé de négation dans la « Christian Science »		172
Lunetterie médicale en verre armé.. .. .		174

La couverture du présent numéro montre l'un des à-côté de la fabrication moderne du charbon de bois, après l'obtention, par la distillation des bûches dans des cornues spéciales, d'un certain nombre de produits employés dans l'industrie et en pharmacie (Voir l'article à la page 147).

Nous prions une fois encore ceux de nos lecteurs qui nous demandent des renseignements par correspondance de bien vouloir joindre à leur lettre un timbre de 25 centimes pour la réponse. Des correspondants nous adressent assez fréquemment des questionnaires compliqués qui exigent de notre part des recherches bibliographiques minutieuses et, souvent, de multiples démarches ; ils ne devront pas s'étonner si, malgré notre diligence, ils ne reçoivent pas satisfaction de suite.



DES POIS OU HARICOTS DONT ON NE POURRAIT MANGER SANS DANGER

Le petit bocal contient, à l'état cristallisé, le poison cyanhydrique (phaséolunatine) qu'on a extrait d'une livre de haricots vénéneux, précisément la quantité que peut contenir le grand bocal.

LA SCIENCE ET LA VIE

MAGAZINE DES SCIENCES ET DE LEURS APPLICATIONS A LA VIE MODERNE

Rédigé et illustré pour être compris de tous

Depuis la guerre, paraît tous les deux mois. — Abonnements : France, 17 francs. Étranger, 26 francs
Rédaction, Administration et Publicité : 13, rue d'Enghien, PARIS — Téléphone : Bergère 37-36.

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays.
Copyright by La Science et la Vie Novembre 1920.

Tome XIX

Décembre 1920 - Janvier 1921

Numéro 54

LES POISONS DANS LES ALIMENTS

Par Émile KOHN-ABREST

DOCTEUR ÈS SCIENCES, DIRECTEUR DU LABORATOIRE DE TOXICOLOGIE

DANS un premier article paru dans *La Science et la Vie* (N° 44, mai 1919), j'essayai de montrer quelques-uns des liens entre la toxicologie et l'hygiène industrielle ; j'indiquai aussi quelles garanties on tire de certaines recherches chimiques sur la salubrité des ateliers, contre les risques d'intoxications accidentelles et des maladies professionnelles.

Aujourd'hui, je signalerai au lecteur des risques que l'on court..... en mangeant.

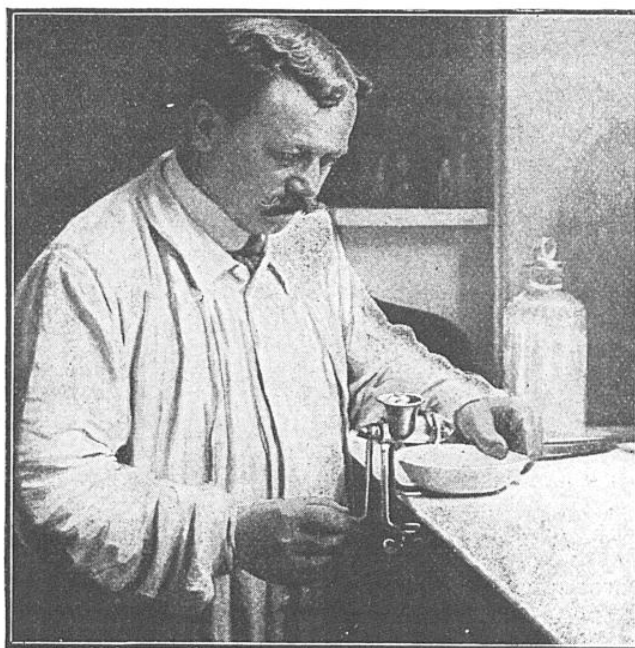
La détermination de la valeur d'un aliment implique des connaissances chimiques, biologiques et mathématiques. Les « mathématiques alimentaires » sont devenues une branche de mathématiques..... spéciales, par lesquelles on calcule l'équivalent calorifique et le rendement en travail

(l'énergétique) d'une alimentation rationnelle. Cette détermination implique aussi des connaissances toxicologiques ; c'est de ces dernières que je veux traiter ici.

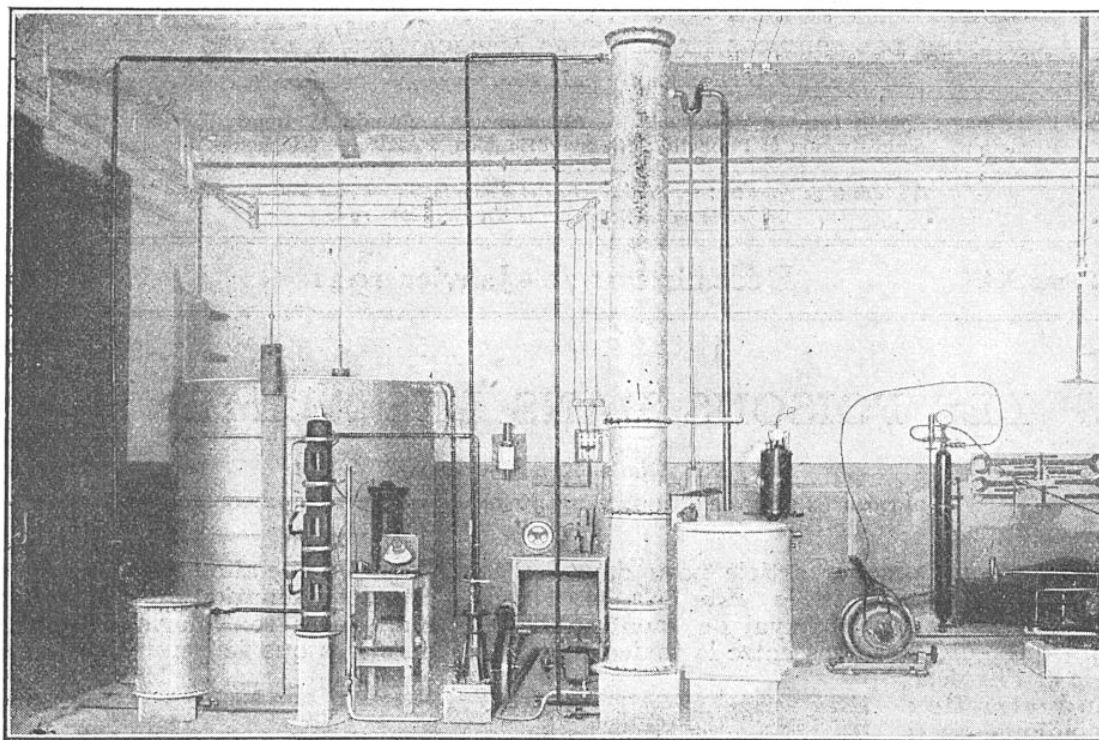
Mais, auparavant, je tiens à faire connaître qu'il existe en France une institution unique au monde, où toutes les questions relatives aux aliments sont largement étudiées.

Il s'agit de la *Société scientifique d'hygiène alimentaire et d'alimentation rationnelle de l'homme*, fondée en 1904, et dont l'institut s'élève depuis peu près du Panthéon, 16, rue de l'Estrepade.

Dirigée par les autorités scientifiques et sociales les plus qualifiées, cette société entreprend, entre autres tâches, de répandre, dans le public, toutes les notions utiles à l'économie domestique. Ses efforts et ses travaux sont suivis



RECHERCHE DE L'ARSENIC DANS UNE VIANDE
L'aliment suspect est broyé, puis la pulpe est mélangée à de l'eau, du nitrate de magnésie et de la magnésie.



LA STÉRILISATION DE L'EAU PAR L'OZONE AU LABORATOIRE DE M. D'ARSONVAL

L'installation comprend simplement : un petit ozoniseur (visible à droite); une colonne où l'eau est stérilisée (au milieu) et un réservoir qui reçoit l'eau stérilisée (à gauche).

et encouragés par les pouvoirs publics.

Parmi les questions qui ont plus particulièrement préoccupé la Société d'hygiène alimentaire depuis sa fondation, et qui touchent à certains points de vue à la toxicologie, je citerai celle de la composition chimique des aliments.

Pour qu'un aliment soit normal, c'est-à-dire convienne habituellement à notre organisme, il faut, entre autres qualités, qu'il ne laisse dans notre corps rien de nuisible, ni d'inutile; l'aliment ne doit pas, par conséquent, contenir d'autres éléments chimiques que ceux dont est constituée la matière humaine.

Un chimiste français réputé, M. Gabriel Bertrand, a calculé qu'un homme pesant, par exemple, cent kilogrammes, était formé, dans les proportions ci-après, des matériaux chimiques suivants :

	K.	Gr.
Oxygène.	62	810
Carbone.	19	370
Hydrogène.	9	310
Azote.	5	148
Calcium.	1	380

	K.	Gr.
Soufre.	0	640
Phosphore.	0	630
Sodium.	0	260
Potassium.	0	220
Chlore.	0	180
Magnésium.	0	040 ou 1/2.500
Fluor.	0	007 ou 1/16.000
Fer.	0	005 ou 1/20.000

Il est facile de calculer, d'après cela, par une simple règle de trois, de quoi se composent les moindres « poids lourds ».

La majeure partie de l'oxygène et de l'hydrogène du corps humain y est combinée sous forme d'eau; c'est ainsi que, dans la masse corporelle d'un homme de 100 kilogrammes, il y a 60 kilogrammes ou litres d'eau (formés par 6 kil. 67 d'hydrogène et 53 kil. 33 d'oxygène). Si donc on nous soumettait à la dessiccation, 60 % de nous s'évaporerait et le résidu solide représenterait ce qui serait resté de « l'homme à l'oreille cassée », et aussi ce qui reste des Pharaons, aujourd'hui momifiés.

L'autre partie de l'oxygène et de l'hydrogène est combinée dans le corps

humain à l'azote et au carbone pour former la « matière organique » des tissus, des muscles, des chair, peau, graisse, viscères et os. Dans notre sang, il y a en outre du fer, qui est le principe actif des globules rouges (hémoglobine). Dans les os, il y a aussi des éléments minéraux : chaux, phosphore, acide phosphorique, etc. Des traces de phosphore existent d'autre part dans le cerveau (à l'état de lécithine), et c'est sous forme de sel que se trouvent le chlore et le sodium.

Tels sont les éléments dont se compose à peu près intégralement le corps humain.

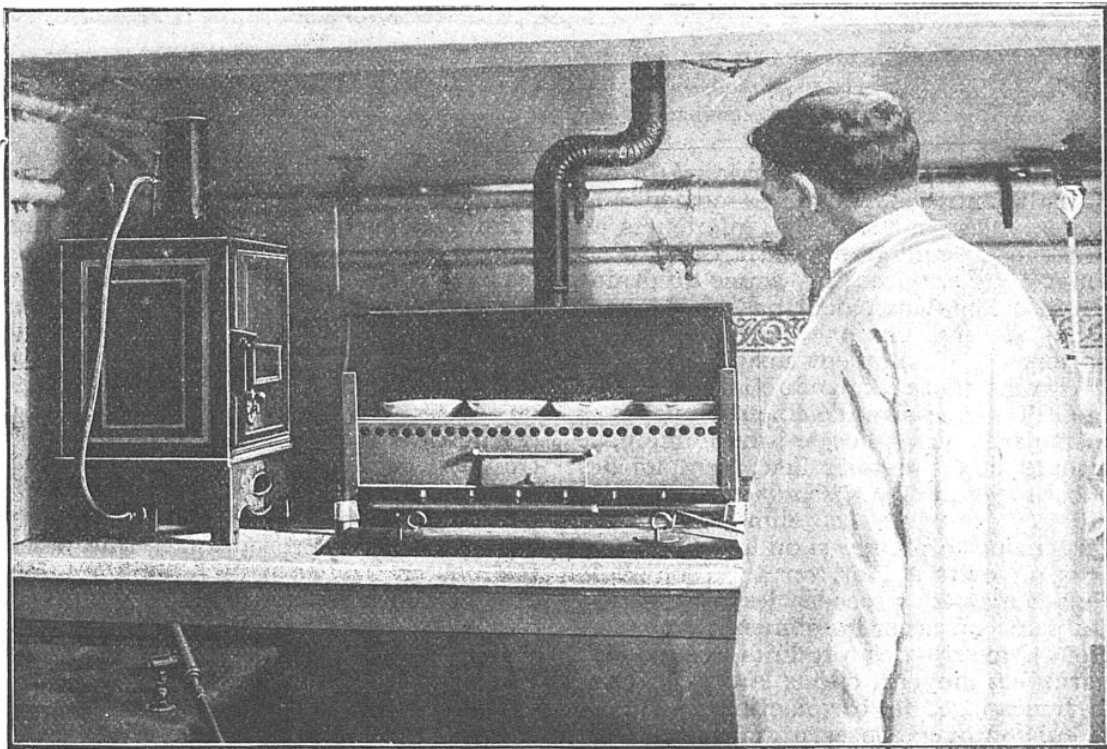
En regardant cependant de plus près, on a fini par en découvrir quelques autres, mais seulement en proportions minimes. Ces traces sont cependant utiles à l'organisme dans lequel elles servent de pôles d'activité aux échanges et à la nutrition.

C'est ainsi que notre corps contient quelques décigrammes de zinc (1), quel-

ques centigrammes de cuivre (métaux, très peu toxiques), du silicium (quelques milligrammes), des traces d'aluminium, un ou deux milligrammes d'iode et de brome, soit moins d'un dix millionième de la masse totale du corps. Il y a encore un ou deux millionièmes de plomb, des soupçons de manganèse et enfin de l'arsenic, mais en traces minimes, atteignant seulement un vingt millionième de la masse totale du corps humain.

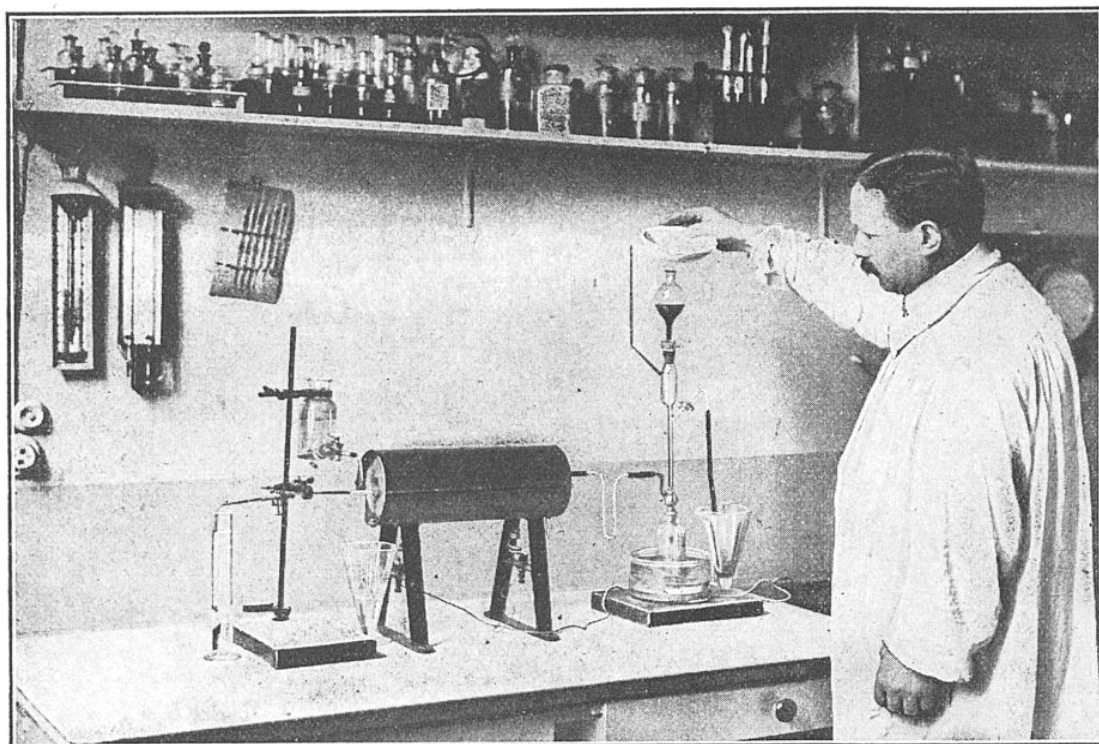
A l'état naturel, les farineux, les mollusques, les poissons, les légumes frais, contiennent non seulement des traces, mais, parfois des doses étonnantes de cuivre, de zinc et de bore. C'est ainsi que les huîtres sont relativement riches en cuivre et en zinc ; dans un kilogramme de la chair des marennes vertes, il y a 138 milligrammes de cuivre et 1.157 milligrammes de zinc. Quant au bore, la dose totale que nous ingérons du fait d'une nourriture normale, atteint, pour une personne et par jour, 30 milligrammes. Il en est à peu près de même pour le fluor. Par contre, les traces de plomb

(1) D'après les recherches récentes de M. le docteur Gyaya, chimiste serbe, faites au laboratoire de toxicologie à Paris, les doses de zinc croissent chez l'homme avec l'âge, et oscillent entre 60 et 350 milligr.



RECHERCHE DE L'ARSENIC DANS UNE VIANDE SUSPECTE (SUITE)

Les capsules de porcelaine contenant la viande broyée et mélangée aux produits mentionnés, sont placées dans un four spécial où on laisse le mélange se dessécher et se calciner.



L'APPAREIL DE MARSH QUI DÉCÈLE LES PLUS PETITES TRACES D'ARSENIC

Les cendres obtenues sont dissoutes dans de l'acide sulfurique étendu, et la solution est versée dans un modèle très perfectionné de l'appareil de Marsh, pour isoler l'arsenic.

absorbées normalement par jour, du fait de l'alimentation, sont extrêmement minimes; elles sont, en effet, inférieures au dixième de milligramme, et celles d'arsenic « alimentaire », il y a une quinzaine d'années, ne dépassaient pas un cinquantième de milligramme, ce qui, comme poison, est absolument insignifiant.

Comme cause d'introduction et d'accumulation excessive d'éléments inutiles et même nuisibles à l'organisme humain, je signalerai, en premier lieu, l'emploi des substances dites *antiseptiques*.

Pour conserver les aliments, qui ne tardent pas à pourrir si on les abandonne crus ou cuits à l'air, on a préconisé de tous temps les procédés les plus variés. On peut conserver les aliments sans mettre en œuvre des produits chimiques; parmi ces moyens, citons la dessiccation, le boucanage, la torréfaction au soleil, la cuisson avec conservation de la masse cuite à l'abri des germes extérieures, la pasteurisation, etc... Ces procédés, purement physiques, de conservation n'ont rien qui puisse nous inquiéter. Mais il en

est d'autres, où, pour conserver les aliments, on fait appel à des substances chimiques, les *antiseptiques*. Trois moyens chimiques seulement sont admis par tous les hygiénistes. Le plus connu est le *salage* (avec du sel de cuisine) ou conservation dans une saumure (solution fortement salée). Il y a aussi le *salpêtrage*, qui donne aux viandes et aux langues fumées ou cuites des teintes plus florissantes que nature. On a, enfin, de tous temps, employé pour conserver les vins ou les boissons, l'*acide sulfureux*, obtenu soit par soufrage, mutage ou sulfitage. Tels sont les seuls antiseptiques que nous tolérons en France pour la conservation des aliments, encore l'acide sulfureux n'est-il accepté que pour des boissons.

Loin de nos cuisines le borax, l'acide borique, les fluoborates, le fluorure de sodium, l'acide salicylique, l'acide benzoïque, le formol, l'eau oxygénée, sans compter d'autres, parmi lesquels on compte même des poisons des plus violents! Ces produits assurent la conservation des denrées en y tuant les microbes;

mais, en arrêtant les mauvaises fermentations, ils ne sont pas sans gêner les bonnes, grâce auxquelles se produit la digestion. Supportés peut-être sans inconvénient par quelques organismes très sains, les antiseptiques sont de nature à compromettre les fonctions digestives ou rénales chez les sujets plus délicats.

Enfin, nos hygiénistes se méfient encore de l'usage des antiseptiques pour conserver les matières alimentaires, parce que rien ne permet mieux de tromper l'acheteur en masquant le degré d'altération d'une denrée périssable. On regrettera que, dans certains pays, les hygiénistes fassent preuve de plus de tolérance qu'en France. C'est ainsi qu'aux Etats-Unis, on emploie l'acide borique ou les borates pour conserver les viandes, les charcuteries, les poudres d'œufs. On y emploie aussi l'acide sulfu-

reux pour les fruits desséchés (abricots). Des producteurs d'Australie exportent des beurres boratés à 5 0/00, etc., etc...

Ces pratiques critiquables n'auront plus aucune raison d'être le jour où, par des transports satisfaisants et des frigorifiques, on pourra mettre à tout moment à la portée du consommateur des aliments de conservation irréprochable.

Parmi les substances chimiques douées d'une puissante action antiseptique, le

chlore et ses dérivés, ainsi que l'ozone, font exception à la règle dans un cas particulier, où on les emploie, non pas pour la conservation, mais pour la stérilisation d'un aliment. Cet aliment est l'eau.

L'eau est, en effet, un aliment par excellence. L'ozone est un gaz formé d'atomes d'oxygène condensés par l'électricité; pour l'obtenir, on soumet l'air sec à l'effluve électrique.

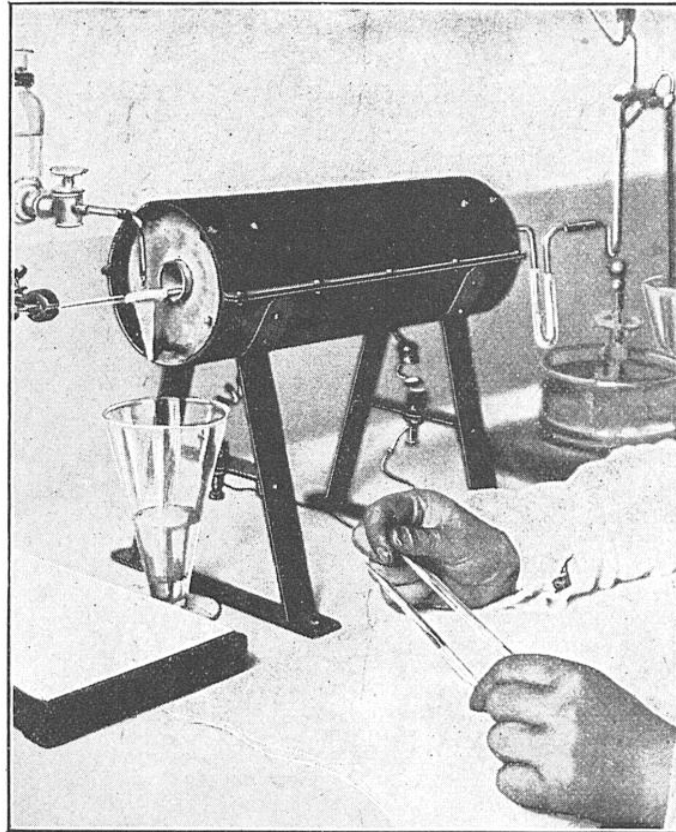
L'ozone détruit les bacilles et ne laisse dans l'eau rien que de très naturel : l'oxygène. L'ozone aère donc l'eau en même temps qu'il la stérilise, ce qui est excellent.

Quant au chlore, moins séduisant que l'ozone, il suffit, lorsqu'il s'agit des eaux comme celles qui alimentent Paris, de laisser en contact, pendant une demi-heure, du chlore, à raison d'un demi-milligramme de ce gaz par litre d'eau, pour en obtenir la stérilisation,

c'est-à-dire, la destruction des microbes.

Mais l'addition d'antiseptiques aux aliments n'est pas l'unique cause d'introduction de traces de métaux ou de métalloïdes nuisibles à l'organisme.

Il faut nous garder aussi des contacts des aliments avec des substances *plombifères* ou tous autres alliages toxiques. C'est pour cette raison que la fabrication des conserves alimentaires est soumise à des règlements très sévères, notamment



RÉSULTAT DE LA RECHERCHE DE L'ARSENIC

L'arsenic est caractérisé par un anneau métallique qui se forme au bout du tube, au sortir de l'appareil, à l'endroit refroidi au moyen d'une bandelette de papier maintenue mouillée par la fontaine. L'opérateur compare deux tubes, dont l'un, celui de droite, est normal et l'autre, celui de gauche, présente un anneau qui atteste que l'aliment était arsenical.

en ce qui concerne la qualité de l'étamage et la soudure des boîtes de conserves.

Ainsi, le fer-blanc, feuille de fer recouverte d'étain, qui sert à la confection des boîtes, doit être à l'étain titrant 97 % d'étain pur et ne pas contenir plus de 0,5 % de plomb et 0,01 d'arsenic.

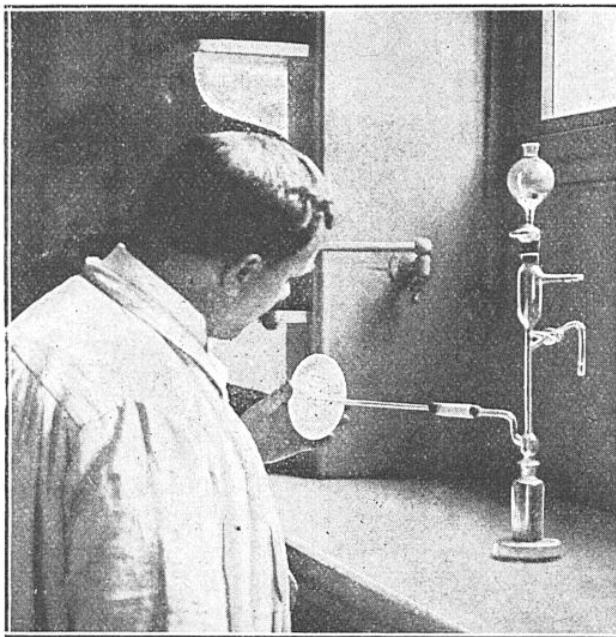
En ce qui concerne les soudures des boîtes, elles doivent être également à l'étain fin, lorsqu'il s'agit des soudures intérieures des boîtes de conserves. Quant aux soudures extérieures, il semblerait que les soudures contenant un tiers de plomb et deux tiers d'étain pourraient être tolérées. Cependant, il arrive, par suite de mal-façon ou d'un outillage défectueux, qu'une goutte de la soudure extérieure pénètre à l'intérieur de la boîte de conserves et expose le consommateur à des risques d'empoisonnement par le plomb. Aussi la fermeture des boîtes de conserves est-elle

un travail assez délicat lorsqu'il s'agit de satisfaire aux desiderata de l'hygiène. On a proposé, pour éviter les accidents dus à la soudure extérieure, de fermer les boîtes par emboutissage, ou d'employer des joints en caoutchouc, mais il ne faudrait pas, comme le cas, vraiment par trop paradoxal, s'est présenté, que les joints de caoutchouc soient des mastics formés de caoutchouc et de... *minium*, ce dernier n'étant autre que de l'oxyde de plomb, très vénéneux.

Le plomb et les sels de plomb sont toxiques et produisent à la longue des coliques, dites « saturnines », de la paralysie, de l'ictère, des hémorrhagies, etc. Or le plomb ou les sels de plomb sont très solubles dans les aliments conservés, notamment dans les sardines à l'huile.

Voici, d'après l'illustre chimiste français Armand Gauthier, dont nous devons déplorer la perte récente, quelles sont les quantités de plomb (exprimées en milligrammes pour un kilogramme de conserves) qui peuvent être dissoutes par contact avec les différentes matières alimentaires, lorsque les étamages ou les soudures des boîtes de conserves sont défectueuses :

Petits pois.	2.8
Haricots	
verts	2
Sardines à l'huile....	45
Maquereaux à l'huile..	49
Thon à l'huile	30
Saumon conservé.	30
Foie gras...	11.8
Homard ...	27



L'ARSENIC PROJETÉ EN TACHES SUR UNE SOUCOUPE
On utilisait primitivement l'appareil de Marsh pour produire des taches d'arsenic qui servaient à doser le poison.

J'ajouterai que l'absorption en une fois de ces quelques milligrammes de plomb serait peut-être sans inconvénient; mais à la longue, si cette absorption était par trop fréquente, il se produirait certainement des cas d'intoxication extrême-

trêmement graves et même mortels.

Dans les canalisations d'eau potable, on tend de plus en plus à remplacer le plomb par des tuyaux de fonte, sauf pour les petits branchements; mais comme l'eau n'est pas appelée à rester longtemps en contact avec le plomb, cela n'a pas d'inconvénients réels. Il est donc indispensable, si on tire de l'eau d'une canalisation restée longtemps hors service, de la « purger », en laissant couler un volume d'eau assez important, quelques litres (1). D'ailleurs, dans ce cas, l'attention est naturellement attirée par ce fait bien connu que la première eau qui s'écoule est presque toujours trouble et louche.

(1) Dans cet ordre d'idées, il est bon de « purger » aussi les têtes des récipients d'eaux gazeuses (siphons), en rejetant les premières giclées d'eau de seltz.

Une chose assez curieuse et rassurante est que l'eau de source attaque bien moins le plomb que l'eau filtrée, l'eau de pluie ou l'eau distillée; l'attaque est favorisée par le contact de l'air.

Enfin, parmi les causes qui pourraient favoriser un empoisonnement par suite de la présence du plomb dans les aliments, je signalerai l'emploi des ustensiles contenant du plomb, lorsqu'il s'agit de préparer de la salade (formation d'acétate de plomb), des jus de fruits et même des marinades de gibier. D'ailleurs, même les grains de plomb de chasse mis ainsi à mariner dans les liquides acides (vinai-gre, etc.), d'après J. Ogier, ont causé quelques accidents.

On a dit, à ce propos, qu'on neutralisait jadis le vin avec de la litharge, qui est de l'oxyde de plomb; cette méthode aurait causé, au XVII^e siècle, une maladie endémique, la « colique du Poitou ». Quoi qu'il en soit, cette pratique équivaut à de véritables assassinats.

Si nous devons nous garder de la présence du plomb dans les aliments, que dirais-je de l'arsenic, ce poison redoutable, surtout lorsqu'il se trouve à l'état d'acide arsénieux, appelé improprement *arsenic*, mais fort justement, par contre, *mort aux rats*.

L'arsenic est une des impuretés les plus fréquentes d'une foule de produits

chimiques. Jadis, les industriels pouvaient, à la demande, fournir au commerce des produits chimiques purifiés,

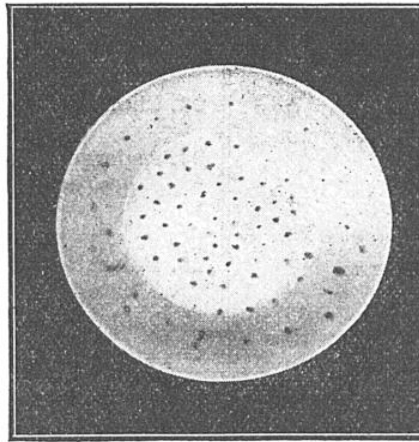
rigoureusement exempts d'arsenic. Ils y réussissaient fort bien. Mais il n'en est plus de même aujourd'hui: la crise générale qui atteint tous les genres de production, atteint malheureusement aussi l'industrie chimique, et la purification des produits, tout au moins en ce qui concerne l'arsenic, laisse encore parfois fort à désirer.

Il y a corrélation entre les impuretés arsenicales des produits chimiques et la teneur en arsenic de certains aliments. Dans beaucoup d'industries alimentaires, par exemple en sucrerie, glucoserie, vinification, dans la préparation des bouillons

pasteurisés ou comprimés pour bouillon d'extraits de viande, on fait usage d'une foule de produits chimiques; l'acide

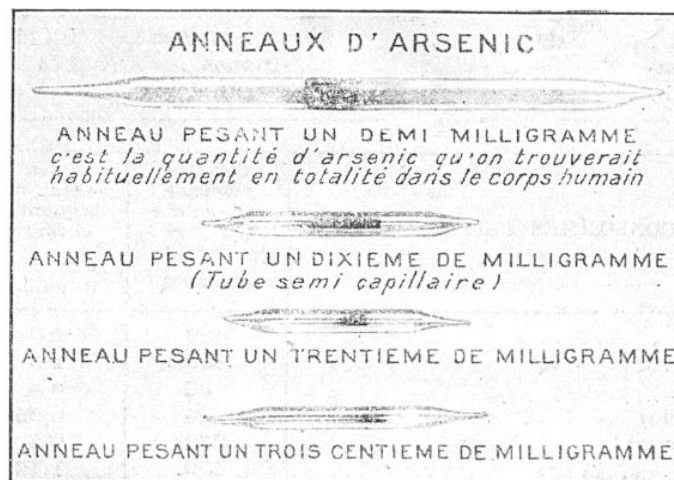
sulfurique sert dans les glucoseries pour transformer l'amidon en glucose; l'acide chlorhydrique est employé pour aider à la solubilisation des principes actifs des viandes avec lesquels on prépare les bouillons et les extraits de viande; le sulfate de chaux, ou plâtre, est parfois employé en vinification; le sulfite de soude

sert pour conserver les bières, etc... On pourrait dresser une très longue liste d'industries préparant des produits utilisés



LES TACHES SUR LA SOUCOUE

Elles sont produites sur une surface froide par écrasement d'une flamme d'hydrogène arsénié dégagé de l'appareil de Marsh; chacune équivaut à 1/200^e de milligramme.



LES ANNEAUX REMPLACENT MAINTENANT LES TACHES

Les anneaux sont obtenus en décomposant par la chaleur l'hydrogène arsénié à l'intérieur du tube de dégagement et en refroidissant l'extrémité de ce dernier.

ALIMENTS	ORIGINES	Arsenic en millièmes de milligrammes pour 100 gr. de matière	ALIMENTS	ORIGINES	Arsenic en millièmes de milligrammes pour 100 gr. de matière
1. Champignons de couche.	Environs de Montpellier.	6	<i>Légumes frais :</i>		
2. Truffes noires..	Vaucluse	20	23. Chou-fleur	Environs de Montpellier.	8
<i>Légumes secs :</i>			24. Asperges sauva- ges (pointes).	Garrigues calc. de Mont- pellier	10
3. Riz	Japon	7	25. Poireaux de campagne....	Champs de vigne	3
4. Haricots rouges.	Inconnue ...	25	<i>Fruits secs. (Partie comestible) :</i>		
5. Haricots blancs.	d ^o ...	10	26. Noix.....	Lozère	13
6. Pois chiches....	d ^o ...	9	27. Noisettes	Larzac	11
7. Pois cassés.....	d ^o ...	26	28. Amandes	Environs de Montpellier.	25
8. Lentilles	d ^o ...	10	29. Dattes (Var. Dé- glet et Beida).	Algérie	12
<i>Légumes frais :</i>			<i>Fruits frais. (Partie comestible) :</i>		
9. Artichauts.....	Environs de Montpellier.	10	30. Châtaignes	Le Vigan ...	5
10. Salsifis	d ^o	7	31. Pommes (Var. Reinette) ...	d ^o ...	5
11. Chicorées	d ^o	10	32. Poires (Var. Royale)	Espagne	7
12. Cardon.....	d ^o	9	33. Oranges	d ^o	11
13. Mâche commune ou doucette..	d ^o	9	34. Mandarines ...	Blidah	12
14. Laitue	d ^o	23	35. Ananas	Les Açores..	8
15. Epinards	d ^o	9	36. Bananes	d ^o ..	6
16. Courge	d ^o	9			
17. Fèves	d ^o	20			
18. Petits pois	d ^o	4			
19. Céleri	d ^o	20			
20. Carottes.....	d ^o	5			
21. Radis	d ^o	10			
22. Cresson de fon- taine	d ^o	12			

ALIMENTS CONSOMMÉS PAR JOUR	Quantité moyenne consommée par jour grammes	Arsenic contenu dans la quantité ci-contre en millièmes de milligr.	Arsenic pour 100 gr. de produit en millièmes de milligr.
Pain.....	420	2,9	0,69
Viande désossée	180	1,8	1,0
Poisson	35	4,3	12,9
Oeuf (sans coquille).....	24	0,05	0,2
Légumes (herbacées)	250	0,5	0,2
Pommes de terre	100	1,12	1,12
Lait	210	0,1	0,4
Vin.....	518	2,9	0,5
Sel marin	10	2,3	23,
Eau de boisson	1.000	5,0	0 5

pour l'alimentation de l'homme, où l'on met couramment en œuvre ce que l'on appelle les gros produits chimiques.

Pour toutes ces raisons, nous avons

effectué, durant ces dernières années, avec M. Bouligaud, un contrôle de la pureté des produits chimiques et autres, en ce qui concerne les traces d'arsenic.

De ce contrôle, il résulterait que l'on est toujours exposé à trouver, dans les produits chimiques usuels, des doses d'arsenic parfois vraiment inquiétantes, si l'on songe que ce métalloïde est, sous certaines formes, mortel pour l'homme à raison de 10 centigrammes seulement.

Dans les aliments, il ne devrait exister que des traces minimales d'arsenic. Le tableau du haut de la page précédente indique ce que, d'après MM. Jadin et Astruc, contiendraient, en millièmes de milligrammes, les aliments végétaux. Il ne s'agit donc, en moyenne, que de quelques millièmes de millièmes d'arsenic pour 100 grammes, doses en vérité dérisoires au point de vue toxicologique. D'ailleurs, l'apport quotidien d'arsenic par les aliments et par personne était, en 1914, celui qui est indiqué par le tableau inférieur de la même page, soit environ 21 millièmes de milligramme d'arsenic par jour (d'après

Armand Gauthier et M. Clausmann), et, par an, 7 millièmes 66. L'arsenic ainsi absorbé est presque entièrement éliminé avec les déchets alimentaires; il n'en resterait dans le corps humain, en totalité, que trois à quatre dixièmes de millièmes, dose insignifiante. Mais il n'en serait plus de même si on relâchait la surveillance. C'est ainsi qu'à Manchester, en 1900, survint une épouvantable épidémie d'intoxication arsenicale chez les buveurs de bière. Le Dr Bordas en communiqua les détails en France: 4.182 victimes dont 300 morts. Tout cela parce que les brasseurs avaient employé, en

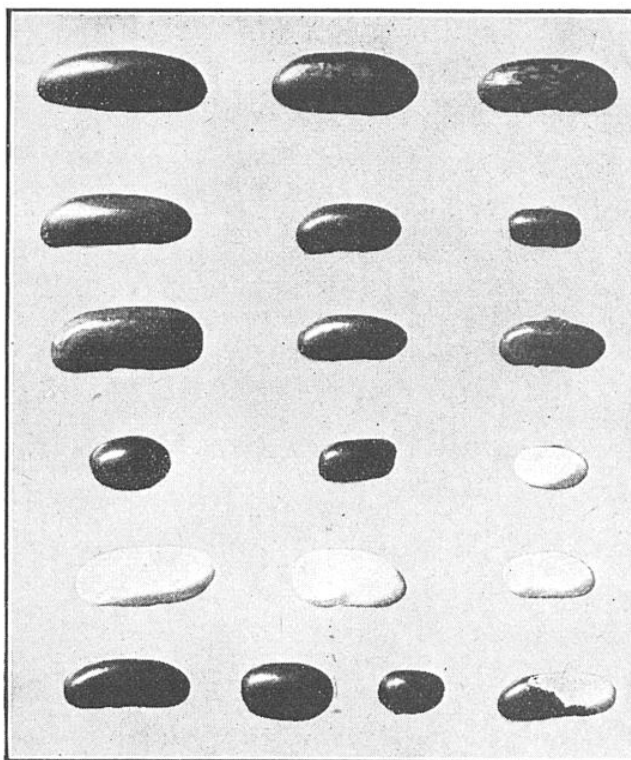
vue de la fermentation, des glucoses toxiques, fabriqués précisément à l'aide d'un acide sulfurique fortement arsenical, comme il ne s'en trouve que de trop (1). Mais aussi, a-t-on interdit d'employer des glucoses (qui sont aussi une des matières premières des pâtisseries de second choix et des confitures de fantaisie) dont un kilogramme contiendrait, en général, plus de quatre milligrammes d'arsenic.

Dans la bière, les traces d'arsenic ne doivent pas dépasser un ou deux dixièmes de milligramme par litre. Elles sont inférieures à celles que l'on tolère dans le vin. Il est vrai qu'un buveur de bière boit, en général, davantage qu'un buveur de vin. On admettra donc pour la bière une limite de deux dixièmes de milligramme d'arsenic par litre et pour le vin, de cinq à un milligramme par litre si la consommation quotidienne ne dépasse pas 50 à 75 centilitres.

Dans tout ce qui précède, il est question de millièmes, de centièmes de milligramme, et même de millièmes de milligramme d'arsenic. Aucune balance n'est assez sensible pour la pesée de centièmes de milligramme. Comment peut-on alors déceler des traces aussi minimales d'arsenic dans les matières alimentaires?

Le problème est des plus délicats, surtout parce que l'arsenic est le plus souvent intimement combiné à l'aliment, au point que, pour le déceler, il faut d'abord le dégager et détruire la masse principale,

(1) Ces acides sont préparés eux-mêmes à l'aide de pyrites (sulfure de fer), dont l'arsenic constitue précisément l'impureté habituelle.



HARICOTS DE FRANCE (*Phaseolus vulgaris*).

Voici de bons haricots, soissons, rognons-de-coq, etc.... Ils sont à peu près tous très nettement ovoïdes.

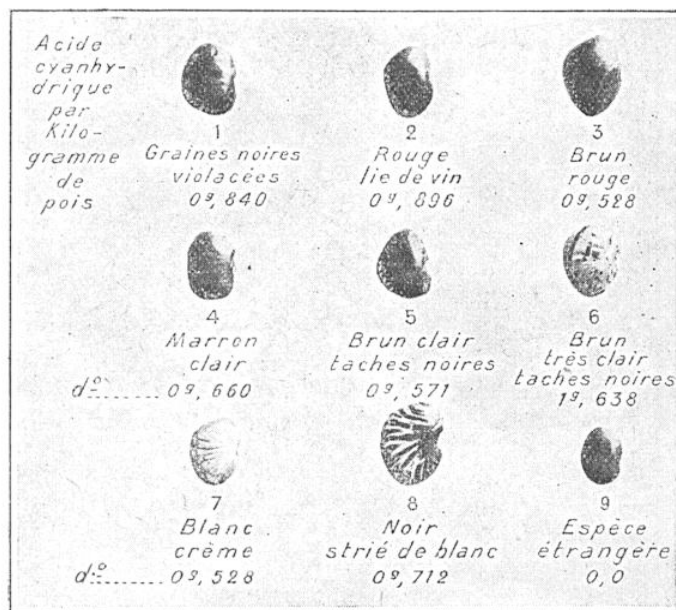
la matière organique, tout en évitant de perdre de l'arsenic, qui se volatilise facilement. Pour préciser, disons que s'il s'agissait d'une viande, on en prendrait 100 grammes qu'on broierait dans un petit hachoir, on délayerait la pulpe dans 35 centimètres cubes d'une solution contenant environ 7 grammes de nitrate de magnésie cristallisé pur, et on y ajouterait quelques pincées de magnésie calcinée pour empêcher que le milieu soit acide, ce qui favoriseraient les pertes d'arsenic. On introduit ensuite le mélange dans une étuve chauffée aux environs de 250°, et on l'y laisse trois heures. Durant ce temps, la mixture se dessèche et se torréfie, la matière organique s'unit intimement au produit magnésien et forme une sorte d'amadou très spongieux. On retire ensuite de l'étuve, et, après une pulvérisation très rapide, on introduit la capsule qui contient le mélange dans un four spécial chauffé au rouge sombre. Il suffit de l'y laisser vingt minutes pour que la calcination soit achevée; toute la matière organique est brûlée sans aucune perte d'arsenic qui, dans ces conditions, donne intégralement, avec la magnésie, un sel très résistant à la chaleur : le pyroarséniate de magnésie, dans lequel la caractérisation de l'arsenic deviendra très facile.

On peut opérer beaucoup plus rapidement, quitte à ce qu'un peu d'arsenic se perde par volatilisation, ce qui n'aurait guère d'importance, lorsqu'on présume qu'un produit contient des quantités d'arsenic excessives, c'est-à-dire toxiques. Il suffit, pour cela, de délayer le produit dans la solution de nitrate de magnésie,

d'évaporer rapidement et de calciner directement à une température plus élevée, en ajoutant au préalable un peu d'acide nitrique. Ce résultat est obtenu en quelques minutes seulement.

Il reste maintenant à déceler l'arsenic dans les cendres. Pour y parvenir, on les dissout dans un peu d'eau acidulée par de l'acide sulfurique, et on introduit goutte à goutte le liquide dans un dispositif bien connu : l'appareil de Marsh.

Ce dernier n'est autre qu'un générateur d'hydrogène. Si l'on ajoute dans l'appareil la moindre trace d'arsenic, il se dégage en même temps que l'hydrogène, de l'hydrogène arsénié, gaz très vénéneux, doué d'une odeur d'ail, et ayant des caractères qui permettent de le distinguer très facilement de l'hydrogène pur. Pour «analyser» l'hydrogène, l'appareil est muni d'un tube de verre à dégagement plutôt



HARICOTS CYANHYDRIQUES (*Phaseolus lunatus*).

I. — POIS DE JAVA (tous prohibés).

Leur forme est trapézoédrique. Ils dégagent de l'acide prussique en proportion variant suivant la couleur.

étroit. Ce tube est étiré à une extrémité. On allume l'hydrogène qui s'en échappe. Si ce gaz contient de l'hydrogène arsénié, l'arsenic se condensera sur la paroi froide et y formera des taches miroitantes. En déplaçant régulièrement une soucoupe devant la flamme, on obtient un grand nombre de taches dont chacune équivaut environ à un deux centièmes de milligrammes d'arsenic. Ce procédé des taches n'est cependant plus employé, et à juste raison, car il fait perdre beaucoup d'arsenic. On a tiré de l'action de la chaleur sur l'hydrogène arsénié un bien meilleur parti, en formant, non plus des taches, mais des anneaux d'arsenic. A cet effet, il suffit, simplement, de chauffer assez fortement le gaz produit lors de son dégagement,

à travers le tube de verre, et de refroidir l'extrémité de ce dernier. L'hydrogène arsénié se décompose dans la partie chauffée du tube et l'arsenic qui résulte de cette décomposition se dépose sous forme d'anneau métallique dans la partie froide du tube. L'anneau est d'autant plus grand et plus intense qu'il y a plus d'arsenic. En introduisant dans l'appareil de Marsh des doses connues d'arsenic (un centième de milligramme, un dixième, etc.) on établit des anneaux étalons qui permettent de doser ceux que l'on obtient en traitant une matière alimentaire ou autre, suspectée de contenir de l'arsenic.

La nature se charge, sans notre concours, d'élaborer au sein de ses produits, d'apparence inoffensive, des poisons chimiques de toutes espèces; nul n'ignore, par exemple, que, parmi les champignons, il en existe de très vénéneux, dont la différenciation avec les espèces comestibles n'est pas toujours aisée. Il est, cependant, des « embûches » alimentaires moins connues, parmi lesquelles je signalerai certains haricots et autres farineux de provenance étrangère.

Il y a une quinzaine d'années, on proposa à la Bourse des grains, à raison de 9 francs les 100 kilogrammes, une cargaison de haricots de « Java », alors que nos bons « fayots » valaient 18 francs. Mais, pris de doute, on soumit ces haricots exotiques à une analyse toxicologique au cours de laquelle ils se révélèrent des concentrés d'acide... prussique. On sait que l'acide prussique n'est autre que l'acide cyanhydrique, un poison des plus violents, puisque cinq centigrammes suffisent pour tuer un homme. L'étude approfondie de ces haricots, entreprise en France dès 1905, par le professeur Guignard, à la Faculté de Pharmacie, et par moi-même, au Laboratoire de Toxicologie, nous démontra bientôt qu'il ne s'agissait point d'autre chose que de l'horrible « pois de Java », variété du *Phaseolus lunatus*, étudié en 1901 par les savants anglais Dunstan et Henry.

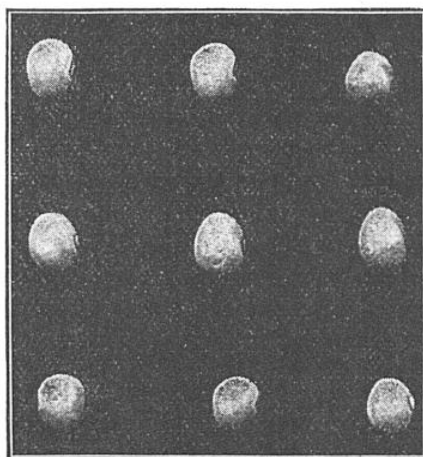
Le *Phaseolus vulgaris* de nos pays et le

phaseolus lunatus exotique diffèrent suffisamment, comme forme et comme saveur. Le *lunatus* est, comme son nom l'indique, en forme de croissant de lune, ce qui le distingue de nos « rognons de coq » ou autres haricots indigènes, qui sont plutôt ovoïdes. Les graines crues des haricots cyanhydriques ont, en outre, surtout les variétés dangereuses, un arrière-goût d'amertume que n'ont pas les haricots de nos pays. Il suffirait donc, pour les reconnaître, d'en croquer une graine, ce qui n'est pas dangereux. Enfin, un procédé chimique très simple, dû au profes-

seur Guignard, permet de reconnaître ces haricots des nôtres. Ce procédé est basé sur la propriété qu'ont certains papiers imprégnés de réactifs colorants, de changer de coloration sous l'influence des acides.

Il existe de nombreuses variétés de *phaseolus lunatus*. On en trouve à Java, à la Réunion, à Madagascar, au Cap, etc. Ces graines, dont la toxicité est loin d'être identique, ont toutes le caractère commun, de donner, par simple macération dans l'eau froide, de l'acide prussique. Elles n'ont pu être acclimatées chez nous; les essais de cul-

ture n'ont donné que des tiges et des feuilles contenant, d'ailleurs, de l'acide cyanhydrique. Les plus toxiques parmi les graines sont les haricots dits « pois de Java » ou « de kratock », « d'Achery », « pois amers ». Dans un même lot de ces graines diversement nuancées ou zébrées, j'en ai trouvé qui donnaient jusqu'à 3 grammes d'acide cyanhydrique par kilogramme de graines, c'est-à-dire de quoi tuer soixante personnes. D'autres variétés de *phaseolus lunatus* ne donnent que 1 à 3 décigrammes par kilogramme d'acide cyanhydrique; ce sont, notamment, les haricots rouges ou blancs de Birmanie, variété en général à graines plus petites et plus trapues que les pois de Java. Enfin, il existe encore une variété plus cultivée qui ne donne que quelques centigrammes d'acide cyanhydrique par kilogramme, ce sont les gros haricots blancs ou rosés de Lima,



II. — HARICOTS DE BIRMANIE
(blancs et rouges).

En général plus petits que les pois de Java. Ils peuvent être consommés sous certaines conditions très strictes.

du Cap ou bien encore de Madagascar.

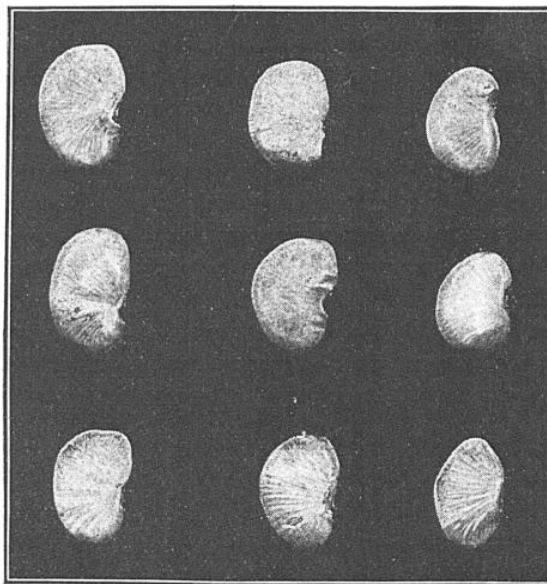
Le règlement a fait une distinction entre les diverses variétés de haricots cyanhydriques. L'importation des haricots du type *pois de Java* et leur emploi dans l'alimentation sont formellement interdits ; de même, les farines ou sous-produits provenant de ces haricots. Les haricots dits de *Birmanie* sont tolérés à condition que la dose d'acide cyanhydrique qu'ils peuvent libérer ne dépasse pas 200 milligrammes pour un kilogramme de graines, ou leurs sous-produits. Mais, en réalité, cette limite est trop élevée. Une ration de haricots atteint environ 100 grammes, et il ne serait pas prudent de consommer souvent d'aussi fortes quantités de produits cyanhydriques, surtout lorsqu'on ne jette pas l'eau de trempage, qui sert souvent à faire de la soupe ; cette dernière serait plus que suspecte. Aussi la tolérance de 200 milligrammes a-t-elle inquiété les hygiénistes qui ont émis le désir de la voir ramener à 100 milligrammes d'acide prussique par kilogramme, ce qui revient pratiquement à interdire pour l'alimentation les haricots de Birmanie. Quant à la troisième catégorie, celle des *haricots du Cap et de Madagascar*, à graines blanches ou rouges, l'expérience, faite par les Anglais, montre qu'ils peuvent être employés sans inconvénient dans l'alimentation.

Parmi les végétaux alimentaires, légumineuses ou autres contenant de l'acide prussique, je citerai le manioc, dont la racine pulpée sert à faire le vrai tapioca (qui, souvent, n'est qu'à base de fécule de pommes de terre). Toutefois, la plupart des maniocs du Brésil ou de la Réunion ne donnent que peu d'acide cyanhydrique, à peine quelques milligrammes pour 100 grammes du produit ; ils ne sont donc pas dangereux.

L'acide cyanhydrique n'existe pas à l'état libre dans les haricots exotiques ; il provient du dédoublement de composés qui, au point de vue chimique, s'appellent des glucosides. Ces substances, si fréquentes et si diverses dans le règne naturel (la digitaline est un glucoside, mais non cyanhydrique), ont toutes comme caractère typique de subir en présence de l'eau une décomposition spéciale appelée *dédoublement* ou *hydrolyse*, lors de laquelle il y a mise en liberté

d'un sucre, le *glucose* (d'où leur nom), et de diverses autres substances. Mais pour que l'hydrolyse puisse se produire, il faut le concours d'un agent spécial, soit d'un acide minéral (acides chlorhydrique, sulfurique, phosphorique), soit d'un « ferment » ou *diastase*. En l'absence d'eau, le *glucoside* et la *diastase*, qui sont, d'ailleurs, séparés au sein des cellules végétales, ne peuvent agir l'un sur l'autre ; mais dès que, par un *trempage* des haricots plus ou moins broyés, les deux substances entrent en contact, l'hydrolyse s'effectue ; le glucoside se décompose alors en glucose, en alcool (en acétone, d'après Dunstan et Henry), et enfin, en *acide cyanhydrique*. La diastase ne résiste pas à la chaleur ; pourtant, la cuisson des haricots est un moyen insuffisant pour supprimer leur toxicité. Il est difficile d'abord de détruire la totalité du ferment par l'ébullition, d'autre part, le *glucoside* toxique résiste à la chaleur, et, absorbé même sans diastase, il trouvera dans l'intestin des ferments susceptibles de produire son dédoublement néfaste.

C'est, d'ailleurs, par un mécanisme analogue que l'acide cyanhydrique prend naissance dans une foule d'autres végétaux cyanhydriques, tels les feuilles et fruits de laurier cerise, les feuilles, fruits et noyaux des prunier, abricotier, ceri-



III. — GROS HARICOTS BLANCS DU CAP ET DE MADAGASCAR

Cette variété de *Phaseolus lunatus* est comestible, ne contenant que peu d'acide prussique.



HARICOTS, MANIOCS, GRAINES DE LIN, TOURTEAUX, TOUS PRODUITS CYANHYDRIQUES.

sier, etc..., et dans les amandes amères.

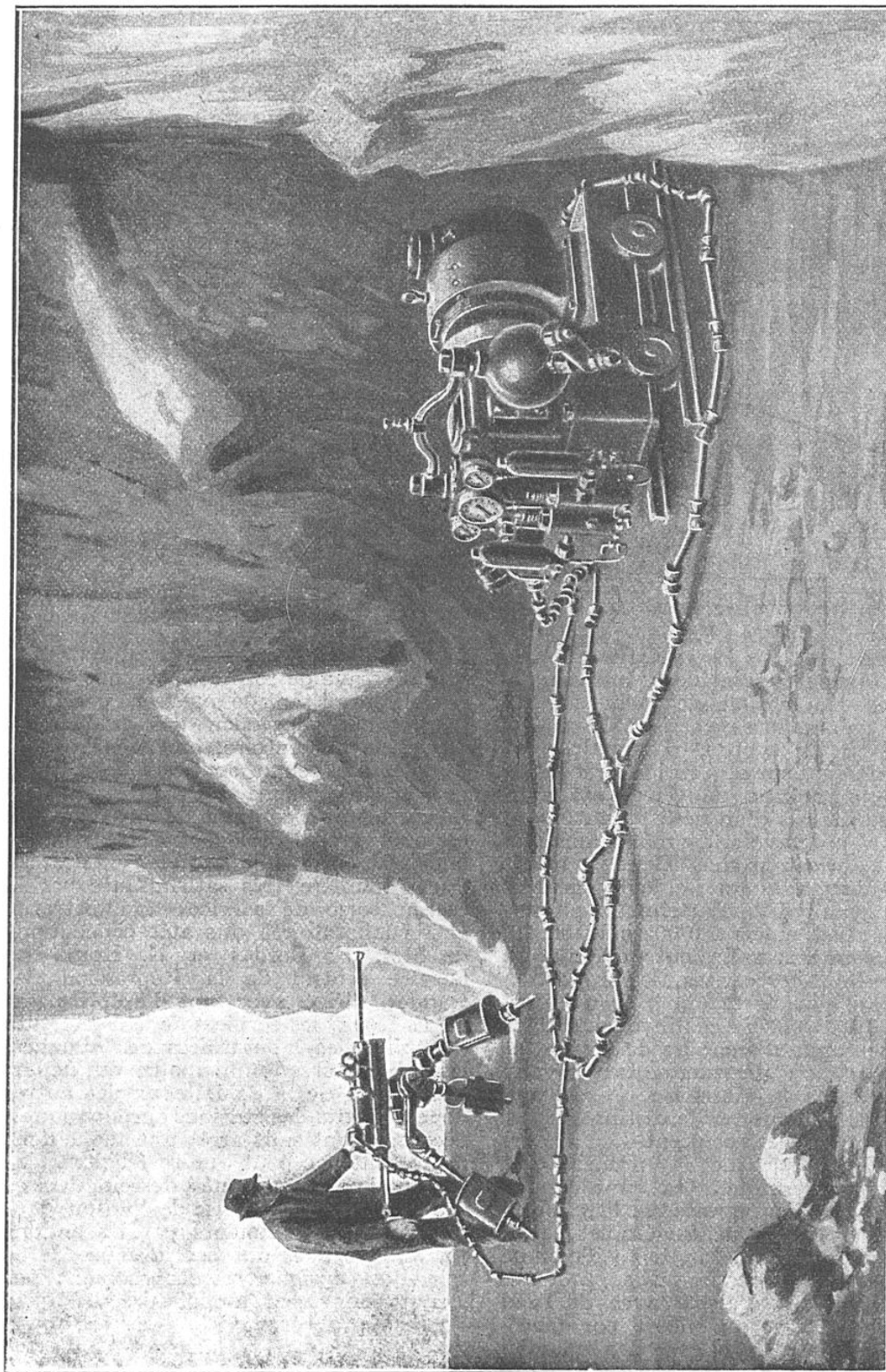
Les quantités d'acide cyanhydrique dégagées par action de l'eau sur les noyaux ou amandes de cerises, de prunes, d'abricots, de pêches, d'amandes, est très variable. Leur absorption peut n'être pas toujours sans danger. C'est ainsi qu'on cite le cas d'un petit enfant ayant succombé pour avoir absorbé les amandes de deux abricots pêches. Dans les macérations d'amandes amères, le dégagement d'acide cyanhydrique atteint les proportions de 1 et même 2 0/00; cinq ou six amandes amères suffiraient pour tuer un enfant. Dans les cerises, la proportion est encore plus forte, on a trouvé jusqu'à 3 gr. 5 d'acide cyanhydrique dans un kilogramme d'amandes de cerises, et 1 gr. 100 dans 1 kilogramme des noyaux entiers. Aussi le « kirsch », l'excellente eau-de-vie obtenue par la distillation des cerises fermentées, contient-il, d'ailleurs comme le « quetsch » et la « prunelle », de l'acide cyanhydrique. On en a trouvé de 30 à 100 milligrammes par litre. Cette teneur n'est pas très considérable. Il n'en est pas de même du kirsch falsifié ou de certains kirschs de fantaisie, préparés par macération d'alcool avec de l'eau de laurier cerise, ou encore par macération directe d'alcool avec des amandes

de fruits riches en acide cyanhydrique.

J'ai essayé de retracer à grands traits, ce qui, parmi tant de questions posées en matière de répression des fraudes et d'hygiène alimentaire, touche à la toxicologie. Le lecteur concevra sans peine que la surveillance des denrées alimentaires, même à ce point de vue restreint, est une grosse besogne. Cette surveillance est, d'ailleurs, assurée, en France, d'une manière très satisfaisante par le réseau serré de services administratifs et de laboratoires dus aux conceptions de MM. F. Bordas et E. Roux. Le Service central de la Répression des fraudes, dirigé, avec tant d'autorité, par M. E. Roux, les services de la Préfecture de police, les laboratoires des douanes, les laboratoires municipaux ou départementaux de la Seine, ceux des autres départements, les stations agronomiques, accomplissent sans arrêt une tâche dont notre santé ne peut que se féliciter.

Je n'ai pas mentionné à dessein, dans ce qui précède, la catégorie des poisons produits dans les aliments par les actions microbiennes et qui est la cause de ce que l'on désigne scientifiquement par « empoisonnement alimentaire ». J'aurai l'occasion d'y revenir un de ces jours.

E. KOHN-ABREST.



PERFORATRICE ACTIONNÉE PAR DES ONDES TRANSMISES AU TRAVERS D'UNE COLONNE LIQUIDE FLEXIBLE. LE GÉNÉRATEUR, QUE L'ON VOIT
À DROITE, EST COMMANDÉ PAR UN MOTEUR ÉLECTRIQUE. L'ENSEMBLE EST ESSENTIELLEMENT COMPACT ET MOBILE

LA TRANSMISSION DE L'ÉNERGIE PAR LES VIBRATIONS DE L'EAU

Par Edgar LAMAURY

LES modes de transmission de l'énergie actuellement connus et employés sont au nombre de cinq, à savoir : la vapeur, les liaisons mécaniques (engrenages, arbres, renvois, câbles, etc., de transmission), l'électricité, l'air comprimé (transmission pneumatique) et l'eau (transmission hydraulique). Il était cependant un autre système de transmission de l'énergie qui, bien que parfaitement connu, n'avait pas été jusqu'ici employé industriellement ; nous voulons parler de la propagation ondulatoire de l'énergie au sein d'un milieu matériel gazeux, solide ou liquide. On remarquera immédiatement que la nature nous offre plusieurs exemples de cette transmission par ondes de l'énergie, tant au sein de l'éther hypothétique et considéré comme impondérable, qu'au sein d'un milieu matériel, l'air ou l'eau, par exemple. Ainsi, la lumière, l'électricité statique et magnétique, ne sont autres que de l'énergie transmise et transmissible par mouvement vibratoire avec ou sans support matériel ; le son est aussi de l'énergie à propagation ondulatoire, mais avec support matériel ; c'est-à-dire exigeant la présence de particules de matière.

L'homme a bien mis à profit le mouvement ondulatoire pour transmettre de l'énergie d'un point à un autre, en télégraphie sans fil, par exemple, où l'onde hertzienne est de l'énergie en mouvement, mais, l'énergie des ondes hertziennes, à la réception, est, même après amplification, d'un ordre de grandeur trop faible pour constituer une exception à ce que nous avons dit plus haut. Ce qui

nous intéresse ici, ce n'est pas la gamme des énergies infinitésimales recueillies à des distances considérables des sources d'émission, quelles qu'en puissent être d'ailleurs les merveilleuses utilisations, mais le cadre des énergies que nous qualifierons d'*industrielles* parce qu'elles sont destinées à *animer* des machines utilisées dans l'industrie.

La transmission à distance, par mouvement ondulatoire, d'une énergie industrielle, exige un milieu liquide, c'est-à-dire un milieu qui ne soit ni trop dense ni trop raréfié. Si, en effet, le milieu est très dense (cas d'une colonne solide), on conçoit que le mouvement engendré par les ondes au point de réception aura une amplitude extrêmement faible et peu apte à fournir un travail mécanique. Si le milieu est raréfié (colonne gazeuse), le mouvement *reçu* aura, par contre, une amplitude considérable (d'autant plus considérable que la distance sera faible) tout aussi difficile à adapter à un travail mécanique. Nous parlons de colonnes, solides ou gazeuses, parce qu'il est évident que les ondes produites ne doivent pas rayonner dans toutes les directions si l'on veut qu'elles ne perdent pas de leur énergie sur leur chemin ; elles doivent donc être orientées et contenues dans une

section uniforme sur la distance qui sépare le point d'émission du point de réception.

M. C. Camichel, professeur à la Faculté des Sciences de Toulouse et directeur de l'Institut Électrotechnique de cette ville, dont on verra plus loin le rôle de précurseur en la matière qui fait l'objet de cette étude, nous a signalé que Wertheim, en 1848-1851, avait, en montrant que les tuyaux remplis

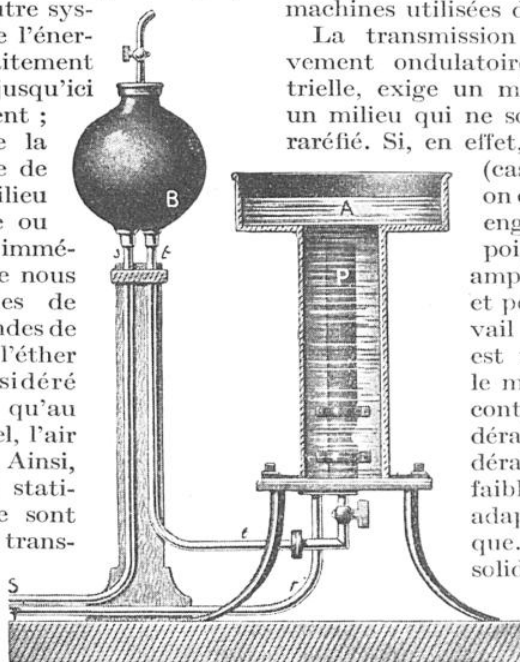


FIG. 1. — DISPOSITIF A L'AIDE DUQUEL WERTHEIM DÉMONTRA, EN 1848-1851, QUE LES TUYAUX REMPLIS D'EAU PEUVENT DONNER DES SONS ET, PAR CONSÉQUENT, TRANSMETTRE DE L'ÉNERGIE PAR VIBRATIONS

d'eau peuvent émettre des sons, réalisé, le premier sans doute, une application de la transmission de l'énergie à travers un milieu liquide. L'appareil qu'il employait est représenté par la figure 1, extraite des *Annales de Physique et Chimie* : un

tuyau d'orgue l'eau, est parcouru par un courant d'eau que lui amène un tuyau *tt*. Une pompe non figurée aspire l'eau du vase *A* par la conduite *rr* et la refoule par *ss* dans le réservoir

B qui contient de l'air comprimé et qui a pour but de régulariser la pression.

Dans son mémoire, Wertheim indique les précautions à prendre pour que les vibrations puissent se produire, en particulier la nécessité de purger la conduite de toute trace d'air. Cette nécessité a été vérifiée depuis et constitue un détail important pour les phénomènes étudiés. Wertheim, hypnotisé sans doute par le but très spécial de ses recherches en acoustique, ne sut pas tirer de ses expériences toute la portée qu'elles recelaient. Par contre, M. le professeur Camichel réalisa, en collaboration avec MM. Eydoux et Gariel, plusieurs procédés pour faire vibrer l'eau dans les conduites, notamment un robinet tournant et un clapet automatique (dont la description nous entraînerait malheureusement trop loin) ainsi qu'un moteur synchrone actionné par les vibrations du liquide, c'est-à-dire fonctionnant sous l'influence des variations de pression de l'eau dans la conduite. Ce moteur — dont le schéma (fig. 2) est emprunté au mémoire que M. Camichel a récemment publié, en collaboration avec les deux ingé-

nieurs nommés plus haut — est simplement constitué par un piston plein actionnant une manivelle. On le place à un centre de vibrations et on l'accroche au moyen d'un moteur auxiliaire, comme on le fait pour les moteurs synchrones électriques.

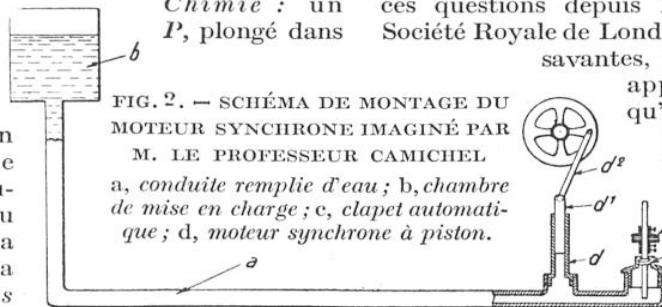


FIG. 2. — SCHÉMA DE MONTAGE DU MOTEUR SYNCHRONE IMAGINÉ PAR M. LE PROFESSEUR CAMICHEL

a, conduite remplie d'eau ; *b*, chambre de mise en charge ; *c*, clapet automatique ; *d*, moteur synchrone à piston.

Malheureusement, pour nous, Français, le moteur de M. le professeur Camichel n'était encore qu'un appareil de laboratoire, quand un jeune ingénieur roumain, M. Georges Constantinesco, qui travaillait parallèlement ces questions depuis 1914, présenta à la Société Royale de Londres et autres Sociétés

savantes, les méthodes et les appareils industriels qu'il a imaginés, d'abord avec l'aide de M. Walter Haddon, puis d'une puissante compagnie anglaise, pour la transmission à distance de l'énergie, au moyen

des vibrations de l'eau dans les conduites, et pour l'utilisation de cette énergie.

Bien que, en apparence, le nouveau système de transmission de l'énergie semble s'apparenter au mode de transmission hydraulique, il en diffère radicalement par son principe. La transmission hydraulique est, en effet, caractérisée par un courant continu du liquide utilisé, alors que ce courant fait totalement défaut dans la transmission ondulatoire. Dans le cas de cette dernière, en effet, le liquide oscille en avant et en arrière, de part et d'autre d'une position moyenne, non pas comme une bielle élastique qui, alternativement, s'allongerait ou se contracterait, mais à la façon d'une tige rigide animée d'un mouvement de va-et-vient d'égale amplitude de part et d'autre de sa position de repos. Le système fait

donc appel à l'élasticité du milieu au travers duquel se propage l'énergie (1). Les particules de ce milieu — qui, en principe, pourrait être, comme nous l'avons dit, tout aussi bien

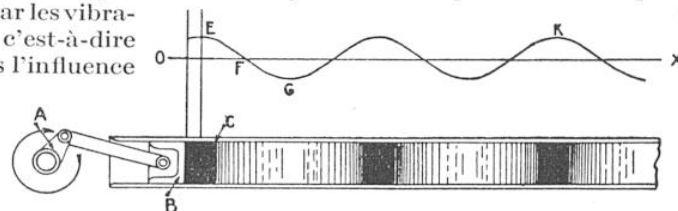


FIG. 3. — Dans une colonne liquide, le va-et-vient d'un piston engendre une succession de zones de compression (en noir) séparées par des zones plus longues de basse pression (en plus clair). Chaque zone de compression se propage en avant du piston le long de la colonne, de sorte que, en tout point de cette dernière, la pression passe par une série de variations qui peuvent être représentées par la courbe sinusoïdale *O X* et assimilées à une série d'ondes.

été jusqu'ici employées pour la transmission de l'énergie dans le système hydraulique et dans le téléphérique, ont été considérées comme se déplaçant « en bloc » et comme étant pratiquement incompressibles et inextensibles. Les colonnes liquides et solides, cependant, sont élastiques et cette propriété peut être mise à profit pour transmettre de l'énergie par mouvement vibratoire des particules de la matière dont elles sont faites.

(1) Les liaisons liquides et solides, telles qu'elles ont

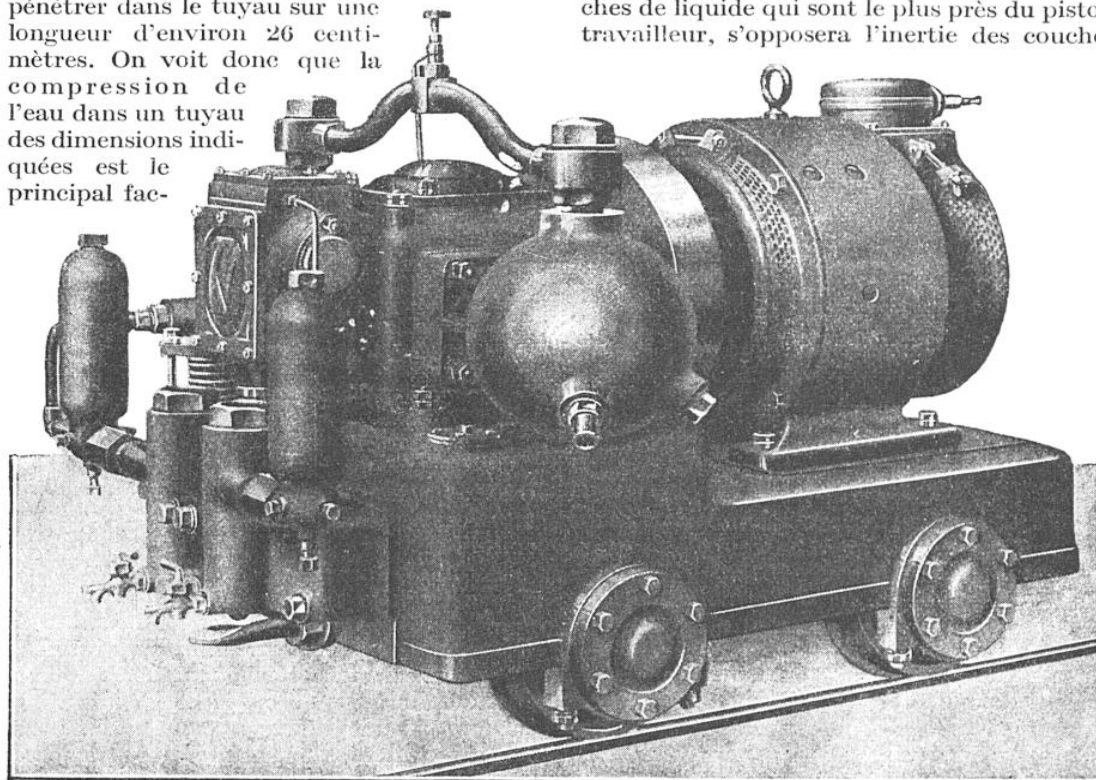
solide ou gazeux — ne *voyagent pas* ; elles sont toutes en état de vibration. L'énergie est transmise au moyen de variations périodiques de pression et de volume qui produisent des vibrations longitudinales, c'est-à-dire des ondes orientées, dans la colonne liquide. C'est donc à une transmission ondulatoire mécanique que l'on a affaire et non pas à un transport ou à un écoulement de matière.

Pour analyser le phénomène, il suffit, comme nous allons le montrer, de faire appel à des principes élémentaires de physique.

Supposons que nous disposions d'une conduite de 150 mètres de longueur, 2 cm. 5 de diamètre et 0 cm. 5 d'épaisseur, fermée à une extrémité et remplie d'eau, et supposons, de plus, qu'à l'extrémité ouverte du tuyau, on introduise à force un piston, sous une pression régulière de 35 kilogrammes par centimètre carré. Si le liquide était incompressible, l'augmentation de volume du tuyau, sous l'effet de la pression, ne permettrait au piston de pénétrer à l'intérieur de la conduite que sur une longueur d'environ 1 cm. 5. Mais si cette conduite était absolument indilatable, la pression comprimerait l'eau dans une mesure qui permettrait au piston de pénétrer dans le tuyau sur une longueur d'environ 26 centimètres. On voit donc que la compression de l'eau dans un tuyau des dimensions indiquées est le principal fac-

teur à considérer dans les changements de volume qui se produisent sous l'effet de la pression et que, par contre, la dilatation de la conduite est presque négligeable.

Si l'on cesse d'exercer la pression sur le piston, l'eau se détendra et reprendra son volume primitif. Avec d'autres liquides on obtiendrait des résultats similaires. Supposons maintenant que le tuyau, au lieu d'être rigidement fermé à une extrémité, le soit par un piston léger, maintenu toujours en contact avec la colonne liquide et libre de se mouvoir avec ledit liquide ; supposons, en outre, que le piston travailleur, au lieu d'être refoulé lentement dans le tuyau, soit relié au moyen d'une bielle à une manivelle en rotation rapide, de manière à ce qu'il se meuve avec un mouvement harmonique simple, et que, en plus des impulsions ou battements du piston, une pression constante s'exerce aux deux extrémités de la colonne liquide. La seule résistance au mouvement du piston est alors l'inertie de la colonne liquide et, si la colonne est courte, le liquide se déplacera à la façon d'une masse solide. Si, par contre, la colonne a une longueur considérable, au déplacement des couches de liquide qui sont le plus près du piston travailleur, s'opposera l'inertie des couches



VUE D'ENSEMBLE D'UN GÉNÉRATEUR D'ONDES DE 10 CHEVAUX ET 40 PÉRIODES, ACCOUPPLÉ DIRECTEMENT A UN MOTEUR ÉLECTRIQUE D'ENTRAÎNEMENT ET MONTÉ SUR ROUES

3 *

plus éloignées et, lors de la pénétration du piston dans le tuyau (course intérieure), le liquide, au voisinage du dit piston, sera comprimé et diminuera de volume ; il s'en suivra que le mouvement des couches du liquide qui sont éloignées du piston aura une moins grande amplitude que celui des couches plus rapprochées de ce dernier.

A chaque vitesse de rotation de la manivelle correspondra un point dans la colonne où, à la terminaison de la course intérieure du piston, il n'y aura pas eu déplacement du liquide. Entre ce point et le piston, l'eau sera, à ce moment, dans un état de compression compris entre un maximum (à l'endroit du piston) et zéro. Au moment de la vitesse maximum du piston, le déplacement de la couche de liquide en contact avec ce dernier sera nécessairement plus grand que le déplacement des couches plus éloignées, et l'énergie cinétique des couches les plus rapprochées du piston sera, en conséquence, transmise en avant le long de la colonne. L'énergie dépensée par le piston dans sa course intérieure est, à la fin de cette course, tout entière présente dans la colonne liquide, en partie sous la forme d'énergie potentielle due au volume décré du liquide en compression et en partie sous la forme d'énergie cinétique.

Lorsque le piston revient en arrière (course extérieure), la compression de la couche d'eau en contact avec ledit piston décroît et la détente du liquide a lieu entre le piston et le point de la colonne où la pression est maximum. Étant donné que ce point de pression maximum s'éloigne du piston au commencement de la course de retour, le sens du mouvement de la couche liquide en contact avec le piston est renversé, tandis que la pression de cette couche diminue

jusqu'à ce que le piston soit parvenu à la fin de sa course extérieure ; quand ceci a lieu, la couche liquide en contact avec le piston se trouve instantanément au repos. La manivelle continuant de tourner, une série d'impulsions se trouvent ainsi imprimées à la colonne d'eau ; ces impulsions se traduisent par une série de changements de pression et de volume le long de la colonne, chaque particule du liquide oscillant alors de part et d'autre d'une position moyenne.

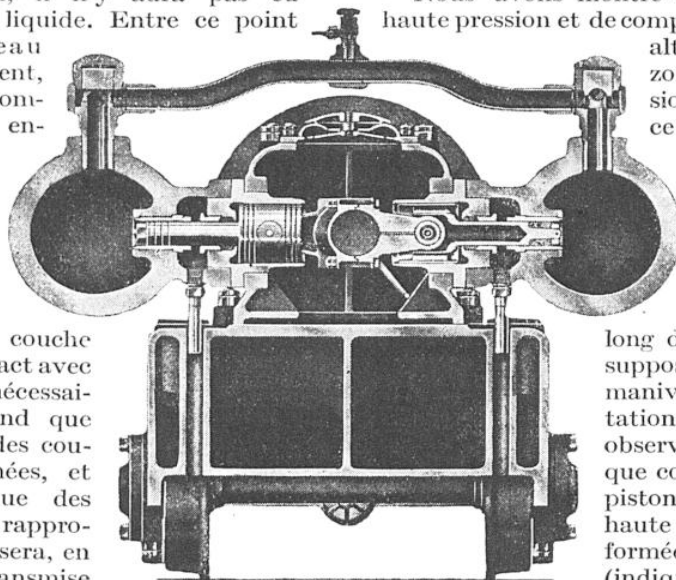
Nous avons montré que des zones de haute pression et de compression du liquide, alternant avec des zones de basse pression et de détente de ce même liquide, sont

produites par le va-et-vient du piston à une extrémité de la conduite et que ces zones voyagent en avant le

long du tuyau. Si nous supposons (fig. 3) que la manivelle *A* soit en rotation uniforme, nous observerons que, à chaque course intérieure du piston *B*, une zone de haute pression *C* sera formée ; toutes ces zones (indiquées en noir sur la figure) se propageront le long du tuyau en s'éloignant du piston ; nous observerons aussi que deux zones consécutives à haute pression se trouveront séparées par une zone à basse pression indiquée en plus clair sur la même figure.

La pression en un point quelconque du tuyau passera donc par une série de valeurs

comprises entre un maximum et un minimum, et ces valeurs se reproduiront périodiquement. Si la ligne *OX* représente la valeur de la pression moyenne, le piston se trouvant dans la position indiquée, les pressions simultanées en différents points de la colonne liquide peuvent être représentées par les ordonnées de la courbe sinusoïdale *E, F, G, K*. Puisque la rotation de la manivelle est uniforme, il est évident que les distances séparant des points successifs de



COUPE DU GÉNÉRATEUR, PAR LE TRAVERS DES « CAPACITÉS »

Les « capacités » sphériques sont des chambres de mise en charge ; elles servent à équilibrer les forces qui s'exercent sur l'arbre manivelle, assurant ainsi un fonctionnement silencieux et exempt de trépidations aux grandes vitesses. Ces capacités sont reliées entre elles par un tuyau dont le rôle est d'égaliser la pression dans chacune d'elles et de permettre d'emprunter la totalité de l'énergie débitée par le générateur à l'une ou l'autre des chambres.

pression maximum sont égales. Cette distance uniforme est la longueur d'onde du mouvement vibratoire du liquide. Si v est la vitesse avec laquelle ces ondes se propagent le long du tuyau et si n est le nombre de tours de la manivelle dans l'unité de temps, la longueur d'onde λ est nécessairement égale à $\frac{v}{n}$.

Supposons maintenant que le tuyau ait une longueur déterminée et soit fermé au point R , à une distance du piston B égale à un multiple exact de la longueur d'onde ; supposons encore que la course du piston soit petite, comparée à la longueur d'onde, comme indiqué sur la figure 4.

L'onde de compression sera arrêtée en R et réfléchiée ; l'onde réfléchiée reviendra en arrière le long du tuyau.

Si la manivelle continue de tourner à une vitesse uniforme, tous autres facteurs restant égaux, une zone de pression maximum partira du piston au moment même où la zone de pression maximum réfléchiée reviendra au dit piston, de sorte que nous aurons une onde d'amplitude double de la première qui se propagera le long du tuyau. Le deuxième tour de la manivelle ajoutera encore à l'amplitude de l'onde, et ainsi de suite avec les tours suivants. Le résultat de cette addition continuelle d'énergie sera d'augmenter la pression maximum indéfiniment, tout au moins tant que le tuyau pourra résister sans éclater à cette pression croissante. On notera que, dans le cas d'une onde de plus grande amplitude, les pressions maxima ainsi que les rapidités et amplitudes maxima des mouvements des particules en vibration, seraient également augmentées.

Supposons ensuite que, au lieu de fermer le tuyau rigidement en R , nous ayons en ce point un piston M relié à une manivelle N similaire à A , comme indiqué figure 5. Supposons que la manivelle N tourne à la même vitesse angulaire et en phase avec la mani-

velle A . Si la colonne liquide était prolongée au delà du piston M , il est évident que le mouvement du piston produirait dans l'arrière colonne une série d'ondes qui seraient absolument identiques aux ondes comprises entre B et M puisqu'elles en seraient la continuation. Le piston M , par conséquent, s'il se meut en synchronisme avec B , pourra absorber la totalité de l'énergie des ondes produites par B et se propageant le long du tuyau. On verra, en outre, que le piston pourra absorber et utiliser la totalité de l'énergie des ondes voyageant à sa ren-

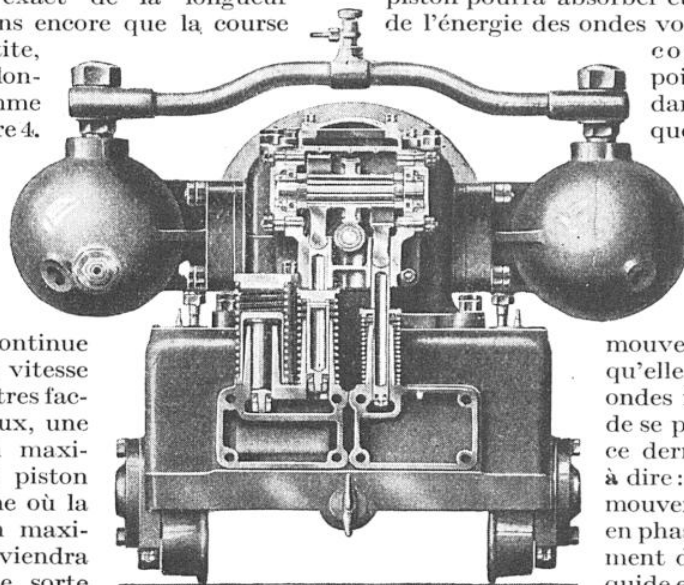
contre à quelque point qu'on le place dans le tuyau, pourvu que la période de son mouvement alternatif soit la même que celle du piston A et à condition également que la phase de son

mouvement soit telle qu'elle permettrait aux ondes frappant le piston de se propager au delà de ce dernier ; ceci revient à dire : à condition que le mouvement du piston soit en phase avec le mouvement de la couche du liquide en contact avec lui.

Dans cet exemple de transmission d'énergie par mouvement ondulatoire, la pression maximum dans le tuyau n'excèdera en aucun point la pression maximum dans le voisinage du piston travailleur, aussi longue que puisse être la ligne

de transmission ; cette pression maximum dans le tuyau sera toujours la même, que la longueur de la ligne soit l'équivalent de celle de l'onde ou un multiple quelconque de cette dernière ; il importe peu également que les deux pistons se meuvent dans la même direction ou dans des directions opposées ; d'autre part, leurs mouvements respectifs peuvent différer en phase par n'importe quel angle, suivant le rapport entre la distance qui les sépare et la longueur d'onde.

Dans l'exemple considéré plus haut, la totalité de l'énergie communiquée à la colonne liquide par le piston B peut être absorbée par le piston M . Si, par contre, le piston B



COUPE PAR LE TRAVERS DU CARTER
DES ENGRENAGES DE LA POMPE

Lorsque la conduite de transmission ne peut être chargée par gravitation, moyen évidemment le plus simple quand on peut l'appliquer, le générateur est muni d'une pompe à pistons que l'arbre manivelle actionne par l'intermédiaire d'excentriques, d'un arbre auxiliaire et d'engrenages appropriés.

engendre plus d'énergie que le piston *M* n'en absorbe, supposant qu'il n'y ait pas de pertes par frottement, il est évident que les ondes réfléchies doivent se former au moment où les ondes incidentes frappent le piston *M*. Il en résulte que le surplus d'énergie demeurera dans le liquide et que la continuation du mouvement rotatoire de la manivelle aura pour effet d'ajouter continuellement de l'énergie, augmentant par suite la pression maximum indéfiniment jusqu'à ce que, à un moment donné, comme dans le cas de la conduite fermée, le tuyau éclate.

Mais, supposons que, dans le cas d'une conduite fermée ayant une longueur égale à plusieurs fois la longueur d'onde, une chambre *D* (fig. 6), complètement remplie de liquide, d'un volume considérable par rapport au volume de la course du piston *B* et pourvue de parois rigides, soit mise en communication avec le tuyau dans le voisinage du piston *A* chaque course intérieure du piston, un courant de liquide se rendra dans la chambre *D* et le liquide contenu dans cette dernière sera comprimé; d'autre part, à chaque course extérieure du piston, le liquide renfermé dans la chambre se détendra; suivant la capacité de la chambre, plus ou moins de liquide pénétrera dans cette dernière et en sortira à chaque révolution de la manivelle.

La capacité *D* se comportera ainsi comme un amortisseur, absorbant l'énergie des ondes incidentes et réfléchies lorsque la pression est élevée et restituant cette énergie lorsque la pression s'abaisse. La pression moyenne dans la chambre *D* et dans le tuyau sera la même, de sorte que, lorsque les ondes réfléchies successives auront été produites et auront atteint une certaine amplitude correspondant à cette pression moyenne, le piston travaillera simplement à comprimer le liquide dans la chambre *D* au moment de

sa course intérieure; le liquide, se comportant comme un ressort, restituera cette énergie au piston lorsque ce dernier effectuera sa course extérieure. Il s'ensuivra que, lorsque les ondes réfléchies auront été produites, il existera dans le tuyau une série d'ondes stationnaires; aucune autre augmentation de l'énergie dans le liquide ne se produira et les pressions dans la conduite n'excéderont jamais la limite fixée.

En utilisant une chambre telle que *D*, le tuyau peut être complètement ou partiellement fermé; il est donc possible de placer à l'extrémité éloignée, ou en tout autre point de la conduite, des

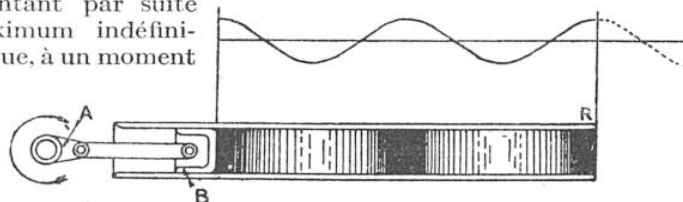


FIG. 4. — L'onde qui prend naissance dans une conduite fermée et dont la longueur est multiple de celle de l'onde, est renvoyée en arrière lorsqu'elle frappe le fond de la conduite et revient au piston au moment exact où une nouvelle onde est produite par ce dernier. Les ondes réfléchies s'ajoutant ainsi aux ondes incidentes, l'énergie générée dans la conduite s'accroît à chaque coup de piston.

appareils qui utilisent une partie seulement de l'énergie des ondes; la manivelle rotative *A* n'effectuera alors qu'un travail proportionnel à l'énergie réellement utilisée.

Considérons le cas (fig. 7) d'ondes transmises par un piston alternatif *A* le long d'une conduite *EE*, pourvue de ramifications. Supposons que le tuyau *E* soit fermé en *F*, à une distance du générateur d'ondes *A* égale à une longueur d'onde entière et qu'il y ait des ramifications *B*, *C*, *D* en des points respectivement correspondants à la moitié, aux trois quarts et au tout de la longueur

d'onde. Les cas étudiés précédemment nous permettent de voir que si l'on vient à

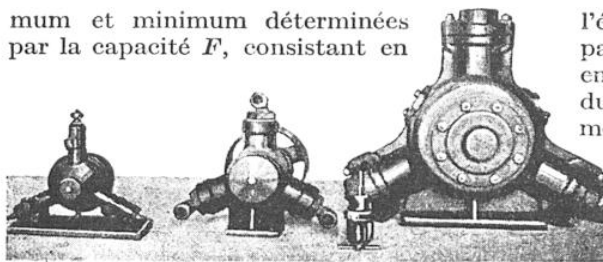


FIG. 5. — Si, à l'extrémité précédemment fermée de la conduite, on place un piston moteur analogue au piston générateur de l'autre extrémité, cet organe sera actionné à distance par les ondes et pourra produire un travail utile.

fermer le robinet *P* et à ouvrir le robinet *D*, ce dernier contrôlant le fonctionnement d'un moteur *L* tournant en synchronisme, ce moteur *L*

sera capable d'absorber la totalité de l'énergie impartie au liquide par le générateur. Nous savons également que, si tous les robinets sont fermés, des ondes stationnaires seront produites dans le tuyau *E* qui auront des variations maxima de pression aux points *P* et *B*. En ces points, le courant d'énergie sera toujours nul, tandis que la pression oscillera entre des valeurs maxi-

mum et minimum déterminées par la capacité F , consistant en



QUELQUES MOTEURS « A VIBRATIONS »

De gauche à droite : moteur à faible pression, moteur lent, moteur de 60 HP; en avant est un moteur de 1/10^e de cheval. Ces moteurs sont robustes, simples et, à puissance égale, moins onéreux et encombrants que les moteurs électriques.

une chambre remplie de liquide. Au quart G et aux trois quarts C de la longueur d'onde, le courant oscillera entre des valeurs maximum et minimum, mais la variation de pression sera nulle. Dans le cas considéré, les points de pression maximum et de mouvement

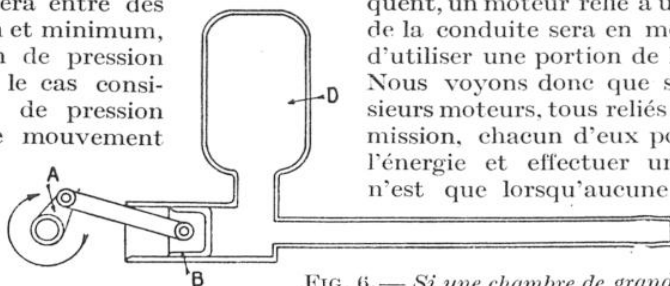


FIG. 6. — Si une chambre de grande capacité, remplie de liquide, est reliée à la conduite dans le voisinage du piston, elle absorbera l'énergie des ondes incidentes et réfléchies lorsque la pression dans la conduite tendra à s'élever; elle restituera cette énergie lorsque la pression tendra à s'abaisser. La pression moyenne dans la chambre et dans la conduite sera la même et ne pourra jamais dépasser la valeur limite pour laquelle le système aura été calculé.

variation de pression ne se produira et, réciproquement, aux points de variation maximum de pression, le liquide sera complètement au repos. Il est évident, en conséquence, que si le robinet B , qui conduit directement au moteur M , est ouvert, ce dernier, tournant en synchronisme de vitesse, sera en mesure d'absorber toute l'énergie transmise. En conséquence, la demi-onde stationnaire entre A et B disparaîtra et sa place sera prise par l'onde se propageant en avant, tandis qu'entre B et P , l'onde stationnaire persistera. Si le robinet C , qui contrôle le moteur N aux trois quarts de la longueur d'onde, est ouvert, tous les autres robinets étant fermés, aucune énergie ne pourra être absorbée par le moteur, puisqu'au point C , la variation de pression est toujours nulle et l'onde stationnaire persistera sur toute la longueur du tuyau. Si le moteur N est relié à la conduite, en tout point intermédiaire, il absorbera une partie de

l'énergie; l'onde stationnaire n'en persistera pas moins, mais son amplitude sera diminuée entre le générateur A et le moteur. L'état du liquide entre le générateur A et le moteur peut être considéré comme étant la résultante de deux ondes superposées : une onde stationnaire et une onde mobile transportant de l'énergie.

Supposons, maintenant, que le moteur L ne soit pas capable d'absorber toute l'énergie transmise par le tuyau et émanant du générateur A , nous aurons, dans ce cas, superposés, dans le tuyau, un système d'ondes stationnaires et un système d'ondes se propageant à travers la conduite, de sorte qu'il n'y aura aucun point dans cette dernière où la variation de pression sera constamment nulle; par conséquent, un moteur relié à un point quelconque de la conduite sera en mesure d'absorber et d'utiliser une portion de l'énergie transmise. Nous voyons donc que si nous avons plusieurs moteurs, tous reliés à la ligne de transmission, chacun d'eux pourrait absorber de l'énergie et effectuer un travail utile. Ce n'est que lorsqu'aucune énergie n'est uti-

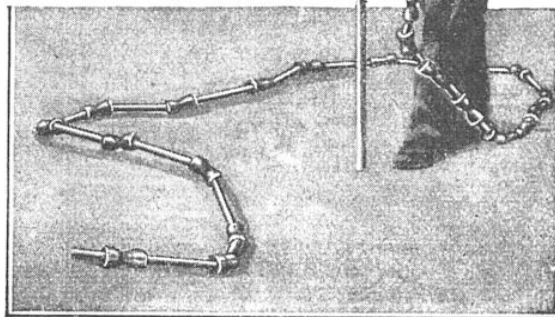
lisée que des points auxquels la variation de pression est constamment

nulle peuvent exister.

Le matériel mis en œuvre dans le nouveau

PERFORATRICE A MAIN DU TYPE A PERCUSSION

La rotation du foret est automatique et indépendante de la commande du marteau.



système de transmission de l'énergie est simple, robuste et sûr ; il se compose essentiellement : 1° d'un *générateur d'ondes* ; 2° d'un *moteur* ; 3° d'une *ligne de transmission*.

Le générateur consiste en un ou plusieurs cylindres métalliques, munis chacun d'un piston relié par un arbre à un type quelconque de démarreur à grande vitesse tel, par exemple, qu'un moteur ordinaire à vapeur, à combustion interne ou électrique.

Le moteur se compose,

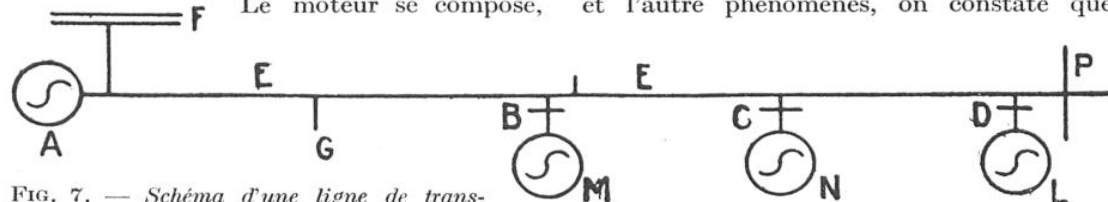


FIG. 7. — Schéma d'une ligne de transmission comportant plusieurs moteurs (M N L) montés en dérivation, c'est-à-dire desservis par des ramifications du conduit principal; chaque moteur est contrôlé par un robinet (B C D) et la conduite peut être fermée complètement en P; A est le générateur et F est une « capacité ».

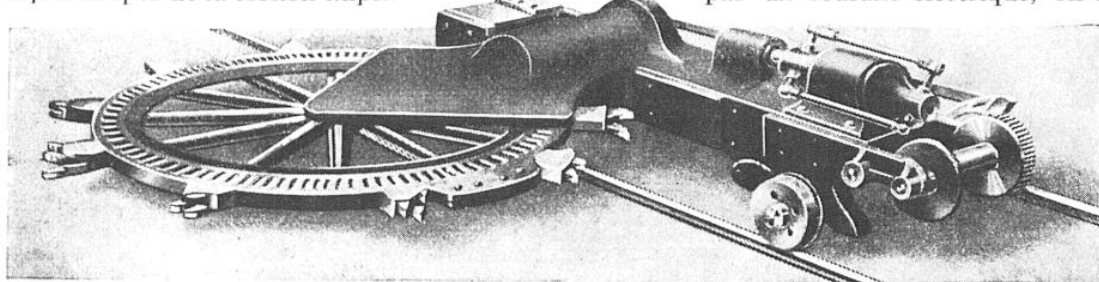
comme le générateur, d'un ou de plusieurs cylindres dont les pistons sont étudiés pour être actionnés, du côté « admission », par les ondes transmises, l'autre côté étant relié d'une manière appropriée à l'outil ou au mécanisme qu'il s'agit de faire fonctionner. L'application la plus simple de ce moteur, qui est auto-démarreur, est représentée par des outils à forer ou à river, car le piston est alors employé comme marteau et frappe directement sur la queue de la mèche ou la tête du rivet; il n'y a donc aucun mécanisme.

La ligne de transmission, qui constitue la *colonne liquide*, est un tuyau flexible. Ce tuyau, grâce à un nouveau type de joint universel sphérique, employé pour raccorder entre elles les très courtes sections du tube, peut être enroulé sur lui-même ou recourbé comme un câble souple. On n'a pas même à se préoccuper de la torsion impré-

mée au tuyau lorsqu'on visse ou dévisse ses raccords d'extrémité, chaque section pouvant prendre tous les mouvements imaginables par rapport aux sections adjacentes.

La transmission de l'énergie par *vibration d'un liquide* peut être assimilée à la transmission électrique par *courant alternatif* et ce n'est pas là le résultat d'une simple coïncidence. Si, en effet, on rapproche dans une étude comparative les théories de l'un et l'autre phénomènes, on constate que

l'élasticité, la masse du liquide, le frottement et les pertes, qui constituent les facteurs essentiels du nouveau mode de transmission, correspondent, en langage électrique, à la capacité, à l'induction, à la résistance et aux pertes électriques. La différence de pression entre deux points de la conduite constitue, somme toute, une *différence de potentiel*; l'intensité est représentée par le quotient de la différence de potentiel par la résistance, cette dernière étant elle-même proportionnelle à la longueur, à la nature, et à la section de la conduite. Les lois et formules des courants alternatifs constituent ainsi, moyennant de légères retouches, toute la théorie de la nouvelle science. Un exemple mettra en évidence le parallélisme qui existe entre les deux sortes de phénomènes : Si, en un point quelconque d'un circuit parcouru par un courant électrique, on a



HAVEUSE DU NOUVEAU SYSTÈME, POUR EXTRACTION DE LA HOUILLE

Comme la haveuse mécanique Winstanley, l'appareil se compose d'une roue horizontale armée de deux systèmes de dents, l'un sur l'épaisseur, l'autre sur les deux faces. Cette roue est portée par un chariot automoteur qui peut se déplacer sur des rails et porte le moteur d'entraînement de la roue; ce moteur, ainsi que celui du chariot, sont actionnés par transmission ondulatoire. L'appareil est destiné à entailler les terrains stratifiés, tels que les terrains houillers, pour faciliter l'abatage.

une section de fil plus fin que celui qui forme le reste du circuit, cette section constituera une résistance et, à l'endroit de cette résistance, il se produira un échauffement du fil. Eh bien ! si, en un point quelconque de la colonne liquide, on remplace une portion de tuyau par une section de tube plus étroit, cette dernière constituera également une résistance et donnera lieu à un échauffement local. L'expérience effectuée par M. Constantinesco a une portée pratique très importante ; elle montre, en effet, qu'on peut transmettre de la chaleur à distance, au moyen d'une conduite renfermant de l'eau froide.

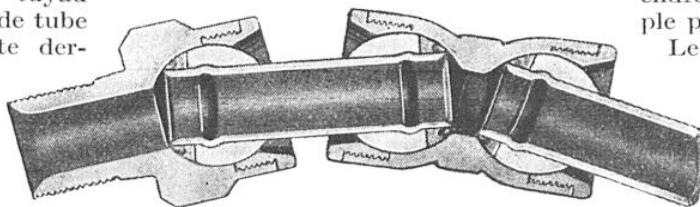
Au point de vue commercial, c'est évidemment l'eau qu'on a le plus d'intérêt à employer dans les conduites de transmission ; au point de vue du rendement, il en est de même ; néanmoins, plusieurs fluides différents peuvent être utilisés dans des sections différentes d'une même conduite. C'est ainsi que, dans les conduites principales, on peut avoir de l'huile aux deux extrémités, c'est-à-

dire au contact des organes travailleurs, ce qui résout, d'élégante façon, le problème du graissage du générateur et du moteur (la pression des ondes assure une parfaite lubrification). Pour séparer l'huile de l'eau qui forme le fluide principal, on intercale aux endroits voulus un simple piston élastique.

Le diamètre de la conduite est déterminé par la pression adoptée et la puissance à transmettre. Plus grande est la pression dans la colonne liquide, plus petit peut être

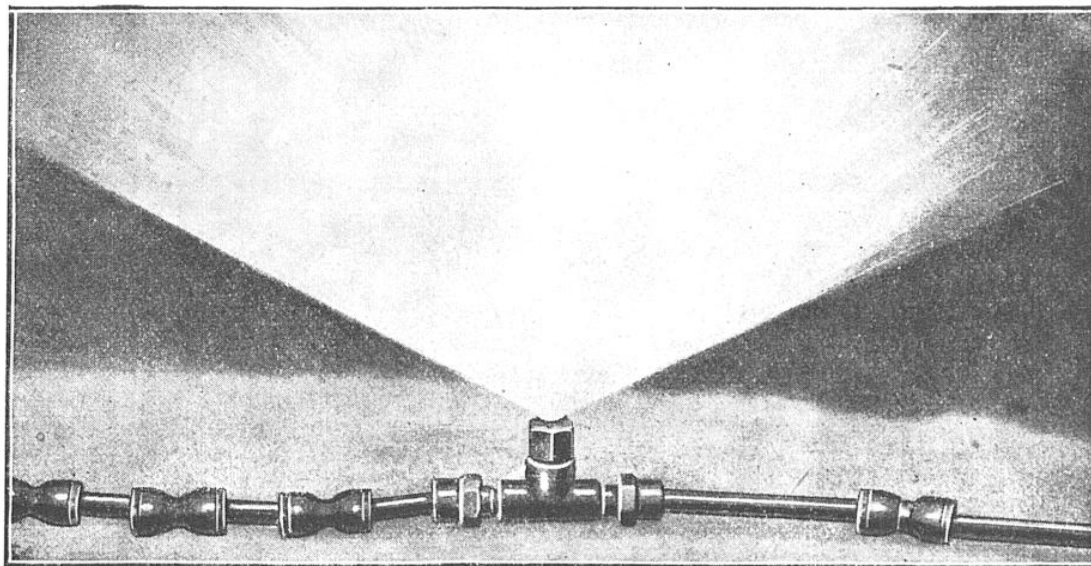
le diamètre du tuyau (analogie électrique).

Seuls, le temps et l'expérience pourront déterminer la place qu'occupera ou prendra le nouveau mode de transmission par rapport aux systèmes antérieurs. D'ores et déjà, les développements dont cette nouvelle science a fait l'objet, montrent que les systèmes ondulatoire et électrique possèdent des caractéristiques qui donnent à chacun d'eux des avantages sur l'autre pour certaines applications spéciales. Les deux systèmes ne sont donc pas simplement concurrents puisqu'ils peuvent se compléter.



COUPE TRANSVERSALE DU TUYAU FLEXIBLE

Les sections de ce tuyau sont en épais tube métallique étiré ; elles sont raccordées entre elles par un nouveau joint universel qui leur donne une complète liberté de mouvement les unes par rapport aux autres.



JET D'EAU PULVÉRISÉ POUR ABATTRE LA POUSSIÈRE DANS LES MINES

On peut intercaler, en n'importe quel point des conduites de transmission, un pulvérisateur donnant un jet d'eau finement divisé et particulièrement apte à abattre les poussières dans les galeries.

La transmission ondulatoire paraît, notamment, devoir être préférée à la transmission électrique, là où un certain nombre de moteurs à faible puissance est nécessaire. De nombreux besoins industriels en force motrice ne peuvent être, actuellement, satisfaits d'une manière à la fois pratique et économique par l'électricité ou toute autre méthode, particulièrement ceux qui exigent des moteurs légers, peu encombrants, de coût initial et d'entretien peu élevés, simples, robustes, de bon rendement, sûrs, c'est-à-dire, par exemple, non susceptibles d'occasionner des incendies, enfin, pouvant résister à de fortes vibrations et à l'humidité. Or, précisément, les moteurs construits pour fonctionner sous l'impulsion d'ondes mécaniques, autrement dit pour utiliser l'énergie transmise par mouvement vibratoire, répondent à tous ces desiderata.

L'outillage pneumatique semble devoir être complètement supplanté par l'outillage mis en œuvre dans la transmission ondulatoire, car, au point de vue du rendement et au point de vue économique, il lui est nettement inférieur. La description des appareils du nouveau système nous entraînerait trop loin ; au surplus, nous n'avons eu en vue, en raison de la nouveauté de la question, que d'exposer au lecteur la nouvelle méthode de transmission de l'énergie et les principes qui en forment la théorie. Cependant, de l'examen des gravures qui représentent différentes réalisations et applications mécaniques du *moteur ondulatoire* et aussi un type de générateur du même système, on se rendra compte qu'il ne s'agit plus d'expériences et d'instruments de laboratoire, mais d'un appareillage industriel entièrement au point et comprenant, en dehors de moteurs d'en-

trainement de toutes puissances, mono et polyphasés, synchrones ou asynchrones, une grande variété d'outils automatiques : perforatrices de tous modèles (pour carrières, mines, etc.), haveuses, marteaux frappeurs, piqueurs, machines à river, estampeuses, concasseurs, pilons, béliers, etc.

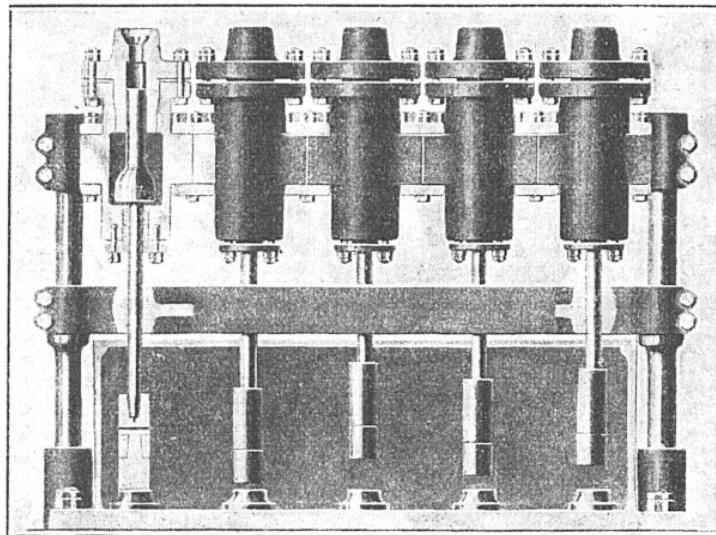
La transmission ondulatoire sera sans doute appliquée avec succès aux véhicules automobiles. A l'heure où nous écrivons ces lignes, des expériences sont effectuées dans cette voie ; si elles aboutissent, elles condui-

ront à l'élimination de la boîte de vitesses des automobiles, ce qui marquera un progrès très important en même temps qu'une grosse simplification ; on n'ignore pas, en effet, que la boîte de vitesses absorbe en pure perte une sensible portion de la puissance du moteur, et que c'est un organe délicat, encombrant, lourd, coûteux, qui complique

énormément la commande de la voiture et est la cause de nombreuses pannes.

Signalons, pour terminer, que M. Constantinesco a doté le service de l'aviation anglaise, durant la guerre, d'un dispositif permettant aux mitrailleuses d'avion de tirer à travers le champ de l'hélice sans risquer de rompre ou de détériorer celle-ci ; ce dispositif consistait à synchroniser le mouvement d'une gâchette déclenchant le départ de la balle avec celui d'un organe mobile du moteur, cela au moyen d'une colonne liquide reliant les deux organes mécaniques. M. Constantinesco a également construit, mais malheureusement trop tard pour être utilisé durant les hostilités, un canon de tranchée susceptible d'envoyer sans bruit, à une distance de 1.500 mètres, un projectile pesant 100 kilogrammes.

EDGAR LAMAURY.



BATTERIE D'ESTAMPEUSES ACTIONNÉES PAR VIBRATIONS

Ce mode d'entraînement élimine les cames, arbres à cames, arbres de renvoi et courroies. La vitesse de fonctionnement et la force de frappe peuvent être réglées à la valeur désirée.

LE CONTRÔLE TÉLÉPHONIQUE DE LA CIRCULATION DES TRAINS

Par Lucien FOURNIER

IL n'est pas un voyageur qui n'ait assisté à la réception d'une dépêche dans une gare de chemin de fer. Ces dépêches sont des ordres de service relatifs au mouvement des trains engagés sur la voie. Un télégraphiste les transmet et un autre les reçoit au Morse; les signaux sont traduits sur une feuille de papier, laquelle est remise au chef de gare qui prend aussitôt les dispositions prescrites.

Ce système implique l'obligation, pour les compagnies de chemin de fer, d'éduquer un personnel spécial, capable de répondre à toutes les communications. Chacun de nos réseaux possède ainsi une véritable armée de télégraphistes, pour la plupart immobilisés devant des appareils et qui pourraient être utilement employés ailleurs, pour le plus grand bien du service. Pour cela, il suffirait de remplacer le télégraphe par le téléphone.

Les Américains ont réalisé cette substitution depuis de longues années, et ils s'en trouvent bien. Pendant la guerre, ils ont introduit leur méthode en France, et la Compagnie d'Orléans a hérité du matériel spécial

qu'ils avaient apporté chez nous. Elle s'en est si bien trouvé que les autres compagnies ont suivi le mouvement, et, actuellement, le système est en voie d'installation sur de

nombreuses lignes de tous les réseaux.

Une raison qui paraissait sérieuse s'était opposée, jusqu'ici, à l'exploitation téléphonique des réseaux. La communication téléphonique, ne laissant pas de traces, n'apporte qu'une sécurité relative dans la réception des ordres de service. Le télégraphe, au contraire, imprime sa correspondance.

Cependant, les Américains ont résolu le problème du contrôle téléphonique par un artifice très élégant et suffisamment précis pour éviter les erreurs, toujours à redou-

ter. Le chef du mouvement, qui doit être en relations constantes avec l'une ou l'autre des stations échelonnées sur la ligne, est confortablement assis dans son bureau avec, sur l'oreille, le récepteur téléphonique et, devant la bouche, un microphone plastron semblable à ceux dont se servent les téléphonistes. Ses deux mains restent donc par-

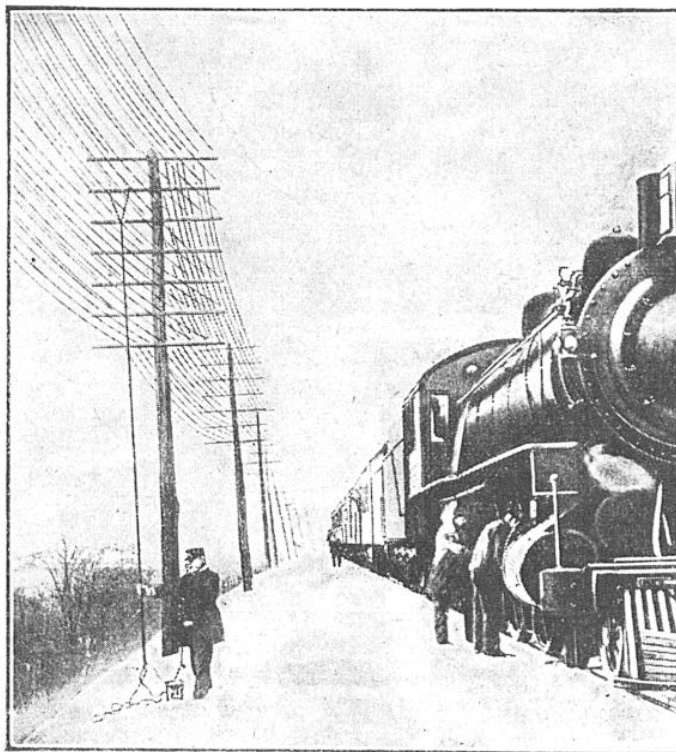


FIG. 1. — POSTE TÉLÉPHONIQUE MOBILE

Le train ayant dû s'arrêter en pleine campagne, le chef de ce train peut se mettre en communication téléphonique avec le chef du mouvement à l'aide d'un appareil portable qu'il branche sur le circuit au moyen d'une perche à deux conducteurs.

faitement libres pour tracer sur un registre spécial, au fur et à mesure qu'il les parle, les mots d'un ordre à transmettre. Il dicte donc cet ordre très lentement, mot à mot, et son correspondant le copie directement sous la dictée. Ensuite, celui-ci répète l'ordre au chef, qui en contrôle le texte parlé avec celui qu'il a lui-même écrit. Ce collationnement de la dépêche donne au moins autant de sécurité que l'inscription, sur une bande de

poste du chef du mouvement, et sous les yeux de celui-ci, et les sélecteurs sont distribués dans toutes les stations de la ligne suivant la voie ferrée, à raison de un par poste.

Avant de passer à l'étude mécanique de ces deux appareils, nous allons donner un aperçu, aussi précis que possible, de l'installation électrique du poste du chef du mouvement et de celle d'une station correspondante.

Le circuit téléphonique d'exploitation est

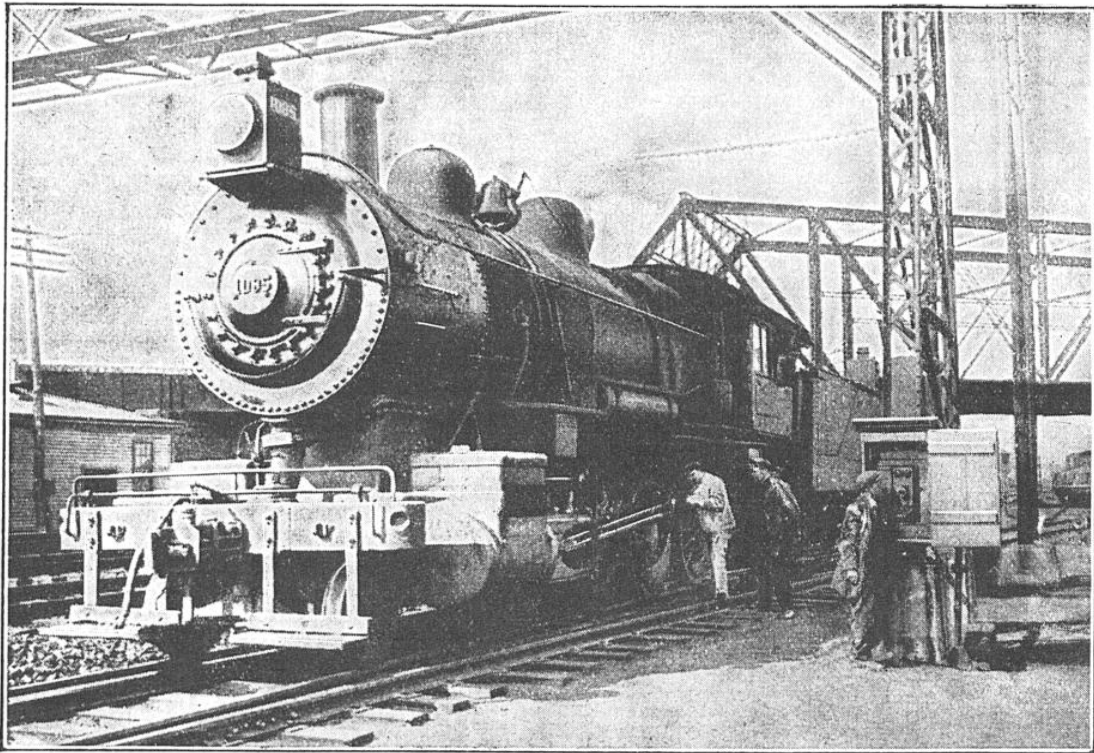


FIG. 2. — POSTE TÉLÉPHONIQUE ADJOINT A UN SÉMAPHORE

Le train ayant été arrêté par le signal « fermé », le chef de train se met en relation, par le poste téléphonique du sémaphore, avec le chef du mouvement pour connaître la cause de l'arrêt.

papier, de signaux plus ou moins lisibles.

La possibilité pour le chef du mouvement des trains de se mettre immédiatement en relation avec l'une quelconque des stations échelonnées sur tout le parcours de la ligne, implique l'intervention d'organes spéciaux, indépendants des appareils téléphoniques. Ces organes, d'ailleurs peu compliqués, sont représentés par une clé dite de sélection, effectuant l'envoi automatique d'une combinaison de signaux, et par un sélecteur qui reçoit cette combinaison pour réaliser l'appel sur la sonnerie dans la station appelée. Toutes les clés commandant les sélecteurs sont groupées en un tableau unique dans le

relié, à un point quelconque de son parcours, généralement à la gare de départ, au poste principal qui est celui du chef du mouvement des trains ou « Régulateur ». Cet agent est normalement en écoute sur le circuit, de sorte qu'il suffit à un poste quelconque de se porter sur ce même circuit pour être en relation téléphonique avec son chef. En Amérique, des postes téléphoniques sont installés sur les sémaphores, pour permettre au chef d'un train arrêté de se mettre en communication avec le chef du mouvement; souvent même, le chef du train possède un appareil portatif, et si le convoi s'arrête à une trop grande distance d'une station ou d'un poste sémapho-

rique, il peut, au moyen d'une perche à contacts prolongés par deux fils, se porter également sur le circuit et signaler l'incident ou l'accident. (Voir la figure 1, page 41.)

Dès que le chef du mouvement a un ordre à transmettre, il appelle la station avec laquelle il désire communiquer, en agissant sur la clé de sélection de ce poste. On voit sur notre schéma (fig. 4) que cet appareil comporte un disque partiellement denté et deux secteurs mobiles ; en face, un levier *L* et un ressort à contact *R*. Pendant sa rotation, le disque envoie d'abord un courant continu issu d'une batterie locale dans le relais connecteur *A*, dont les deux armatures se mettent sur les contacts de travail, position qu'elles conservent pendant toute la durée de la révolution du disque.

En même temps, par l'intermédiaire du levier *L* et du ressort à contact *R*, des courants dont la durée est limitée par le passage du levier *L* sur les dents du disque, sont envoyés dans le relais inverseur *I*, dont les armatures se mettent sur contact de travail pour reprendre ensuite leur position de repos dès que le levier *L*, franchissant l'espace compris entre deux dents, abandonne le contact *R*.

Les deux secteurs mobiles, qui font partie du disque denté, ont pour objet d'arrêter l'envoi des courants alternativement négatifs et positifs, soit en isolant le relais inverseur, soit en le mettant sur courant continu. On comprend de suite que, grâce à ces secteurs, il soit possible, d'après les positions qu'ils occupent sur la partie dentée du disque, de varier les émissions pour constituer des combinaisons différentes pour chaque clé

d'appel, c'est-à-dire pour chacun des postes embrochés sur le circuit téléphonique de la ligne ferrée. Le disque denté peut envoyer dix-sept impulsions, lesquelles sont groupées différemment pour chaque poste correspondant et permettent la formation de soixante-treize combinaisons correspondant chacune à une station différente. C'est dire que soixante-treize postes peuvent être installés sur un seul circuit. Ces combinaisons se présentent sous la forme suivante : 10-5-2 ;

6-8-3 ; 3-9-5 ; etc.

La « Western Electric Company » (1) construit également des appareils à vingt-sept impulsions permettant deux cent cinquante-trois combinaisons ; les réseaux français ne comptent pas utiliser ce système, celui à soixante-treize combinaisons étant suffisant, même pour les plus longues de nos lignes.

On remarque, dans cette même figure 4, que les armatures du relais inverseur *I* sont reliées l'une au négatif, l'autre au positif de la batterie principale. Elles en-

voient donc en même temps, sur chacune des lignes du circuit téléphonique, l'une un courant négatif, l'autre un courant positif qui sont reçus dans le sélecteur et lui permettent de répéter la combinaison envoyée. Des bobines de self et des condensateurs interviennent pour diminuer les étincelles de rupture aux contacts des différents relais et adoucir les émissions des courants d'appel qui, sans cette précaution, détermineraient des claquements intolérables dans le récepteur du chef de mouvement constamment en écoute sur la ligne et pour que

(1) Représentée en France par Le Matériel Téléphonique.

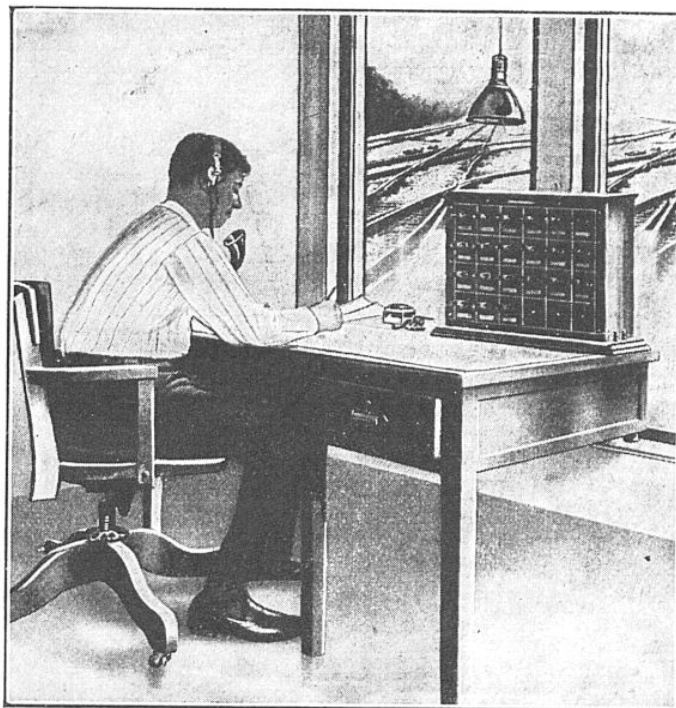


FIG. 3. — LE CHEF DU MOUVEMENT DANS SON BUREAU
Il est coiffé du casque récepteur et équipé avec le microphone-plastron. En face, on remarque le tableau des clés de sélection.

ces émissions puissent être envoyées même pendant une conversation sans produire de bruits susceptibles de le troubler.

Le poste récepteur de chaque station est, embroché sur le circuit général (fig. 5), mais, comme on ne peut exiger la présence constante d'un agent à l'écoute dans chaque station, le sélecteur intervient uniquement pour actionner la sonnerie d'appel de chaque poste, ainsi que nous le verrons plus loin.

Nous allons maintenant étudier les deux appareils essentiels : la clé de sélection et le sélecteur, qui sont de véritables transmetteur et récepteur automatiques de signaux.

La clé de sélection (fig. 6), mise à la disposition du chef du mouvement, est constituée par un bâti à l'intérieur duquel se trouve un mouvement d'horlogerie aussi sommaire que possible. Dès que l'on actionne la manette d'un quart de tour — un taquet en limite la course — le ressort de ce mouvement est remonté d'une quantité suffisante pour permettre au disque denté d'effectuer une révolution complète. Un deuxième taquet limite également cette révolution.

Le disque *M* (fig. 7) comporte une série de dents auxquelles fait suite une came pleine *H*. Au repos, l'extrémité d'un levier *B* est engagée dans une échancrure pratiquée dans le disque, mais sans contact avec lui. En face, un ressort *C*, pourvu d'une pointe de contact *D*, attend que le disque soit mis en mouvement pour jouer un rôle actif, c'est-à-dire pour effectuer l'envoi des impulsions dans le relais inverseur *I*.

Le disque tourne dans le sens de la flèche. Dès que la rotation commence, le ressort *B* entre en contact avec le disque denté et ferme tout d'abord le circuit du relais connecteur *A* qui attire ses armatures. Le disque attaque ensuite l'extrémité courbée du levier *C* et la soulève. Tant qu'aucune dent ne se présente sous ce levier, celui-ci ne peut se mettre en contact avec la pointe *D* ; mais, aussitôt qu'une dent se présente, le

contact a lieu et un courant électrique, le premier de la série formant la combinaison, est envoyé dans le relais inverseur.

Après avoir transmis par ce moyen le nombre d'impulsions défini par le premier terme de la combinaison, le disque présente le secteur *S*, dont l'extrémité est relevée et déborde. A ce moment, la tête *T* terminant le ressort *C* vient en contact avec ce secteur et écarte *D* de *B*. Celui-ci continue à parcourir les dents, mais il n'atteint plus le contact *D* ; il y a donc interruption d'envoi d'impulsions de courants.

La libération de *C* par le secteur *S* permet l'envoi d'une nouvelle série d'impulsions par le passage d'un nouveau groupe de dents sous la pointe du levier *B*.

Un deuxième secteur *S*₂ se présente ensuite ; c'est un secteur plat, qui écarte *B* et effectuerait l'envoi d'un courant continu dans le sélecteur si ce dernier n'était protégé par un condensateur. En fait, aucune émission de courant continu n'a lieu pendant le passage du secteur ; la ligne est maintenue

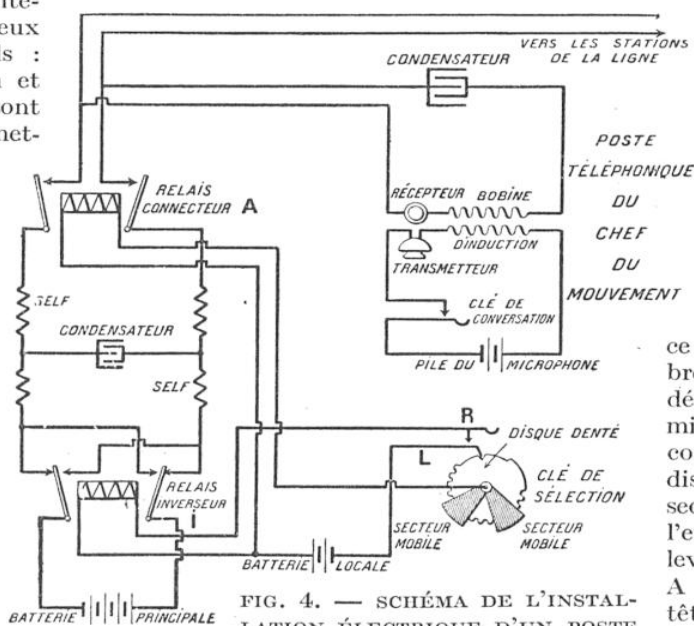


FIG. 4. — SCHÉMA DE L'INSTALLATION ÉLECTRIQUE D'UN POSTE

DE CHEF DE MOUVEMENT OU « RÉGULATEUR »

L R, levier et ressort de contact de la clé de sélection qui envoient des courants issus d'une batterie locale dans le relais connecteur *A* et dans le relais inverseur *I*. — Au repos, l'extrémité courbée du levier *L* est engagée dans une encoche du disque denté de la clé de sélection, mais sans le toucher, afin qu'aucun courant ne soit envoyé dans le relais *A*. Dès que le disque se met à tourner, les deux armatures du relais *A* tombent sur leurs contacts de travail et restent dans cette position pendant toute la durée de l'appel. Le passage des dents sous le levier *L* détermine l'envoi de courants de courte durée dans la bobine du relais inverseur dont les armatures provoquent la production sur la ligne d'inversions de courants provenant de la batterie principale, ce qui correspond sensiblement à l'envoi d'un courant alternatif. Ce sont ces courants qui font fonctionner les sélecteurs.

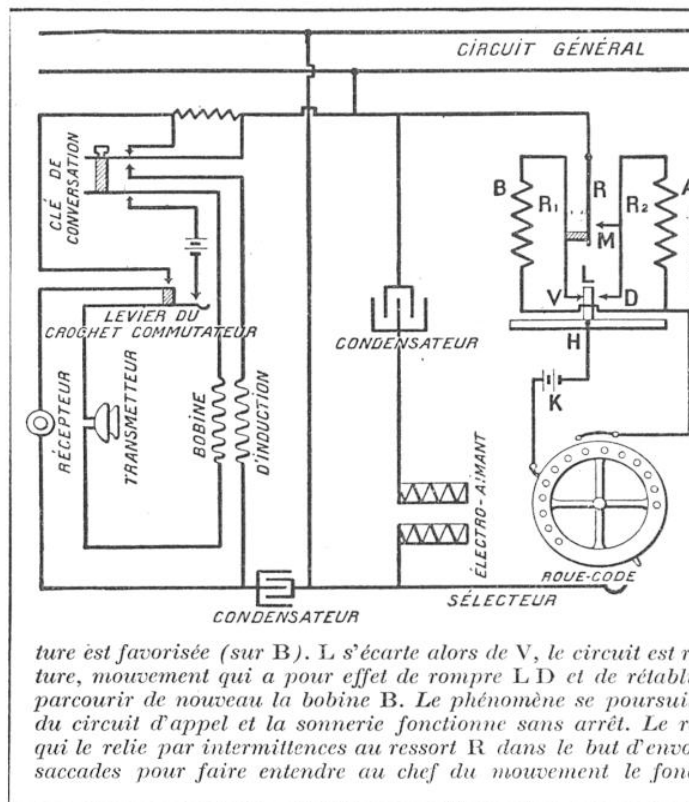


FIG. 5. — SCHÉMA DES COMMUNICATIONS ÉLECTRIQUES D'UN POSTE DE STATION ÉQUIPÉ AVEC UN SÉLECTEUR

Le poste téléphonique, à gauche du schéma, est muni d'un condensateur destiné à empêcher le passage du courant d'appel dans le poste, dans le cas où le récepteur serait décroché au moment d'un appel. Les courants pénètrent dans l'électro-aimant du sélecteur. Celui-ci envoie des courants de la batterie locale K dans une sonnerie d'appel à deux bobines A et B. L'armature H est oscillante ; au repos, elle est plus rapprochée du noyau d'une des bobines B, par exemple, que de l'autre, et le levier L, qui participe aux oscillations, est en contact avec V et D des ressorts R₁ et R₂. Lorsque le premier courant est envoyé dans les bobines par le sélecteur, l'attraction se fait du côté où l'armature est favorisée (sur B). L s'écarte alors de V, le circuit est rompu sur B. Aussitôt A attire l'armature, mouvement qui a pour effet de rompre LD et de rétablir VL pour permettre au courant de parcourir de nouveau la bobine B. Le phénomène se poursuit pendant toute la durée de fermeture du circuit d'appel et la sonnerie fonctionne sans arrêt. Le ressort R₂ porte un second contact M qui le relie par intermittences au ressort R dans le but d'envoyer sur la ligne un léger courant par saccades pour faire entendre au chef du mouvement le fonctionnement de la sonnerie d'appel.

sous tension, tous les sélecteurs étant installés en série avec un condensateur. Un dernier groupe de dents termine la série des impulsions de la combinaison.

A ce moment, le sélecteur de la station correspondante entre en fonction : il envoie un courant continu issu d'une batterie locale dans la sonnerie qui effectue l'appel.

Les secteurs mobiles S et S₂ affectent deux formes différentes. Ils ont pour objet de maintenir pendant un certain temps le relais inverseur dans la position qu'il occupait après l'envoi du train d'impulsions alternées précédent ; on conçoit donc que la construction de ces secteurs diffère lorsque ce nombre d'impulsions est pair ou impair. Dans le premier cas, en effet, le relais doit rester suffisamment actionné pendant le passage du secteur plein, tandis que, au contraire, il doit rester au repos si le nombre des impulsions précédentes est impair.

Les courants alternativement négatifs et positifs envoyés par la batterie principale sont reçus, à la station d'arrivée, dans un électro-aimant polarisé constituant l'organe de commande des mouvements du sélecteur. Les bobines sont disposées horizontalement, l'une près de l'autre ; elles agissent sur une

armature oscillante dont l'axe est au milieu ; cet axe entraîne la roue des combinaisons par un jeu de leviers et une roue dentée dont l'ensemble constitue une intéressante pièce de mécanique qui mérite d'être décrite dans ses moindres détails.

L'organe essentiel est une couronne A (fig. 10), dite roue-code, percée d'un certain nombre de trous dans lesquels on a introduit trois petites goupilles G G G, de manière que leur position sur la couronne corresponde aux impulsions transmises par la clé de sélection. La roue-code tourne sous l'action des mouvements alternés de l'armature des électros B₁ et B₂ ; un ressort spirale S peut la ramener instantanément au repos.

L'armature est prolongée par un levier L oscillant autour du point X, qui porte, en I, une goupille et une autre en I₁ ; ces goupilles agissent sur le levier D, lequel actionne, par l'intermédiaire de deux autres leviers ou cliquets E et F, la roue à rochets M, calée sur le même axe que la couronne perforée A. Quand M tourne, A tourne également d'une même quantité ; le levier D peut être considéré comme une sorte de balancier commandant la rotation du système mobile.

Appuyons sur le côté 2 de l'armature.

Le levier *L* est porté vers la gauche ; la goupille *I* se détache de *D* sans produire aucun effet ; mais la goupille *L₁* agit sur l'extrémité *D₁* du même levier et *E* fait avancer la roue *M* d'une dent. En même temps, le petit cliquet *F*, fixé sur *D*, entre également en prise avec une dent de *M* et oblige cette roue à demeurer immobile dans la position que vient de lui donner la première impulsion.

Appuyons maintenant sur le côté 3 de l'armature. Le levier *L* est porté vers la droite : la goupille *I* chasse *D* vers la droite, mais l'extrémité *D₁* de ce même levier est portée vers la gauche, en raison du mouvement de bascule qui s'opère autour de l'axe *P*, pendant que l'extrémité *L₁* du levier *L* s'est éloignée vers la droite. Les cliquets *E* et *F* agissent donc encore sur la roue *M* et en même temps sur la couronne *A*, qui avance d'une dent, comme précédemment. Ce travail mécanique s'effectue normalement à la condition que les deux mouvements que nous venons de décomposer se suivent très rapidement, car les courants envoyés par les clés d'appel sont instan-

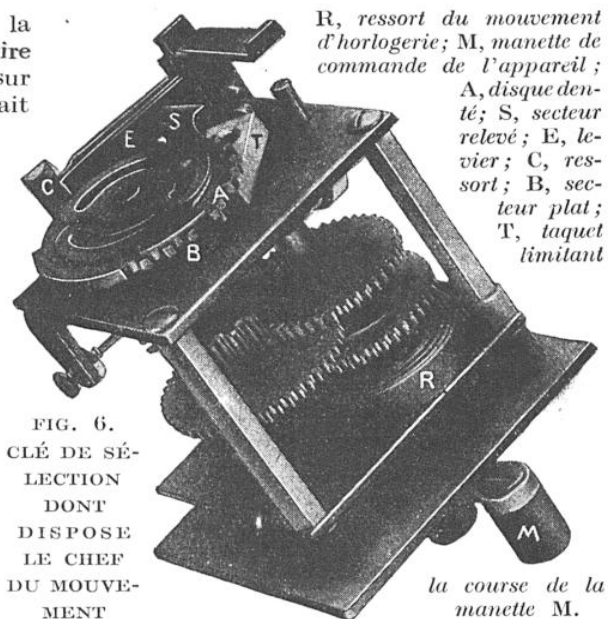


FIG. 6.
CLÉ DE SÉLECTION
DONT
DISPOSE
LE CHIEF
DU MOUVEMENT

rapidement ; dans ce cas, la roue *M*, complètement dégagée de ses cliquets *E* et *F*, après avoir commencé son mouvement de retour, est arrêtée par la deuxième impulsion qui l'oblige à avancer de nouveau.

Lorsque la transmission des courants est effectuée normalement par la clé de sélection, la première série d'impulsions amène la première goupille *G* en face d'une autre goupille creuse *K* appartenant à un ressort *H*, qui s'éloigne également de *A* à chaque impulsion. Ce ressort est commandé, en effet, par la goupille *T* entourée d'une substance isolante, qui termine le levier *D* ; à chaque impulsion, quel qu'en soit le sens, le pied de ce levier s'écarte légèrement vers la droite, étant commandé soit par *I*, soit par *L*.

La goupille *G* étant en face de *K*, il ne passe plus aucun courant dans

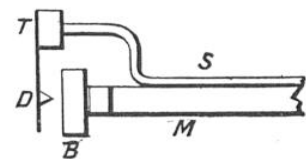


FIG. 8. — VUE EN COUPE
DES ORGANES DE COMMANDE DE LA CLÉ DE SÉLECTION

M, disque denté ; *S*, secteur relevé ; *B*, levier actionné par le disque *M* ; *D*, pointe de contact ; *T*, tête du ressort *C* de la figure précédente.

tanés et l'armature revient immédiatement au repos après avoir subi le choc. Or, la roue dentée *M* ne porte aucun cliquet de retenue ; dès qu'elle a reçu une impulsion, les cliquets *E* et *F* se retirent aussitôt et le ressort *S* tend à ramener le système mobile au repos. De sorte que l'impulsion suivante, si elle ne succède pas promptement à la première, ne pourra que recommencer le travail effectué en pure perte par la première impulsion.

Pour que le système avance, il est nécessaire que les impulsions se succèdent très

les électros, puisque la première série des impulsions est terminée. *K* tombe sur *G*, l'emprisonne et maintient ainsi tout le système mobile au repos.

Remarquons que tous les autres sélecteurs de

la ligne ont été actionnés pendant la transmission ; mais seuls ceux dont la première partie de la combinaison (12 par exemple) est la même ont conservé le mouvement ordonné. Tous les autres sont revenus au repos, puisque leur première goupille a dépassé ou n'a pas atteint *K*.

Une nouvelle série d'impulsions faisant suite à la première, la couronne se remet en route, s'arrête à la seconde goupille, repart une fois encore pour s'arrêter à la troisième. Pendant ce temps, les quelques sélecteurs qui avaient accepté le premier arrêt, ont été abandonnés par la combinaison qui ne leur convenait pas et sont revenus à leur position de repos. Un seul sélecteur a donc en-

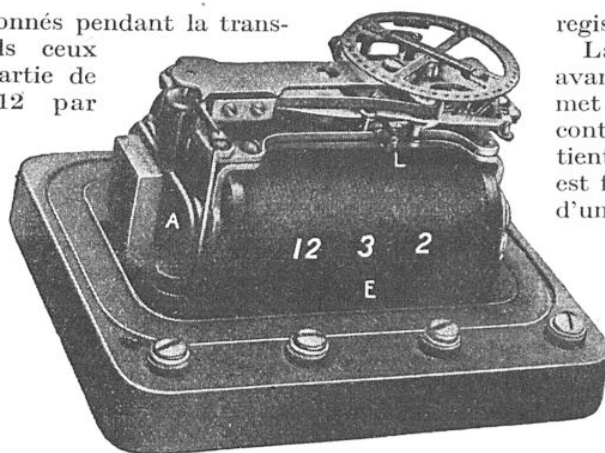


FIG. 9. — LE SÉLECTEUR

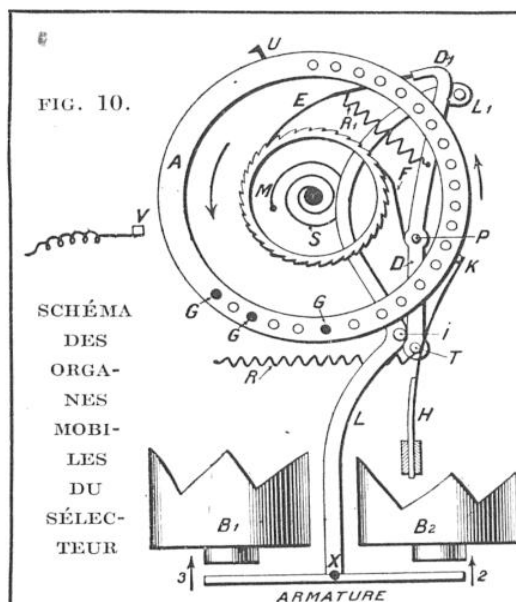
Les chiffres 12, 3, 2, inscrits sur la bobine *E* de l'électroaimant indiquent la combinaison de courants à laquelle obéit l'appareil. — *A*, armature ; *L*, levier de commande des organes mobiles. (Voir les détails à la figure suivante). Le sélecteur est normalement recouvert d'un globe en verre que l'on a enlevé pour faciliter la photographie.

registré la combinaison.

La roue-code ayant avancé de dix-sept crans met en présente les deux contacts, *U* qui appartient à la roue, et *V* qui est fixe. Un courant, issu d'une batterie locale, est alors envoyé dans la sonnerie du poste, qui retentit pour appeler l'agent de la station.

Il nous reste à expliquer une dernière particularité du système, relative à l'agencement de la sonnerie, étudié pour permettre au chef du mouvement d'entendre aisément l'appel dans son récepteur téléphonique.

La sonnerie est à courant continu. Deux bobines *A* et *B* (fig. 5) commandent une armature *H* en liaison constante avec la batterie locale *K* et pourvue d'un index *L*,



A, roue-code ; *G G G*, goupilles montées perpendiculairement sous la roue-code ; l'emplacement de ces goupilles dépend de la combinaison à laquelle le sélecteur doit obéir, il varie donc pour chaque sélecteur ; *B₁ B₂*, électros recevant les courants d'appel ; *S*, ressort spiral qui actionne l'axe de la roue-code solidaire de la petite roue à rochets intérieure *M* et permettant de ramener tout le système mobile au repos ; *X*, axe d'oscillation de l'armature qui commande le levier *L L₁* ; *I L₁*, goupilles du levier *L* ; *D D₁*, levier oscillant autour de l'axe *P*. La goupille *L₁* du levier *L L₁* agit sur la branche *D₁* du levier *D D₁* et, par conséquent, sur *E*. La goupille *I* du même levier agit sur l'autre extrémité de *D D₁* pour pousser dans le même sens le cliquet *E*. Le cliquet *F* obéit aux mêmes mouvements. La roue *M* est donc entraînée, ainsi que la roue-code, à chaque oscillation de l'armature. Ces oscillations, répétées, amènent la première goupille *G* en face de l'arrêt *K*, solidaire d'un ressort *H* et qui s'écarte de la roue-code à chaque mouvement de *D*, étant chassé par la goupille *T* qui termine ce levier. (Nous avons reporté hors de la roue l'arrêt *K* ; au repos, il se place juste au-dessous d'un trou de goupille). Lorsque le premier chiffre ou groupe de chiffres représentant

la première partie de la combinaison est terminé, la première goupille se trouve en face de *K* qui l'emprisonne, pendant toute la durée du temps d'arrêt, entre deux séries successives. Les émissions suivantes libèrent la goupille ; la roue-code se remet en route jusqu'à ce que la deuxième puis la troisième goupilles soient arrêtées par *K*. A ce moment, le contact *U*, solidaire de la roue-code, appuie sur une petite enclume *V* et un courant, issu d'une batterie locale, est envoyé dans la sonnerie d'appel du poste téléphonique.

capable d'osciller entre deux butoirs V et D . Au repos, l'index appuie contre les deux butoirs et l'armature est plus rapprochée du noyau B que du noyau A . Dès que le premier courant traverse les deux électros, B attire l'armature et l'index L rompt le contact en $L V$ pour le maintenir en $V D$. Le courant ne traverse plus alors que la bobine A et l'armature H bascule en sens contraire, rompant alors le contact $L D$ pour rétablir $L V$.

est complétée par une clé de sélection spéciale permettant l'envoi de l'heure à toutes les stations en même temps. Cette clé comporte un disque qui envoie vingt-deux impulsions de courant. Tous les détecteurs obéissent à ces vingt-deux impulsions et leurs roues-codes s'arrêtent sur la dernière impulsion par un système d'accrochage spécial. Tous sont alors en position d'attente. Le chef du mouvement connecte ensuite la ligne

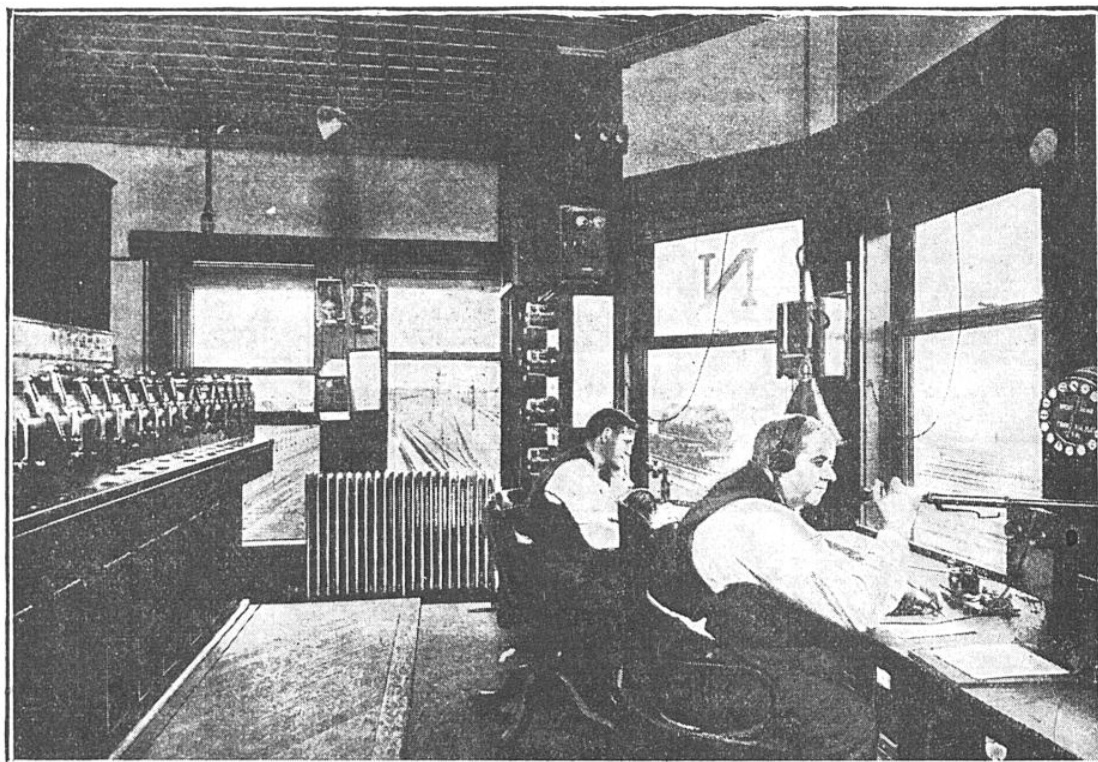


FIG. 11. — LE CHEF DU POSTE D'AIGUILLAGE EST EN RELATIONS CONSTANTES AVEC LE CHEF DU MOUVEMENT DES TRAINS SUR LA LIGNE

Nouvelle oscillation, nouvelle rupture de contact, etc., tant que dure l'envoi des courants. Donc, alternativement, l'index appuie sur V et sur D , qui commandent deux ressorts R_1 et R_2 entre lesquels oscille également, sous la commande de R_1 , auquel il est relié par un isolant, un troisième ressort R . A chaque oscillation, ce dernier emprunte un peu de courant à la bobine A par l'intermédiaire du contact M et l'envoi sur la ligne. Le chef du mouvement du train étant à l'écoute dans son bureau spécial, perçoit un léger ronflement révélateur du fonctionnement de la sonnerie d'appel.

L'installation que nous venons de décrire

sur le système d'horlogerie électrique en manœuvrant un commutateur. Le relais inverseur se trouve bloqué et, à chaque fermeture du contact par l'horloge-mère, une impulsion, envoyée sur la ligne, met tous les sélecteurs dans la position de réception, sur un contact qui ferme le circuit local de la sonnerie de tous les postes pour percevoir automatiquement les signaux horaires.

Les sélecteurs reprennent tous leur position de repos lorsque le chef du mouvement envoie quatre nouvelles impulsions sur la ligne. Tout cela est des plus ingénieux.

Ce système, connu en Amérique sous le nom de « Train despatching system », a été

introduit en France par l'armée américaine, laquelle, grâce à lui, parvint à exploiter ses lignes d'une manière si intense que les compagnies de chemin de fer français ne purent que constater les remarquables résultats obtenus. L'Orléans a hérité des appareils, et l'Etat, puis les autres compagnies, ont adopté à leur tour le « Despatching system », qui équipe actuellement un nombre déjà important de lignes : Paris-Chartres, Paris-Lyon, Béziers-Cette, Longueau-Estrées, Dunkerque-Creil, Strasbourg-Nancy, etc., etc. Leur nombre augmente chaque jour, d'ailleurs, et on peut prévoir la disparition prochaine de l'agencement actuel des moyens de communication d'une ligne de chemin de fer, lequel est constitué par trois circuits spécialisés : direct, demi-direct, omnibus. Donc, en premier lieu : un seul circuit au lieu de trois.

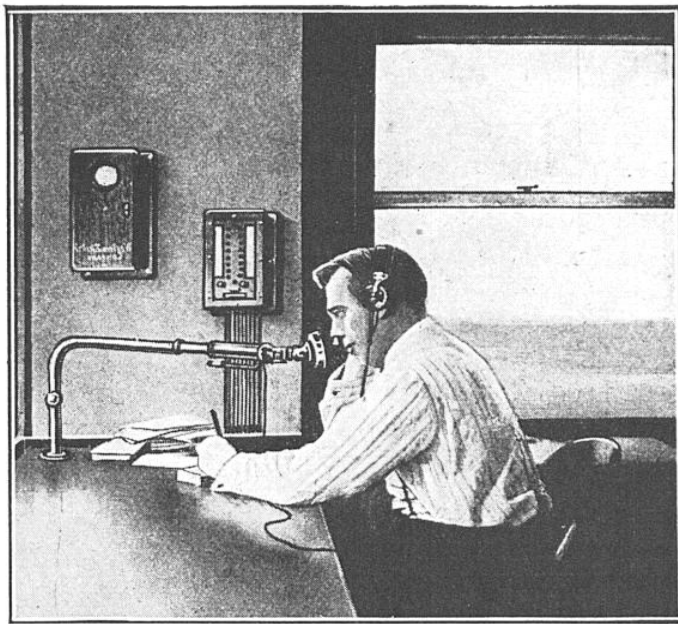


FIG. 13. — POSTE TÉLÉPHONIQUE DE STATION
On voit, à gauche, la boîte de sonnerie contenant le sélecteur d'appel. A droite de cette boîte se trouve au petit tableau à jacks et fiches permettant les essais de la ligne et les combinaisons pour rétablir le circuit en cas de dérangement, en utilisant des fils voisins.



FIG. 12. — POSTE DE CHEF DE MOUVEMENT

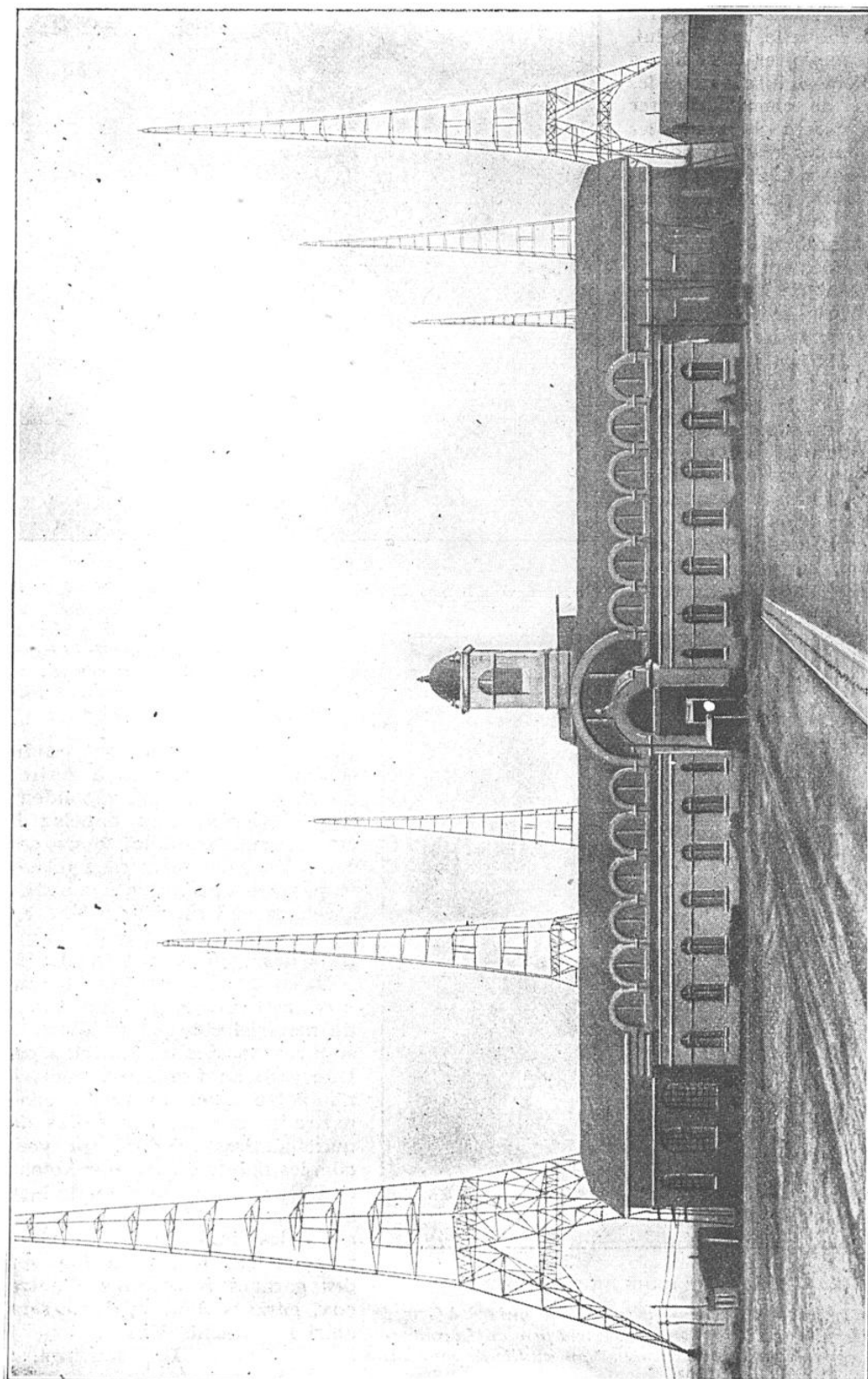
Sous la table se trouve un commutateur à pédale qui sert à fermer le circuit de la pile du microphone, seulement pendant la conversation, de façon à éviter toute consommation inutile de courant,

Ensuite, les gares s'étant rendu compte des avantages à retirer du nouveau système, répondent immédiatement aux appels ; il est devenu possible, dans ces conditions, d'assurer sans retard le passage des trains à marche accélérée en surveillant ou en prescrivant les garages en temps utile des trains à marche lente.

Il en résulte également une accélération dans la réexpédition du matériel chargé ou vide et la suppression des embouteillages. Une gare de formation peut, à n'importe quel moment, connaître le nombre des trains de marchandises se dirigeant vers elle, les points où ils se trouvent et l'heure approximative de leur arrivée. Le « Régulateur » prend alors les mesures utiles pour recevoir ces trains ou imposer des garages à certains d'entre eux, garages dont la durée sera ainsi nettement définie.

L. FOURNIER.

*



VUE GÉNÉRALE DE LA GRANDE STATION RADIOTÉLÉGRAPHIQUE « LA FAYETTE », A CROIX-D'HINS, PRÈS BORDEAUX

Ce poste, construit par la marine américaine en collaboration avec la radiotélégraphie militaire, marchera à pleine puissance quand paraîtra cet article ; il sera alors le plus puissant du monde, car il débitera 500 kilowatts dans son immense antenne soutenue par huit pylônes de 250 mètres de hauteur.

LES INVENTIONS RÉALISÉES POUR LA DÉFENSE NATIONALE

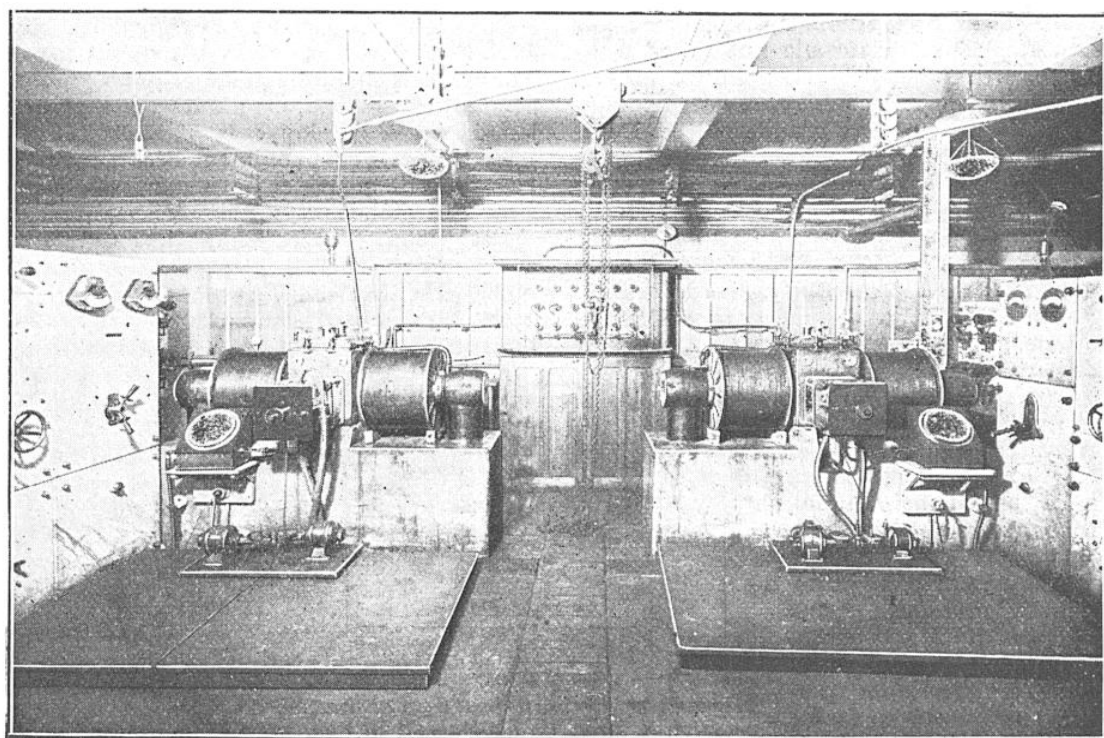
LES PROGRÈS DE LA T. S. F. EN FRANCE PENDANT LA GUERRE

(Voir les précédents articles dans les numéros 50 et 52 de « La Science et la Vie »)

Par Louis FRANÇOIS

Nous avons, dans un premier article (*La Science et la Vie* n° 50, Mai 1920), donné les principes généraux de la T. F. S. et montré surtout comment on a réalisé, à l'usage des armées, des postes émetteurs et récepteurs à ondes entretenues d'une simplicité de manœuvre et d'une facilité d'emploi inespérées. La mise au point de ces postes, qui ont rendu tant de services et que l'armée française a été la première à posséder (les Allemands commençaient seulement à en essayer au moment de l'armis-

tice) est entièrement due aux éminents collaborateurs du général Ferrié et à l'habile direction de celui-ci. Nous avons ensuite plus particulièrement insisté, dans un second article (*La Science et la Vie* de Septembre 1920, n° 52), sur l'emploi des lampes amplificatrices et détectrices, les résultats remarquables obtenus, les nombreux appareils amplificateurs réalisés et sur leurs applications si intéressantes dont la télé-mécanique, la goniométrie, la lutte contre les réceptions parasites sont les principales.



LES DEUX ARCS CHANTANTS DU POSTE DE T. S. F. DE LA TOUR EIFFEL

On aperçoit les bobines et la carcasse des deux dispositifs magnétiques destinés à souffler les arcs.

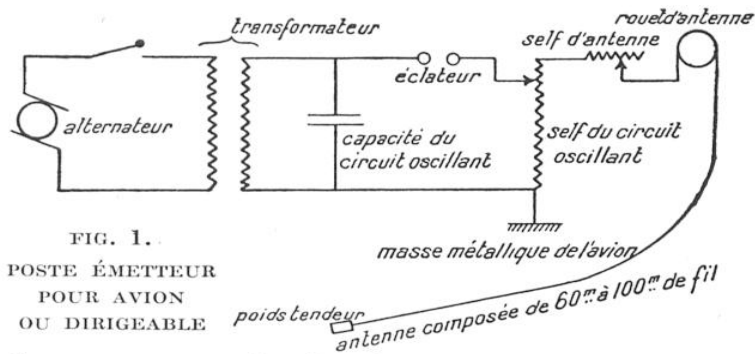


FIG. 1.
POSTE ÉMETTEUR
POUR AVION
OU DIRIGEABLE

L'antenne se compose d'un fil pendant sous l'aéronef. La prise de terre est remplacée par la masse métallique de l'avion ou du dirigeable.

Il nous reste aujourd'hui à passer en revue les applications les plus récentes de la télégraphie sans fil. Cette T. S. F. ultra-moderne englobe à la fois la Radio aérienne, la Radiotéléphonie, les grands postes.

La Radio aérienne

Dès que l'avion fut au point, dès qu'on put le considérer comme un mode de locomotion pratique et non plus comme un appareil de démonstration, on pensa à le munir de la T. S. F. C'était, en effet, le seul moyen de communication possible entre la machine volante et la terre. Aussi, l'installation de la T. S. F. sur avion est-elle antérieure à la guerre. Dès 1910, des essais furent faits à l'aérodrome de Villacoublay. A cette époque, on cherchait une assez grande portée. Déjà, on l'avait réalisée sur les dirigeables. On munissait ces derniers d'un poste qui n'était pas sans analogie avec le poste de T. S. F. sur automobile, dont nous avons parlé dans notre premier article. L'alternateur était entraîné par un des moteurs du dirigeable. L'antenne était un fil tendu par un poids, enroulé au repos sur un rouet et que l'on déroulait pour transmettre. Ce fil pendait sous le dirigeable qu'il traversait pour aller à l'éclateur à l'aide d'un manchon isolant. Enfin, l'ensemble de la masse métallique du dirigeable remplaçait comme contrepoids de l'antenne la prise de terre d'un poste de T. S. F. ordinaire. Dans des essais qui furent exécutés au début par le commandant Ferrié en personne, assisté du capitaine Karcher, on obtint, entre le ballon et le poste de T. S. F. de la tour Eiffel, des por-

tées pratique de l'ordre de 500 kilomètres.

Fort de ce précédent, on commença donc par installer sur les avions un dispositif analogue, mais, naturellement beaucoup plus léger et, par suite, moins puissant que celui des dirigeables. L'alternateur était entraîné par le moteur de l'avion. Il chargeait (fig. 1), par l'intermédiaire d'un transformateur, un circuit oscillant sur la self duquel venait se fixer le fil d'antenne. L'autre

extrémité de ce fil était enroulée sur un rouet, traversait la masse de l'avion à l'aide d'un tube isolant et, tendue par un plomb, venait flotter sous l'appareil dont la masse métallique servait de contrepoids électrique. On déroulait de 50 à 120 mètres de fil. On obtint, avec ce dispositif initial, des portées dépassant 120 kilomètres ; la réception se faisait sur un mât métallique de 27 mètres de hauteur et sans amplificateur. L'amplificateur n'existait pas à cette époque. On pensait doter de tels postes les avions de reconnaissance qui auraient pu ainsi rester en contact avec leur base et transmettre des renseignements par T. S. F. En fait, ces avions à grand rayon d'action ont surtout fait de la photographie pendant la guerre et n'ont, en tous cas, jamais eu à employer la T. S. F.

En dehors d'eux, comment s'est constituée l'aviation de guerre et quels services celle-ci a-t-elle demandés à la radiotélégraphie ?

Les premiers avions militaires qui aient eu besoin de la T. S. F. sont les avions de réglage de tir d'artillerie et, plus généralement, les avions d'observation. Puis vinrent les bombardiers, qui ne furent constitués

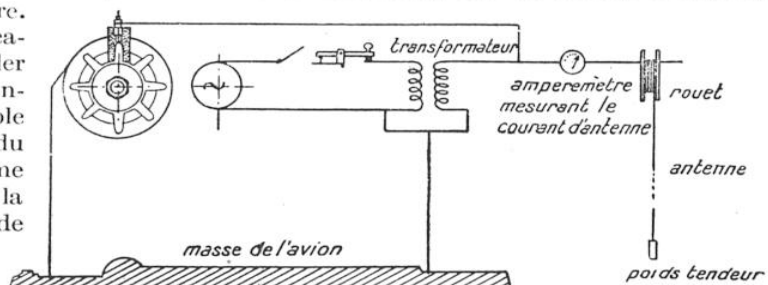


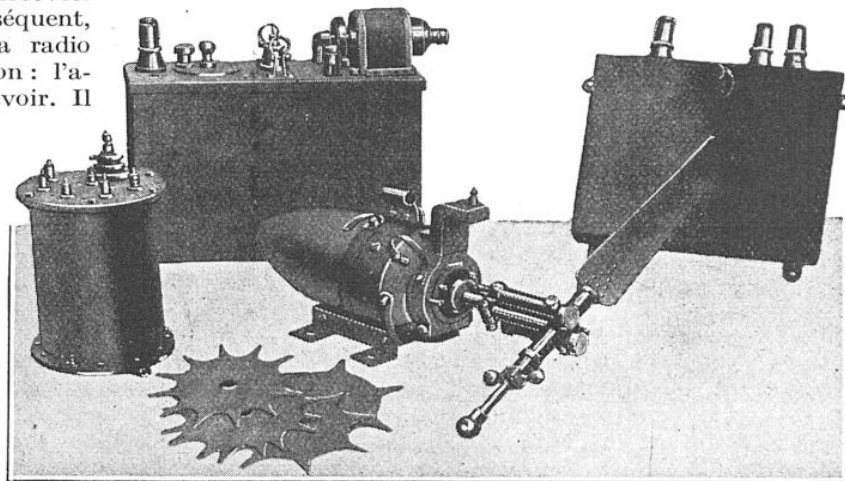
FIG. 2. — POSTE ÉMETTEUR D'AVION POUR RÉGLAGES DU 75
Il se compose essentiellement d'un alternateur mû par une hélice que le mouvement même de l'avion met en rotation, d'un transformateur et d'un éclateur tournant entraîné par l'arbre de l'alternateur. Une étincelle jaillit chaque fois qu'une dent de l'éclateur passe en face d'une l'électrode fixe reliée au secondaire du transformateur.

en grandes escadres que vers la fin de la guerre et, simultanément, les chasseurs.

Radio aérienne d'observation. — L'avion qui règle un tir n'a besoin que d'émettre. Il lui faut dire au commandant de batterie : « Vos coups sont courts ou longs, trop à droite ou trop à gauche ». Si le commandant de batterie a besoin de donner quelques renseignements à l'avion, qui ne s'éloigne jamais à grande distance (nous parlons ici des réglages du début de la guerre), il les lui donnera par des combinaisons de panneaux que l'avion peut apercevoir à terre. Par conséquent, premier stade de la radio aérienne d'observation : l'avion émet sans recevoir. Il règle des canons dont la portée ne dépasse guère 10 kilomètres au maximum. Il reste près de la batterie qui tire, voit les signaux qu'on lui fait de terre à l'aide de panneaux de toile blanche ($4^m \times 1^m$) et est muni d'un appareil uniquement émetteur dont la portée ne dépasse pas quelques kilomètres.

Cet appareil pour les réglages du 75 se présente conformément au schéma de la figure 2. C'est un alternateur de 120 watts, extrêmement léger, et qui est mû par une hélice que le mouvement même de l'avion met en rotation. L'alternateur envoie son courant, qu'un manipulateur découpe en points et traits, dans le primaire d'un transformateur. Le secondaire de ce transformateur est relié à un éclateur tournant dont la partie mobile, qui est fixée sur l'axe de l'alternateur tourne avec ce dernier et dont la partie fixe est reliée à la masse de l'avion. Les deux extrémités du secondaire du transformateur sont reliées en même temps, à l'antenne, d'une part, et, de l'autre, au contrepoids électrique formé par la masse de l'avion et jouant le même rôle que la terre dans un poste installé sur le sol. Au fond, nous retrouvons le vieux montage dit en excitation directe, que nous avons donné en tous détails dans notre premier article. La longueur d'onde réalisée avec un tel dispositif est comprise entre trois et quatre fois

la longueur du fil déroulé. Elle dépasse donc difficilement 300 mètres. Si l'on veut des longueurs d'onde plus grandes et, en même temps, une sélection un peu meilleure à la réception, on emploie le montage indirect (fig. 3). Le transformateur débite cette fois dans un circuit oscillant comme dans les premiers montages dont nous avons parlé plus haut. On arrive ainsi, avec les circuits en usage dans l'armée, vers la fin de la guerre, à envoyer des ondes allant à 600 mètres environ. Un dispositif de ce genre était



L'ALTERNATEUR DU POSTE PRÉCÉDENT AVEC TOUS SES ACCESSOIRES

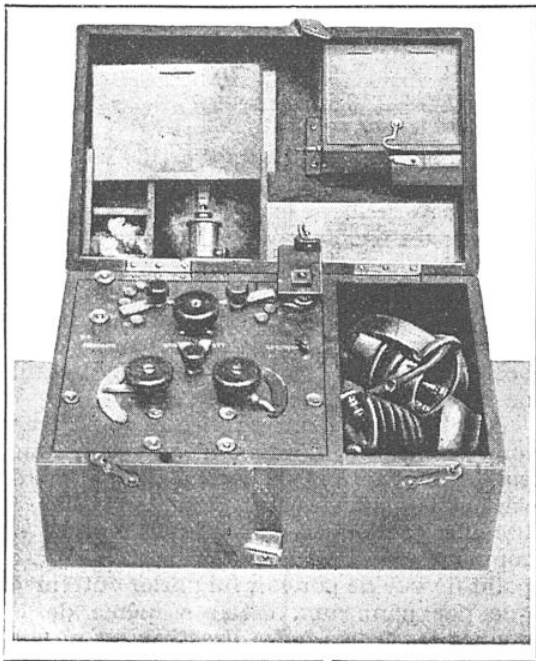
L'appareil ne pèse que vingt à vingt-cinq kilos ; sa puissance, de cent vingt watts, permet une portée de vingt kilomètres avec réception non amplifiée.

employé pour les réglages d'artillerie lourde.

Ces émissions étaient reçues dans les groupes d'artillerie sur des boîtes dont la gravure du bas de la page 54 donne l'image et dont nous avons précédemment parlé. La réception se faisait au moyen d'un détecteur à galène et sans amplificateurs. On recevait l'avion à quelques kilomètres. Ce dispositif demeura tel jusqu'après la bataille de la Somme (début de 1917).

A cette date, deux problèmes se posèrent impérieusement. L'avion d'observation travaillait non seulement pour régler les tirs de l'artillerie, mais aussi pour surveiller la bataille et donner des renseignements au commandement. Il devenait intéressant à ce point de vue de pouvoir lui parler autrement que par panneaux, d'être à même de lui donner des ordres et des directives qui ne pouvaient pas toujours être prévus d'avance comme les incidents, toujours les mêmes, d'un tir, ni faire l'objet, par conséquent, de signaux convenus. Deuxième problème posé

par l'artillerie : les canons tiraient de plus en plus loin. Il fallait des avions de réglage qui pussent se faire entendre à plus grande distance de la batterie sans gêner les réglages voisins et qui pussent aussi rester en liaison avec cette batterie en des points d'où ils ne voyaient plus les panneaux. La réception à bord, considérée avant la guerre comme une impossibilité matérielle à cause du bruit et de la trépidation des avions, devenait donc absolument nécessaire. Heureusement, depuis l'époque des premiers essais de T. S. F. sur avion, l'amplificateur était né et, grâce à lui, le problème de la réception était beaucoup plus facile à résoudre. M. Gutton réalisa sans difficulté un récepteur à bord dont plusieurs types furent successivement essayés et donnèrent toute satisfaction (gravure du haut de la page 55). Ce récepteur se composait, dans les premiers modèles, d'une lampe détectrice et de deux lampes amplificatrices. Plus tard, on ajouta devant la lampe détectrice une quatrième lampe dont le rôle était d'amplifier le courant à haute fré-



BOITE DE RÉCEPTION UTILISÉE PAR LES GROUPES D'ARTILLERIE ET LES ÉTATS-MAJORS POUR RECEVOIR LES MESSAGES DES AVIONS

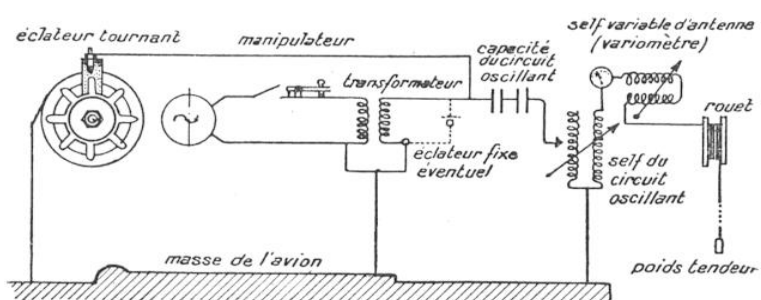


FIG. 3. — POSTE POUR RÉGLAGES DE L'ARTILLERIE LOURDE
Pour obtenir des longueurs d'onde plus grandes et une meilleure sélection à la réception, le montage adopté est du type indirect.

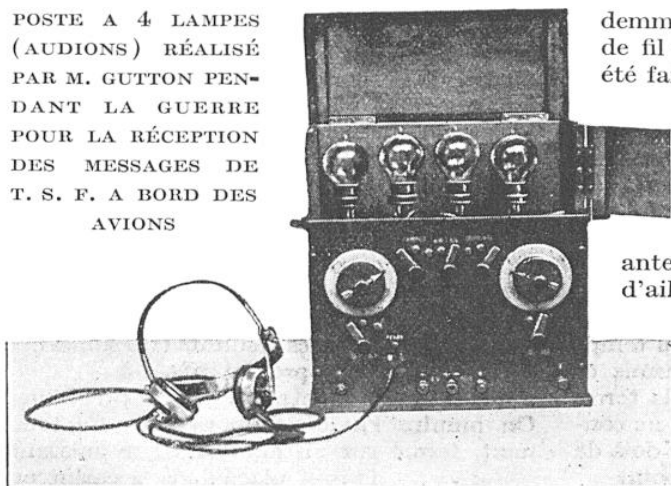
quence qui parcourait l'antenne de réception.

Le poste récepteur à bord a donné, dès sa mise en service, des résultats excellents. Si, parfois, des ordres transmis de la terre à l'avion n'ont pas été reçus, c'est presque toujours du fait que l'observateur aérien, qui ne pouvait vraiment pas tout faire, n'était pas toujours un lecteur au son de première force. C'est, d'ailleurs, pour cela qu'on cherche actuellement à mettre à bord la téléphonie plutôt que la télégraphie.

La mise en service du récepteur à bord, combiné avec l'emploi de l'alternateur, donnait satisfaction aux desiderata de l'avion d'observation du commandement. Elle ne résolvait pas complètement le problème posé par l'artillerie lourde à grande puissance et à longue portée. Il fallait non seulement recevoir mais être reçu de plus loin qu'avec l'alternateur employé jusqu'alors et surtout ne pas brouiller les autres réglages d'artillerie. Une seule solution était possible : émettre en ondes entretenues. Avec un appareil émetteur et récepteur du type de ceux qui étaient donnés aux divisions d'infanterie, on arrivait sans la moindre difficulté au triple résultat cherché : faire de la portée, ne pas gêner les autres réceptions d'artillerie qui, se faisant sur galène, ne soupçonnaient pas l'onde entretenue, et faire de la réception à bord. Le poste émetteur et récepteur d'ondes entretenues pour avion fut donc donné aux escadrilles qui réglaient l'artillerie à grande puissance. Un poste correspondant fut donné aux groupes ou batteries de gros canons à longue portée et les réglages délicats de cette grosse artillerie purent ainsi se faire en toute sécurité et sans que les autres antennes d'artillerie se doutassent seulement, avec leur réception à galène, que des postes puissants travaillaient dans leurs parages.

La radio aérienne d'observation se trouvait ainsi au point. Poste émetteur à étincelles pour les réglages à portée faible et moyenne;

POSTE A 4 LAMPES
(AUDIONS) RÉALISÉ
PAR M. GUTTON PEN-
DANT LA GUERRE
POUR LA RÉCEPTION
DES MESSAGES DE
T. S. F. A BORD DES
AVIONS



même poste avec récepteur à bord pour les avions du commandement ; postes à ondes entretenues pour l'artillerie lourde à grande puissance ; tout cela pouvait marcher simultanément et donner, avec le minimum de brouillages, le maximum de rendement. On réussit à faire travailler simultanément jusqu'à cinq avions par kilomètre de front.

Radio aérienne nécessaire aux escadres de chasseurs ou de bombardiers. — Chasseurs et bombardiers, du jour où ils marchèrent en escadres importantes, eurent, au point de vue T. S. F., les mêmes besoins. Comme pour tout autre avion, il leur fallait non seulement émettre mais recevoir à bord. On mit au point, pour eux, un émetteur de 500 watts (gravure au bas de cette page), dont la portée dépassait 100 kilomètres.

Mais, puisque, à l'exemple des navires, ils circulaient en escadres constituées, ils demandèrent à la T. S. F. ce que les navires avaient déjà obtenu, à savoir : possibilité de converser entre les divers éléments d'une même escadre, possibilité de se diriger et de retrouver leur route à l'aide de la goniométrie.

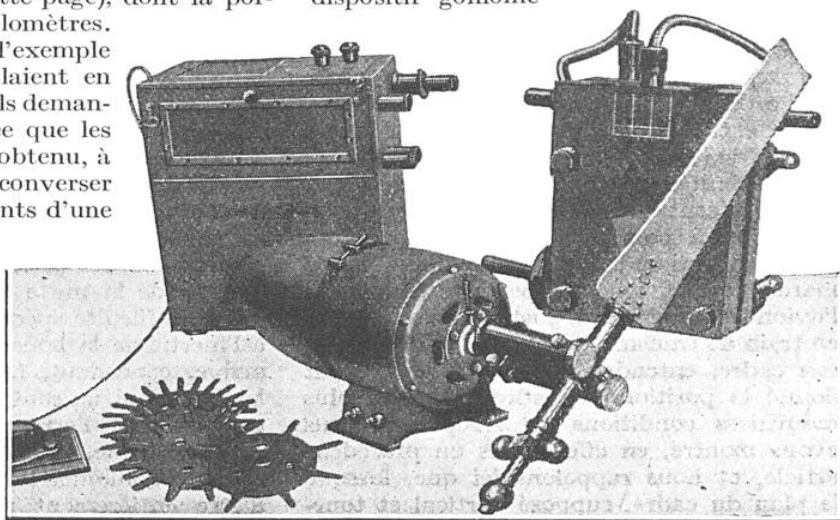
Les chasseurs plus exigeants que les bombardiers, auraient voulu, de plus, être débarrassés de leur antenne traînante, obstacle prohibitif pour les classiques acrobaties. Impossible, évi-

demment, de faire le *tonneau* avec 100 mètres de fil traînant derrière soi. Des essais ont été faits pour tenter de leur donner satisfaction. Ils n'ont pas donné de résultats pratiques. Il faudra, dans l'état actuel de la technique, que les chasseurs fassent comme tout le monde et réservent leurs acrobaties pour le moment où leur antenne ne sera pas déroulée. Leur rôle, d'ailleurs, est présentement beaucoup moins important qu'autrefois.

Comment a-t-on donné satisfaction aux deux demandes des aviateurs circulant en escadre ? Pour la communication d'avion à avion, on a mis au point un appareil de téléphonie, dont nous avons déjà parlé, et qui a fait

des portées très intéressantes (40 kilomètres entre l'avion émettant et la terre recevant, 25 kilomètres en sens inverse, 15 kilomètres entre avions). La portée entre avions dépend d'ailleurs des positions respectives de ces derniers, mais elle reste, même dans les cas les plus défavorables, largement suffisante pour les communications intérieures d'une escadre. L'appareil de téléphonie sans fil pour avion est représenté à la page 57.

Pour la direction des avions et l'aide à leur donner dans la recherche de leur route, la goniométrie semblait tout indiquée et elle a donné, en effet, des résultats très intéressants et dont nous avons déjà dit un mot. Nous rappellerons sommairement les principes du dispositif goniomé-



ALTERNATEUR DE 500 WATTS, AVEC SES ACCESSOIRES, POUR AÉRONEFS

Le poids total de cet équipement n'excède pas quarante kilos. L'appareil permet des portées de l'ordre de cent cinquante kilomètres en toutes circonstances.

trique permettant au navire ou à l'avion de déterminer aisément sa route.

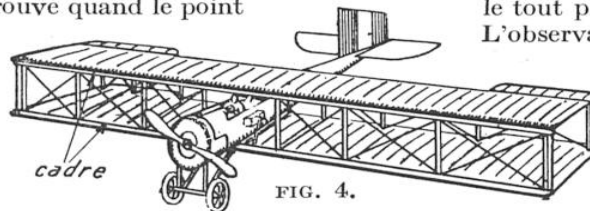
Plusieurs procédés sont possibles pour faire le point. L'avion émet, par exemple, avec un poste ordinaire : il est alors reçu par trois postes goniométriques à un ou deux cadres placés à terre, qui déterminent son angle et font son point. Ce point lui est ensuite retransmis par T. S. F. Avantage du procédé : l'avion n'a pas de mesure délicate à faire, il n'a pas non plus d'appareil compliqué à bord. Il lui suffit de pouvoir émettre et recevoir. Inconvénient : il s'écoule du temps entre le moment où l'avion a transmis et le moment où il reçoit son point de la terre. Si c'est un avion à grande vitesse, il ne connaît jamais qu'un point assez éloigné déjà de la position où il se trouve quand le point lui est transmis. Le procédé, très acceptable pour un navire, n'est pas très pratique pour l'aéroplane, infiniment plus rapide.

Mais l'avion peut recevoir et faire lui-même son point à l'aide d'un dispositif goniométrique installé à bord. Dans ce cas, deux procédés de réception sont possibles. Ou bien l'avion peut se contenter de renseignements approximatifs qui lui indiqueront qu'il ne dévie pas trop de sa route, sans le conduire avec grande précision, indication qui, souvent, lui suffira ; ou bien il lui est nécessaire de faire sa route avec précision.

Dans le premier cas, on munira l'avion d'un cadre fixe tendu, par exemple, entre les bords avant des deux plans et les montants extrêmes qui maintiennent l'écartement desdits plans (fig. 4). Ce cadre, dont les extrémités seront fermées sur un appareil de réception convenable placé dans la carlingue, à portée de l'observateur, aura son plan perpendiculaire à la direction de marche de l'avion, et, par conséquent, si l'avion se dirige sur un poste puissant qui est en train de transmettre et qu'il pourra, dans son cadre, entendre de loin, il sera, étant donné la position du cadre, dans les plus mauvaises conditions de réception. Nous avons montré, en effet, dans un précédent article, et nous rappelons ici que, lorsque le plan du cadre, supposé vertical et tournant autour d'un axe vertical, passe par le poste émetteur, la réception est à son maximum ; elle est à son minimum quand le plan du cadre est perpendiculaire à la

direction précédente. Voilà donc notre avion qui se dirige sur Paris, par exemple, et qui, du fait de l'orientation de son cadre, entend faiblement le poste de T. S. F. de la tour Eiffel. Supposons qu'il dévie de sa route : immédiatement, le cadre se rapproche de sa position optima, et la réception se renforce. L'observateur fait alors signe au pilote de virer jusqu'à ce que la réception, affaiblie de nouveau, corresponde à la position primitive du cadre, c'est-à-dire à l'avion dans la bonne direction. Ceci a été pratiquement réalisé et a donné des résultats très suffisants, bien qu'un peu approximatifs.

Veut-on, au contraire, de la précision ? On munira l'avion d'un petit cadre tournant, fermé sur un amplificateur puissant, le tout placé dans la carlingue. L'observateur pourra donc faire



AVION MUNI D'UN CADRE RADIOGONIOMÉTRIQUE
Les deux extrémités du cadre sont fermées sur un appareil récepteur disposé dans la carlingue.

tourner son cadre et noter à quel moment le poste sur lequel il se relève donne la réception la plus faible. Le plan du cadre est alors perpendiculaire à la direction qui joint l'avion au poste, et si l'on rapporte la position de ce plan à celle de l'aiguille de la boussole de l'avion, on peut, sur une carte où l'emplacement du poste émetteur est figuré, tracer la droite qui joint ce poste émetteur à l'avion. En se relevant ainsi sur plusieurs postes émetteurs fonctionnant comme des phares hertziens, l'aviateur déterminera son point. Deux objections cependant à cette méthode : il faut avoir une boussole qui ne soit pas trop lente à prendre sa position d'équilibre et qui ne donne pas d'indication fausse du fait des mouvements brusques de l'avion. Il faut aussi tenir compte du chemin parcouru par l'avion dans le temps qui s'écoule entre les diverses mesures qui lui permettent de se relever sur des phares différents. Cette correction de la route ne présente, d'ailleurs, pas de difficulté spéciale ; l'objection relative à l'inertie de la boussole est plus grave. On arrive, cependant, à faire des erreurs de boussole qui ne sont pas sensiblement plus grandes que l'erreur même de la mesure goniométrique, soit un degré environ.

Cette goniométrie aérienne est très près d'être entièrement au point. Elle rendra les meilleurs services pour les futurs grands raids et le trafic des lignes commerciales qui se développent de jour en jour, car l'avion, ainsi équipé, ne sera plus l'abandonné des

premiers temps de l'aviation. Il pourra parler et appeler au secours, il pourra recevoir tous les renseignements qui l'intéresseront, en particulier les bulletins météorologiques, qui sont, pour lui, d'une importance capitale ; il pourra enfin, avec son cadre, trouver sa route dans la brume. La T. S. F. sera son guide, son oreille et sa voix. Grâce, en grande partie, à elle, la sécurité est assurée aux hommes volants ; grâce à elle seule, l'espoir d'un secours. L'aviation sans la T. S. F. aurait eu de la peine à se développer comme elle l'a fait. Les deux inventions, qui sont contemporaines, se sont heureusement complétées l'une l'autre.

La Radiotéléphonie.

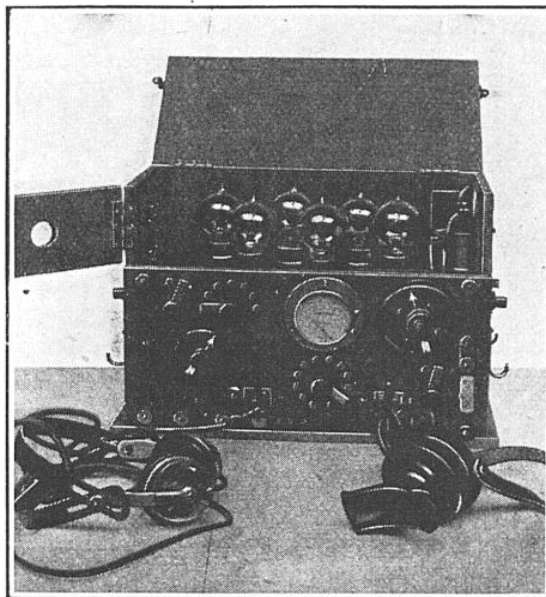
Nous avons vu le rôle important que la radiotéléphonie est appelé à jouer dans les communications intéressant la navigation aérienne. Où en est cette branche récente de la radio-technique ? La téléphonie sans fil a le don de passionner les masses, sans doute parce que le téléphone est à la portée de tout le monde, tandis que la télégraphie, avec ou sans fil, reste du domaine des spécialistes. Mais, à l'heure actuelle, la téléphonie sans fil ne saurait être vulgarisée au même titre que la téléphonie avec fil, et le jour est encore loin où nous aurons sur notre bureau un appareil simple nous permettant, sans intermédiaires, de parler avec les correspondants les plus éloignés.

Nous avons vu, dans des articles précédents (nos 41 et 50 de *La Science et la Vie*), le principe de la téléphonie sans fil. Dès que l'on a pu disposer d'un appareil producteur d'ondes entretenues, il a été possible de faire de la téléphonie au même titre que de la télégraphie. Pour la téléphonie, contrairement à la télégraphie, nous laissons l'émetteur rayonner l'onde entretenue en permanence et nous modulons cette onde en faisant agir, par exemple, sur l'antenne, un circuit

microphonique, c'est-à-dire un circuit parcouru par un courant dont l'intensité varie au rythme de la voix, cette voix ayant pour effet, dans ce circuit local, de changer la résistance électrique du microphone, et, par suite, l'intensité du courant qui parcourt le circuit. Le poste de téléphonie sans fil ainsi constitué, rayonne alors dans l'espace une onde continue mais déformée qui, recueillie sur un récepteur ordinaire, reproduit dans les écouteurs la voix qui, au départ, a influencé le microphone.

L'onde entretenue peut être fournie par un arc ou par un poste à lampes. Le circuit microphonique peut être pris en dérivation sur une self intercalée dans l'antenne (cas de certains postes à lampes (fig. 5) et ne pas contenir de source de courant. Il peut aussi constituer un circuit séparé avec ou sans force électromotrice propre et agissant par induction sur le courant d'émission qui parcourt l'antenne (se reporter à la fig. 6).

Ce qu'il y a à retenir, c'est qu'en l'état actuel de la technique, un poste de téléphonie sans fil est un appareil tout à fait analogue à un poste radiotélégra-



POSTE DE TÉLÉPHONIE SANS FIL POUR AVION AYANT RÉALISÉ QUINZE KILOMÈTRES DE PORTÉE ENTRE APPAREILS (AU PREMIER PLAN LE CASQUE DE RÉCEPTION ET LE MICROPHONE TRANSMETTEUR)

phique. Sa conduite est donc tout aussi délicate que celle de tout autre poste de T. S. F. et il ne peut donner satisfaction qu'entre les mains d'un spécialiste très averti.

Au point de vue de sa réalisation technique, le résultat est parfaitement obtenu. Il l'a été dès le jour où l'on a réalisé des postes à ondes entretenues, puisque ces postes se prêtent presque aussi simplement à la téléphonie qu'à la télégraphie. Des difficultés de détail ont dû être vaincues pour obtenir des portées importantes. On arrivait à faire passer dans les microphones des courants que ces appareils supportaient difficilement. Mais, tant en France qu'à l'étranger, on peut considérer le problème de la téléphonie comme résolu sur des distances atteignant

plusieurs centaines de kilomètres et, pratiquement, jusqu'à mille. Que manque-t-il donc pour que la téléphonie sans fil entre, comme on dit, dans les mœurs ? C'est que le dispositif n'a encore rien de pratique. Deux postes puissants, avec deux opérateurs exercés à chaque poste, feront d'excellents essais de téléphonie sans fil et réaliseront de très bonnes portées. Ce sont des résultats que l'on voit fréquemment donnés dans les journaux. Mais les journaux ne disent pas qu'il n'y a pas d'appel, de même qu'il n'y en a pas pour la T. S. F. Il n'y a pas non plus, comme nous l'avons déjà dit, de dispositif qui permette à l'abonné de parler de chez lui et d'obtenir un correspondant, et si ce dispositif était trouvé, il resterait encore comme objection que la conversation par téléphonie sans fil pourrait être interceptée par un appareil récepteur quelconque, ce qui a bien ses inconvénients et obligerait à un chiffrement bien plus compliqué que celui des télégrammes et pratiquement irréalisable. Enfin, il serait difficile de faire converser sans brouillage un nombre indéfini de correspondants comme on y réussit dans les conversations par fil. C'est ce qui a fait dire à un des collaborateurs de cette revue que, si la téléphonie sans fil avait été inventée la première, l'apparition de la téléphonie avec fils eût marqué un important progrès.

La téléphonie sans fil, dont la réalisation pratique sous forme de postes à grosses lampes a été d'un intérêt primordial pour l'aviation civile — laquelle peut ainsi confier ses appareils de transmission à un personnel qui n'a pas besoin de savoir lire au son — ne semble donc pas, en dehors de cet emploi spécial, appelé à un développement immédiat. Ce qui semble, au contraire, avoir de l'avenir, c'est le procédé qui consiste à faire parcourir les lignes téléphoniques par des courants à haute fréquence, car il permet, sur un réseau donné, d'augmenter très sérieusement le rendement, en employant plusieurs courants de fréquence différente sur lesquels les appareils récepteurs sont respectivement accordés.

Ainsi, un même fil sert de véhicule à plusieurs transmissions, mais ceci n'est plus de la T. S. F. et sort de notre sujet.

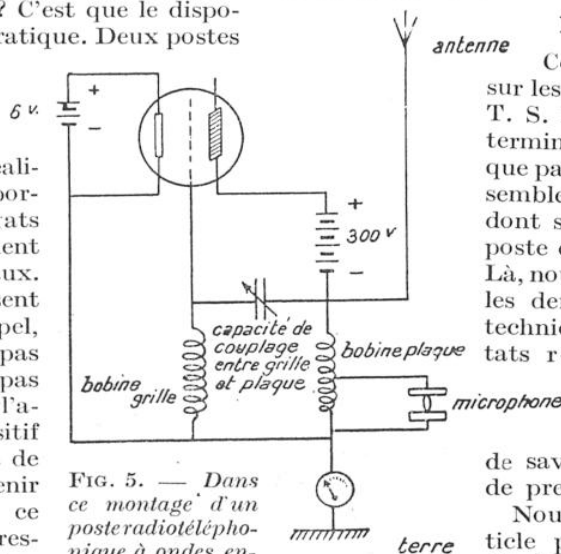


FIG. 5. — Dans ce montage d'un postéradiotéléphonique à ondes entretenues et à lampes, le microphone agit directement sur une bobine intercalée dans l'antenne.

Les grands postes.

Cette série d'articles sur les progrès récents de la T. S. F. ne peut pas se terminer plus logiquement que par un coup d'œil d'ensemble jeté sur la façon dont se présente un grand poste de T. S. F. moderne. Là, nous verrons quels sont les derniers progrès de la technique et à quels résultats remarquables sont finalement parvenus les inlassables recherches de tant de savants et d'ingénieurs de premier ordre.

Nous avons, dans un article précédent (n° 52 de *La Science et la Vie*), parlé longuement de la réception des grands postes et de la façon dont est organisée leur exploitation. Postes récepteurs nombreux se contrôlant l'un l'autre, bureau central auquel aboutissent des lignes directes allant à ces postes de réception, manipulation faite depuis ce bureau central et contrôlée par une petite réception à cadre, etc...

Le grand poste lui-même ne contiendra plus que les appareils émetteurs qui débiteront sur une antenne à grande surface et à grande capacité, portée par des pylônes de plusieurs centaines de mètres de hauteur. En général, il sera branché sur un secteur et n'aura pour rôle que de transformer en énergie électrique à haute fréquence le courant banal qui lui aura été fourni. Que trouverons-nous dans le grand poste moderne comme appareils d'émission ? En général, rien que des appareils à ondes entretenues. Nous nous sommes suffisamment étendus, dans notre premier article, sur les multiples avantages de l'onde entretenue par rapport à l'onde amortie. Nous ne reviendrons pas sur cette question. Mais il est certain que, bientôt,

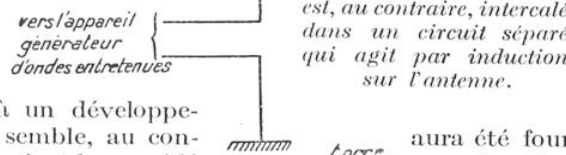
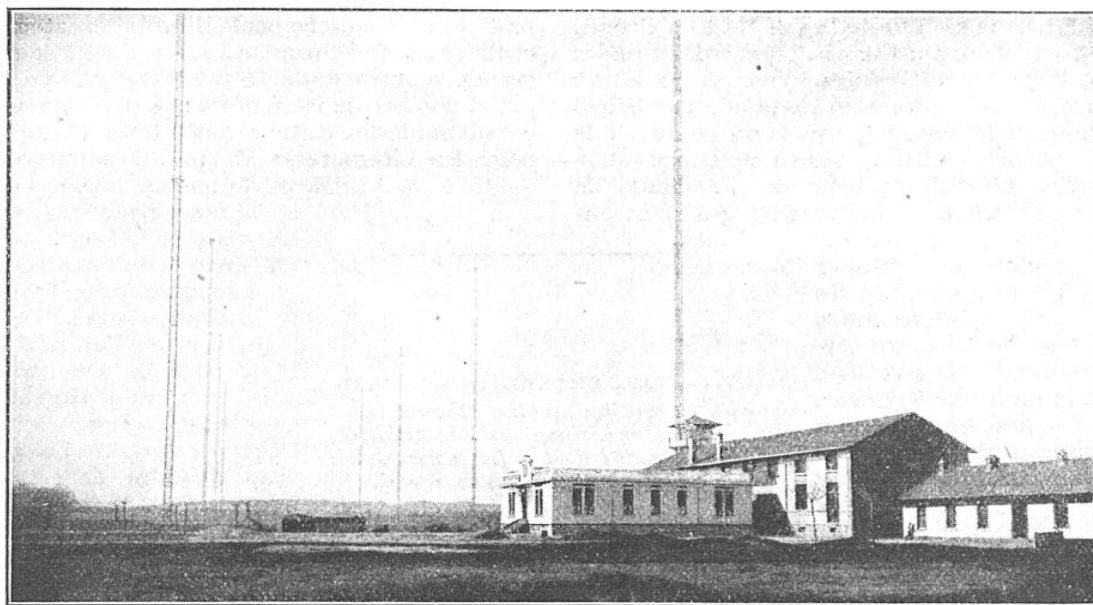


FIG. 6. — Dans cet autre montage, le microphone est, au contraire, intercalé dans un circuit séparé qui agit par induction sur l'antenne.



VUE D'ENSEMBLE DU POSTE DE T. S. F. A GRANDE PUISSANCE ÉTABLI A LYON

On distingue les huit pylônes haubanés qui supportent l'antenne en nappe du poste.

l'émission à étincelles que l'on ne conserve, dans certains grands postes, que pour faire des signaux aux navires et aéronefs, lesquels ne disposent pas toujours d'une réception avec hétérodyne, disparaîtra à son tour.

Les émetteurs à ondes entretenues sont, actuellement, de trois espèces : les postes à lampes — sur lesquels nous n'insisterons plus, si ce n'est pour constater que, depuis la fin de la guerre, ces postes deviennent de plus en plus puissants et semblent appelés à entrer en concurrence avec les deux autres types de poste, même pour les très grandes portées — les postes à arcs et les postes munis d'alternateurs à haute fréquence.

Le principe des arcs a été donné autrefois dans *La Science et la Vie* (n° 41, novembre 1918). Nous le rappellerons sommairement ici. Si, aux bornes d'un arc électrique ordinaire, alimenté par du courant continu, on dispose un circuit oscillant (fig. 7), composé d'une self et d'une capacité, on constate que, tant que l'arc reste allumé, le circuit en question est le siège d'un courant alternatif dont la fréquence est en relation directe avec les constantes électriques du circuit.

Ce phénomène s'explique par ce fait, qui n'était pas évident, *a priori*, que, lorsque l'intensité du courant qui traverse l'arc diminue, le voltage aux bornes de l'arc augmente, et réciproquement. L'arc fonctionne comme une résistance négative. Il se passe alors

ceci : dès que nous branchons la capacité aux bornes de l'arc, elle commence à se charger, mais alors l'intensité qui traverse l'arc diminuant, la différence de potentiel aux bornes de l'arc et, par conséquent, aux bornes de la capacité, augmente ; la capacité se charge donc de plus en plus. Quand elle est complètement chargée, elle se décharge à travers l'arc. L'intensité qui traverse ce dernier augmentant, la différence de potentiel aux bornes de l'arc et, par suite de la capacité, diminue, et cette dernière se décharge entièrement. Et le même phénomène se reproduit ensuite indéfiniment.

Si nous remplaçons le système capacité-self par un système ayant également self et capacité, mais formé par une antenne et la terre, nous aurons réalisé un poste de T. S. F. à arc auquel il n'y aura que quelques améliorations de détail à ajouter (circuit magnétique destiné à souffler l'arc, refroidissement des électrodes, atmosphère hydro-carburée autour de l'arc (schéma de la fig. 8). Chaque poste doit disposer de deux arcs identiques. L'un travaille pendant que l'autre est au nettoyage.

Pour manipuler avec un poste à arc, on employait en général le dispositif suivant. On mettait en court-circuit (fig. 8) pour une certaine position du manipulateur (manipulateur levé, par exemple) une ou deux spires de la self d'antenne en série avec l'arc. Pour la deuxième position du manipulateur (mani-

pulateur baissé) toute la self était en circuit. On envoyait ainsi dans l'espace deux ondes de longueurs différentes, l'une correspondant aux traits et points du manipulateur baissé (signaux Morse sur lesquels on accordait le récepteur), l'autre correspondant aux intervalles. C'est le système dit de l'onde de compensation. Il présente le grand inconvénient d'encombrer l'espace d'ondes inutiles et qui peuvent brouiller des réceptions intéressantes faites par un autre correspondant sur une onde de même longueur.

On a donc cherché à supprimer cette onde de compensation et on y est arrivé de la manière

suivante (procédé de M. Laüt, ingénieur au poste de la tour Eiffel) : on intercale le manipulateur dans l'antenne, on alimente les bobines qui produisent le champ magnétique destiné à souffler l'arc par une génératrice spéciale, et, enfin, on laisse aux bornes de l'arc un dispositif capacité-self analogue à celui dont nous avons parlé plus haut (fig. 9). De cette manière, quand le manipulateur est baissé, l'arc débite dans l'antenne et l'onde hertzienne est rayonnée dans l'espace. Quand il est levé, l'antenne n'est plus reliée à l'arc et, par conséquent, ne rayonne plus rien, mais l'arc ne s'éteint pas, car il débite sur le système self-capacité. On a ainsi obvié à un des inconvénients

principaux de l'arc. Il en reste quelques autres dont le principal est que l'émission de l'arc n'est pas très pure et contient de nombreuses harmoniques. Néanmoins, jusqu'à ces dernières années, c'est

l'arc seul qui a permis les émissions à ondes entretenues de grande puissance.

Il semble qu'il soit en train d'être supplanté par des alternateurs à haute fréquence dont la réalisation est postérieure à 1914. Le détail de construction de ces machines sort entièrement du cadre de cet article. Il nous suffira de dire quelques mots sur le principe de leur fonctionnement. Les uns, et c'est le cas de l'alternateur français, ne diffé-

rent pas essentiellement d'un alternateur ordinaire à fer tournant. Ils réalisent leur grande fréquence (de 15 à 30.000) grâce au grand nombre de leurs pôles et à leur vitesse considérable de rotation (6.000 tours minute pour les alternateurs de petite puissance — 15 à 25 kilowatts, fréquence 30.000 —

3.000 tours pour les gros alternateurs qui mettent une énergie de 100 à 200 kilowatts dans l'antenne et réalisent des fréquences de l'ordre de 15 à 20.000). D'autres alternateurs employés pour la T. S. F. ont une fréquence propre beaucoup moindre et cette fréquence est augmentée

soit au moyen de transformateurs spéciaux (c'est le cas de l'émission du poste allemand de Nauen), soit à l'aide de circuits comprenant self et capacité que l'on accorde de façon convenable et que l'on dispose aux bornes des enroulements fixes et tournants (dispositif Goldschmidt). Quel que soit le dispositif adopté, la machine haute fréquence semble extrêmement séduisante. On peut, soit la connecter directement à l'antenne et à la terre, soit passer par l'intermédiaire d'un transformateur haute fréquence dans le primaire duquel l'alternateur débite et dont le secondaire est intercalé

ne. Ce dernier dispositif de l'alternateur français dû aux remarquables travaux de MM. Bethenod et Latour et réalisé par la Société Alsacienne. Pour manipuler sur cet alternateur, on le met tout simplement en court-circuit (fig. 10). On supprime ainsi toute

onde de compensation et on réalise un dispositif de T. S. F. vraiment simple, industriel et facile à mettre en œuvre. Un seul inconvénient : la fréquence et, par suite la longueur d'onde dépendant de la vitesse de la machine, on ne dispose pas d'une gamme étendue de longueurs d'onde. L'arc, au contraire, permet, avec une self à prises variables, de modifier la longueur d'onde dans de larges limites. Dans un réseau orga-

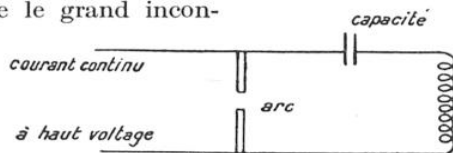


FIG. 7. — L'ARC CHANTANT DE DUDDEL. Le courant continu qui alimente l'arc donne naissance, dans le circuit self-capacité, à un courant alternatif dont la fréquence est liée aux constantes électriques du système.

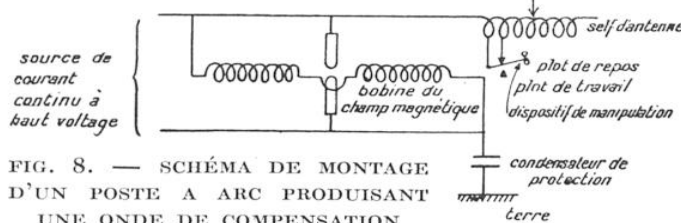


FIG. 8. — SCHÉMA DE MONTAGE D'UN POSTE À ARC PRODUISANT UNE ONDE DE COMPENSATION

En manipulant, on shunte et rétablit alternativement une portion de la self en série avec l'arc, ce qui produit deux ondes dont l'une, l'onde de compensation, remplit les intervalles des signaux Morse formés et transmis avec l'autre onde.

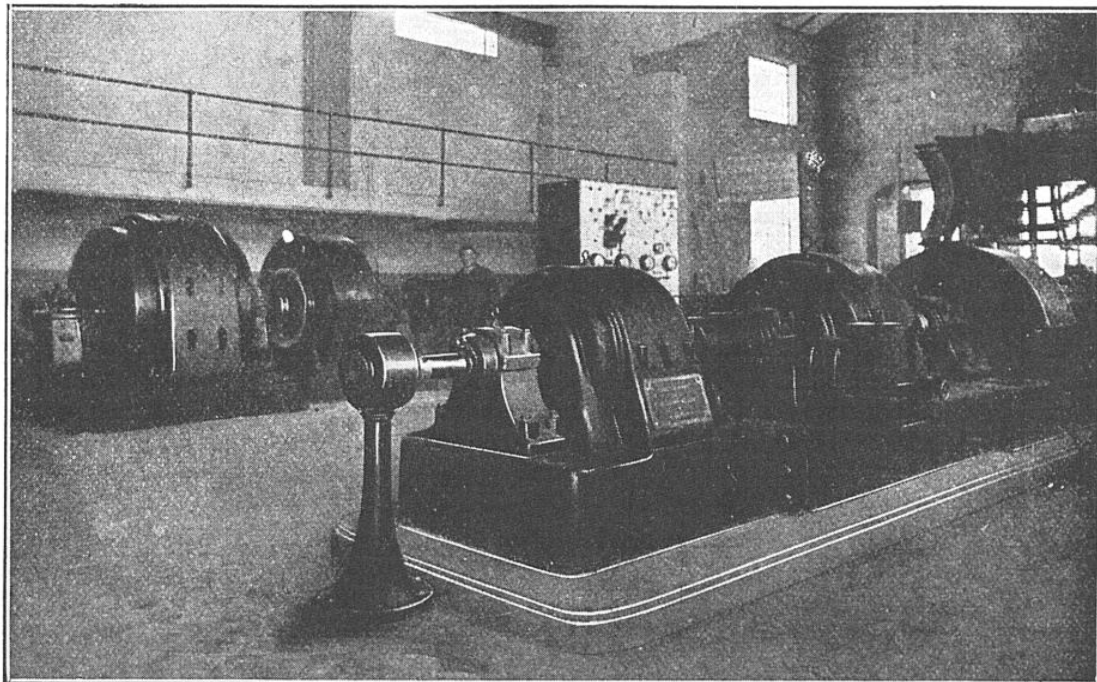
nisé et desservi par des postes puissants dont la longueur d'onde a pu être déterminée une fois pour toutes, cet inconvénient de l'alternateur n'est pas très grave.

Voici donc comment se présente un poste puissant : une antenne à grande capacité et à grand pouvoir rayonnant supportée par un certain nombre de pylônes élevés, quelquefois par un seul (antenne dite en parapluie). Une prise de terre à grande surface composée de fils ou de tubes de cuivre et de plaques de cuivre ou de zinc. Entre l'antenne et la terre, la machine (arc ou alternateur) qui produit l'onde entretenue avec son dispositif de manipulation. Ce dernier est généralement automatique, comme nous l'avons dit précédemment, et doit pouvoir émettre quatre-vingts à cent mots par minute. Dans le bâtiment où l'on a installé l'arc ou l'alternateur, nous trouvons la self d'antenne, qui est l'organe intermédiaire entre l'antenne et le générateur d'ondes ; nous trouvons aussi toutes les machines électriques qui transforment le courant du secteur, soit en courant continu haute tension pour le fonctionnement de l'arc, soit en courant à tension ordinaire pour l'entraînement du moteur qui fait tourner l'alternateur. Toutes ces machines donnent au poste de T. S. F. l'aspect d'une véritable centrale. C'est une

centrale, en effet, qui, au lieu de donner de l'éclairage ou de la force motrice, donne du courant haute fréquence que l'antenne rayonne au loin. Et les puissances mises en jeu dans ces grandes stations, qui se comptaient, jusqu'ici, en centaines, se compteront peut-être bientôt en milliers de kilowatts.

Maintenant que nous avons une idée du grand poste moderne « théorique », il nous reste à dire un mot de ce qui a été fait en France. Nous possédons, pour le moment, quatre grands postes dont trois dépendent de la Guerre (Paris, Lyon et Bordeaux : ce dernier ayant été remis à l'administration des P. T. T. après achèvement) et un, celui de Nantes, appartenant à la Marine.

Le poste de la tour Eiffel seul existait avant la guerre. Le général Ferrié l'avait installé dès 1906 à son emplacement actuel. Il met 40 à 50 kilowatts dans l'antenne en double cône que la tour de 300 mètres supporte. Le poste disposait, en 1914, de deux émissions à étincelles. Grâce à un dispositif commandé par la pendule même de l'Observatoire, ces émissions donnent, depuis dix ans, l'heure avec une précision très suffisante pour les besoins de la navigation. La tour Eiffel a été choisie comme centre horaire international depuis 1912. Des battements horaires, également envoyés par T. S. F.,



AU PREMIER PLAN, L'ALTERNATEUR A HAUTE FRÉQUENCE DU POSTE DE LYON ; AU DEUXIÈME PLAN LA GÉNÉRATRICE ALIMENTANT LE MOTEUR QUI ENTRAÎNE L'ALTERNATEUR

permettent d'effectuer des comparaisons de pendules, pour les déterminations de différences de longitudes, par exemple, avec une précision beaucoup plus grande et qui atteint le centième de seconde. On a pu, grâce à ces battements, déterminer ainsi la différence de longitude entre Paris et Washington, avec une précision considérable. La tour est entendue en Amérique et jusqu'à Madagascar.

Elle a été munie, depuis 1914, de deux arcs (gravure de la première page) et va bientôt disposer aussi d'un alternateur haute fréquence. Elle se prête tout particulièrement au trafic avec tous les grands postes d'Europe. Pendant la guerre, le poste de la tour a rendu les services les plus précieux, surtout grâce à son système très complet d'écoutes multiples, qui ne laissait rien passer des transmissions ennemies.

Le poste de Lyon (gravure de la page 59) date de 1914 et 15. Il fut construit pour suppléer Paris, le cas échéant. Il est d'ailleurs plus puissant que le poste de la tour. Il met de 150 à 200 kilowatts dans son antenne. Cette antenne est une nappe de fils soutenus par huit pylônes dont deux de 200 mètres et six de 180 mètres. Le poste dispose d'une émission à étincelles qui ne fonctionne pour ainsi dire jamais, de deux arcs puissants, dont l'alimentation consomme 450 kilowatts et du premier alternateur haute fréquence de grande puissance qu'ait produit l'industrie française (gravure de la page précédente).

Le poste de Lyon, qui travaillait d'abord avec la Russie, a été, depuis l'entrée en guerre des Etats-Unis, le correspondant normal des postes américains de la côte atlantique. Grâce aux améliorations apportées à l'émission par le commandant Chaulard, grâce au renforcement des arcs et à l'installation de l'alternateur, la communication

transatlantique, un peu pénible au début, est devenue excellente et le poste rend encore maintenant d'excellents services pour nos liaisons avec les Etats-Unis. Ce poste est couramment entendu à Shanghai et en Afrique centrale. Il passe un communiqué quotidien à pondants. On l'a aussi très bien entendu, et la tour également, à la Nouvelle-Zélande, mais il semble qu'il y ait là un effet d'antipode.

Quand le réseau colonial français de télégraphie sans fil, dont nous parlons plus loin, sera achevé, le poste de Lyon en sera vraisemblablement la tête de ligne.

Bordeaux, qui est maintenant achevé et marchera à pleine puissance quand paraîtra cet article, est le poste le plus puissant du monde. Il mettra 500 kilowatts dans son antenne en nappe, que soutiennent huit pylônes de 250 mètres (gravure de la page 50). Il est hors de doute que son émission fera le tour du monde et actionnera au même moment toutes les antennes. Ce poste a été demandé par le général Perla, qui voulait être reçu par T. S. F., aux Etats-Unis, à n'importe quelle heure de l'année. Lyon était reçu tous les jours, mais, en été, à certaines heures seulement, à cause des réceptions parasites très fortes qui se produisent pendant la saison chaude. Pour être sûr de percer à travers ces parasites, il fallait une émission formidable de puissance et c'est pourquoi la marine américaine, en collaboration avec la radiotélégraphie militaire, a construit le poste La Fayette à Croix-d'Hins, près Bordeaux. Ce poste, qui dispose actuellement de deux arcs gigantesques, possédera, en outre, un alternateur à haute fréquence de même puissance

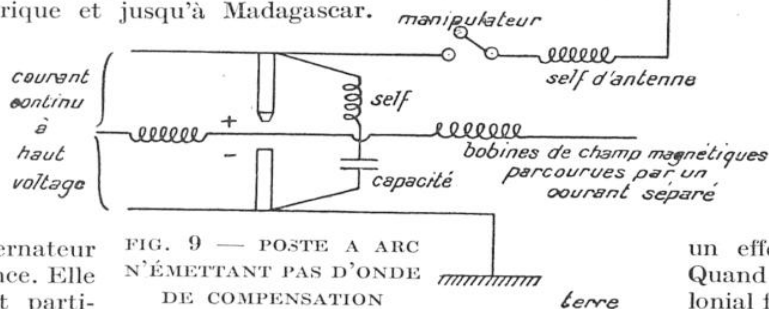


FIG. 9 — POSTE A ARC N'ÉMETTANT PAS D'ONDE DE COMPENSATION

Le manipulateur permet de faire débiter l'arc tantôt dans l'antenne (pour l'émission des signaux) tantôt dans un circuit auxiliaire.

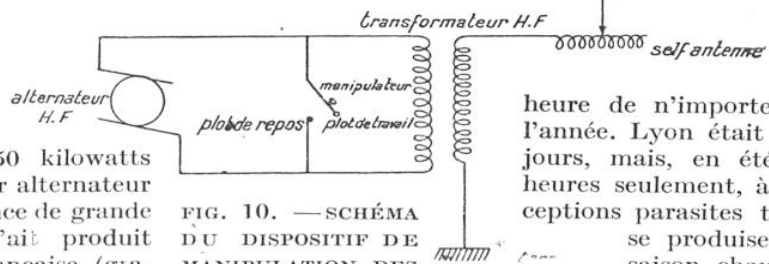
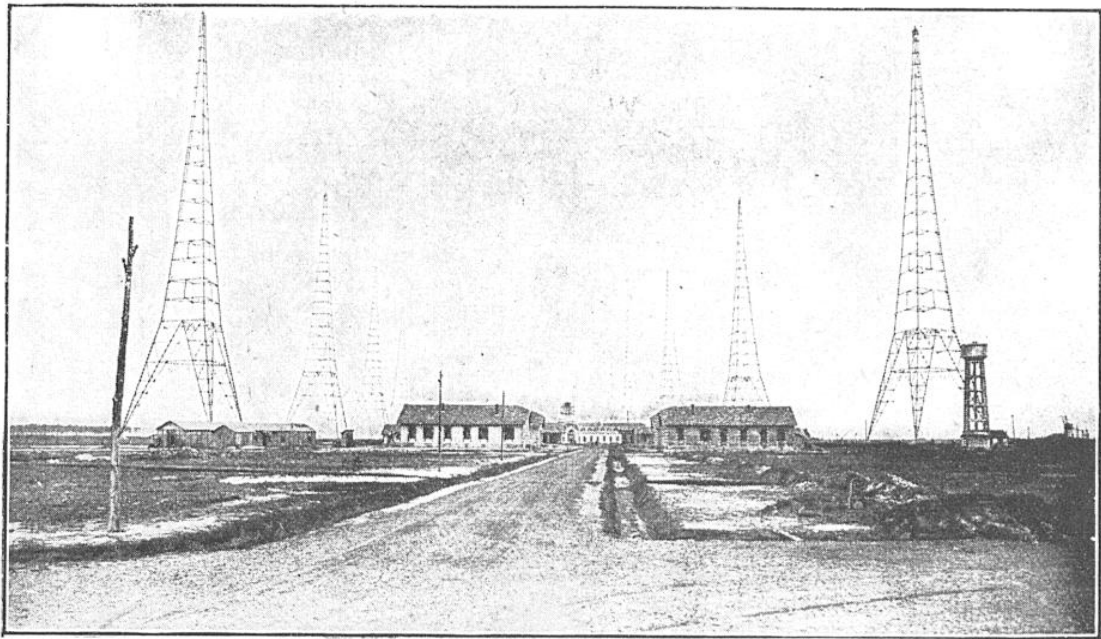


FIG. 10. — SCHÉMA DU DISPOSITIF DE MANIPULATION DES POSTES MUNIS DE L'ALTERNATEUR FRANÇAIS A HAUTE FRÉQUENCE

L'alternateur est mis en court-circuit dans l'intervalle des signaux Morse émis dans l'antenne.



CHAQUE PYLÔNE DU POSTE DE BORDEAUX (EXACTEMENT A CROIX D'HINS) EST UNE VÉRITABLE PETITE TOUR EIFFEL DE 250 MÈTRES DE HAUT. L'ÉMISSION DE CE POSTE GIGANTESQUE EST SUSCEPTIBLE D'ÊTRE ENTENDUE DANS LE MONDE ENTIER

(500 kw.). Il restera, vraisemblablement, le correspondant normal des postes américains.

Enfin, Nantes fut installé, en 1917, par la Marine, pour ses besoins propres et pour pouvoir toucher les navires de guerre à plusieurs milliers de kilomètres. Le poste a une antenne en T, soutenue par six pylônes de 180 mètres et dispose de deux arcs analogues à ceux de Lyon et de deux émissions à étincelle, l'une de 30, l'autre de 150 kw. Ce poste, largement calculé pour les besoins de la Marine, aide souvent la tour Eiffel et Lyon pour les liaisons avec leurs correspondants.

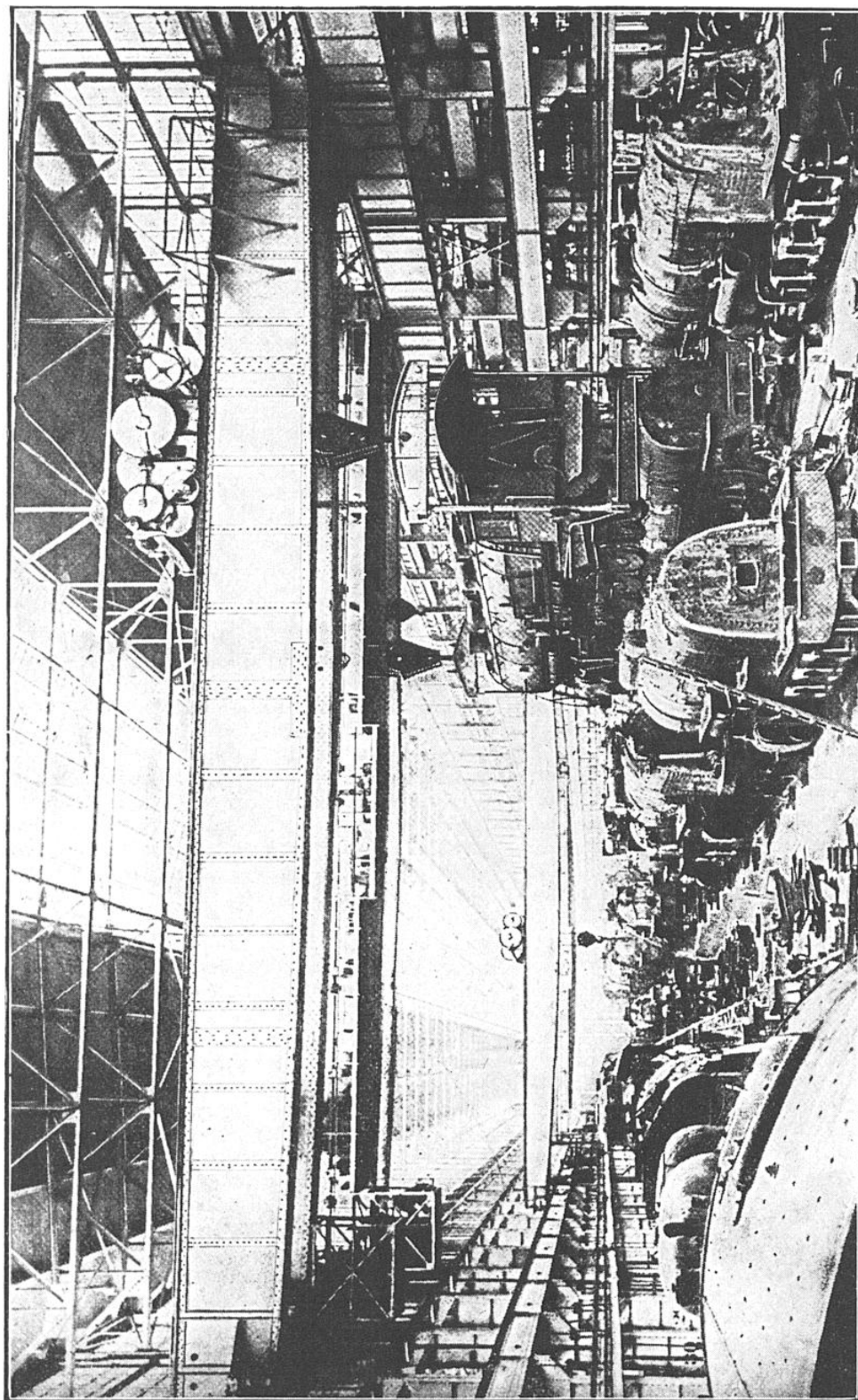
Les quatre postes dont nous venons de parler, au moins les trois derniers, sont nés pendant la guerre, au fur et à mesure des besoins. Mais il est d'autres postes qui constitueront un réseau dont le plan a été mûrement médité. Il s'agit du réseau colonial français, qui comprendra un poste d'au moins 100 kilowatts dans l'antenne pour chacune de nos cinq grandes colonies (Algérie, Afrique occidentale française, Congo, Madagascar, Indo-Chine). Tous ces postes seront munis des émetteurs et des récepteurs les plus modernes ; les quatre premiers auront la puissance de Lyon, le poste de l'Indo-Chine aura la puissance de Bordeaux et il pourra communiquer, comme d'ailleurs les quatre autres, directement avec la France. D'autres

postes suivront, qui relieront les petites colonies (Djibouti, l'Inde, Tahiti, la Martinique, etc.), soit à la métropole directement, soit à une colonie voisine. La terre sera couverte du réseau serré de nos postes radiotélégraphiques et nous ne serons plus tributaires des câbles sous-marins, dont la grande majorité ne nous appartient pas.

L'Angleterre, de son côté, projette un immense réseau qui la reliera à toutes ses colonies. L'Amérique a déjà commencé. Elle a, sur l'Atlantique, des postes qui conversent avec l'Europe, et, du côté du Pacifique, elle est en liaison avec le Japon, les Philippines et les îles Hawaï. Partout des antennes se dressent, partout les postes puissants s'organisent.

Que de chemin parcouru depuis les premières expériences de Marconi ! La T. S. F., était alors une simple expérience de laboratoire. L'émission se faisait à la main et au moyen d'un dispositif à étincelle. La réception, brouillée dès que plusieurs postes transmettaient, était à la merci du moindre trouble électrique de l'atmosphère. Peu de portée, aucune sécurité dans les transmissions. Aujourd'hui, portée indéfinie, rendement décuplé, sécurité presque absolue ; il ne manquera bientôt plus rien à la T. S. F. pour l'emporter sur le câble.

LOUIS FRANÇOIS.



PHOTOGRAPHIE PRISE DANS LES IMMENSES ATELIERS OU L'ON RÉPARE LES LOCOMOTIVES AVARIÉES DU « CHICAGO BURLINGTON & QUINCY RAILROAD », A WEST-BURLINGTON (ÉTAT D'IOWA, ÉTATS-UNIS DE L'AMÉRIQUE DU NORD)

Une grue électrique de 125 tonnes est utilisée pour l'entrée et la sortie des locomotives, avant et après leur réparation. Ce dispositif permet de conserver complètement libre la surface du sol de l'atelier qui, sans cela, serait encombrée par les rails et par le tablier d'un pont transbordeur du modèle dit « à niveau ».

LA CONSTRUCTION DES LOCOMOTIVES EN FRANCE ET A L'ÉTRANGER

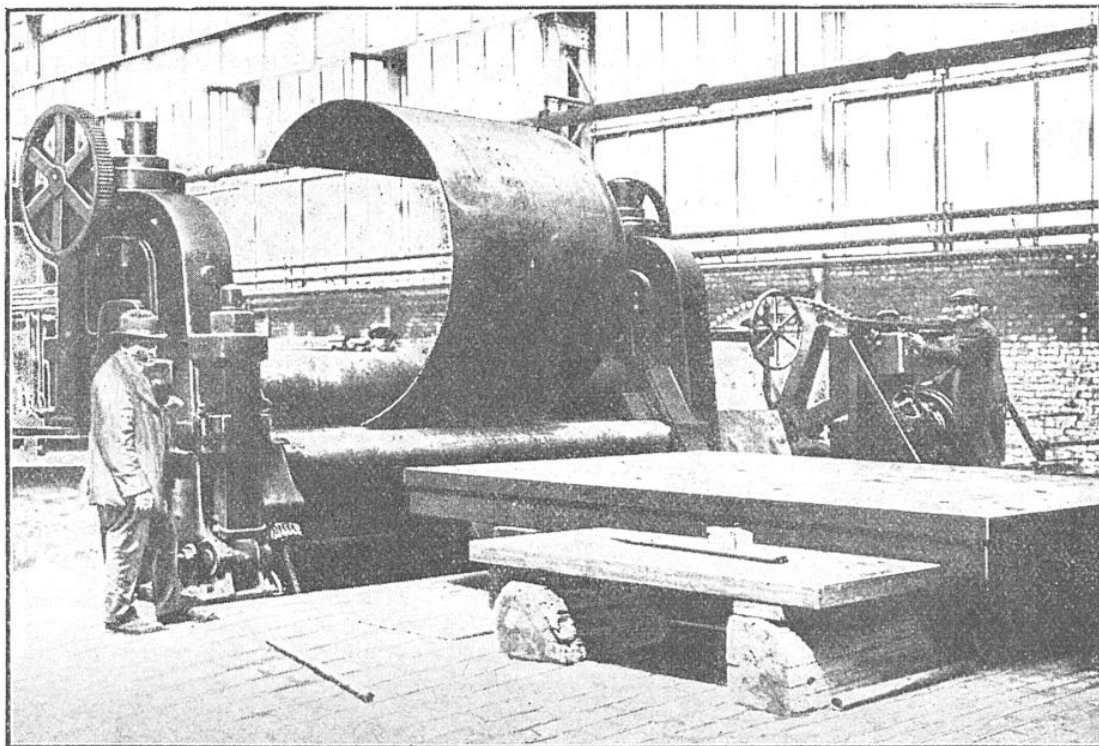
Par Charles RAYNOUARD

INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES

L'ATTENTION du public français est constamment attirée sur l'état actuel du matériel roulant de nos chemins de fer. Il nous a donc paru intéressant d'examiner à nouveau, deux ans après l'armistice, la question de la construction et de l'entretien des locomotives, des voitures et des wagons en France qui a déjà été partiellement traitée dans l'article publié dans le n° 39 de *La Science et la Vie* (juin-juillet 1918, p. 3). Pour se procurer le matériel dont elles ont besoin, les compagnies françaises procèdent à des

adjudications restreintes sur soumissions cachetées, auxquelles ne peuvent prendre part que des fournisseurs agréés à l'avance et ayant leurs usines en France. Quand les ateliers nationaux sont trop encombrés, elles sont autorisées à traiter des marchés de gré à gré, placés en France ou à l'étranger.

Les élévations de prix qui ont frappé les matières premières ont eu une très grande influence en ce qui concerne le taux des offres faites par les constructeurs de matériel de chemin de fer en Europe et aux États-Unis.



LAMINOIR A FROID POUR ENROULER LES TOLES DE CHAUDIÈRES

Le travail de cintrage des viroles de chaudières se faisait autrefois à la main, à grand renfort de coups de marteaux. Cette machine hydraulique permet d'effectuer ce travail dans des conditions bien meilleures de précision et d'économie, sans imposer au métal aucune fatigue dangereuse pour la résistance des chaudières à la pression de la vapeur.

5 *

En effet, on trouvait, avant la guerre, à placer des contrats de locomotives, sur la base de 1 fr. 75 le kilogramme, avec des oscillations de 0 fr. 25 en plus ou en moins, suivant le genre de machines et selon l'abondance des commandes. Les grandes locomotives compound à quatre cylindres, type Pacific, étaient naturellement plus chères que les machines à deux cylindres égaux. La concurrence avait fini par faire tomber les prix jusqu'à 1 fr. 25, même pour les locomotives lourdes, et les Allemands consentaient ces sacrifices pour ruiner les constructeurs français, belges et anglais. Comme pour les rails, les livraisons étaient souvent faites franco bord Anvers à des prix tout à fait bas.

En effet, l'esprit d'entreprise des grands industriels allemands, admirablement secondés par leur gouvernement, les avait conduits à user d'un moyen très ingénieux qui leur permettait de faire des offres à des prix avantageux aux principaux clients étrangers.

Chaque année, grâce à la vigilance du ministère des Chemins de fer d'Empire, les constructeurs allemands recevaient des commandes comportant un nombre moyen de machines à peu près constant.

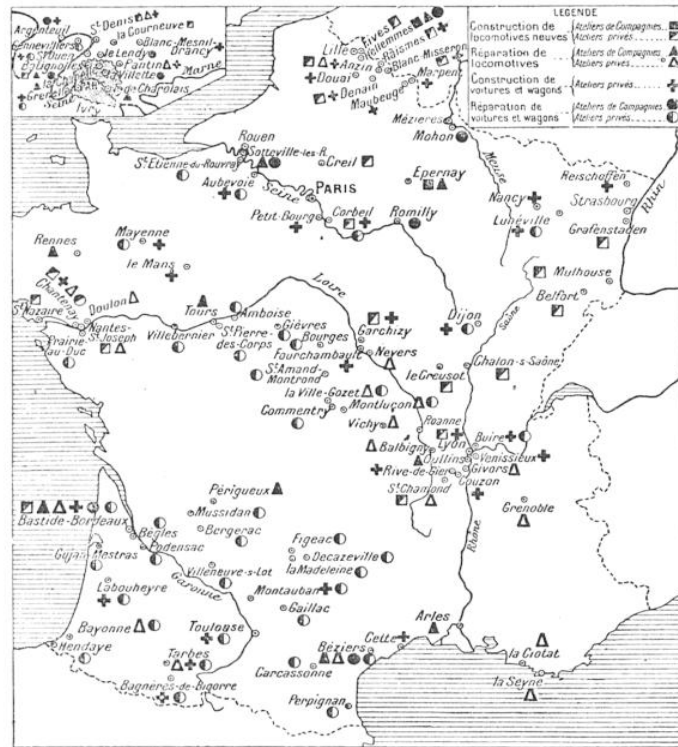
La majeure partie des frais généraux était amortie sur ces commandes qui constituaient un minimum dont les industriels étaient sûrs. Ils pouvaient ainsi agrandir leurs ateliers de manière à pouvoir exporter le surplus de leur production qui n'avait à supporter qu'une fraction de frais généraux très faible. L'économie ainsi réalisée, leur permettait d'acquitter les droits de douane et même de consentir aux étrangers des prix

inférieurs à ceux que payaient les chemins de fer nationaux. Grâce à cette pratique, les constructeurs allemands, tels que Henschel, de Cassel, ou Borsig, de Tegel-Berlin, avaient monté des ateliers modernes susceptibles de fournir jusqu'à 700 machines par an.

Ils avaient pu réussir à envahir les marchés étrangers et à fournir des locomotives, même aux compagnies de chemins de fer du Royaume-Uni, au détriment des maisons anglaises et écossaises, telles que la North British Locomotive Co de Glasgow, qui était

la plus forte productrice du Royaume-Uni.

Aujourd'hui, les conditions de ce marché sont totalement changées, car les besoins sont immenses et les commandes sont partagées entre les constructeurs français, anglais, belges, suisses, italiens et américains. Quelques usines françaises du Nord, pillées par les Allemands, commencent seulement à produire de nouveau et l'offre étant très inférieure à la demande, il y a eu hausse des prix. D'autre part, certaines matières



CARTE MONTRANT L'EMPLACEMENT DES USINES DE CONSTRUCTION DE MATÉRIEL DE CHEMIN DE FER, EN FRANCE

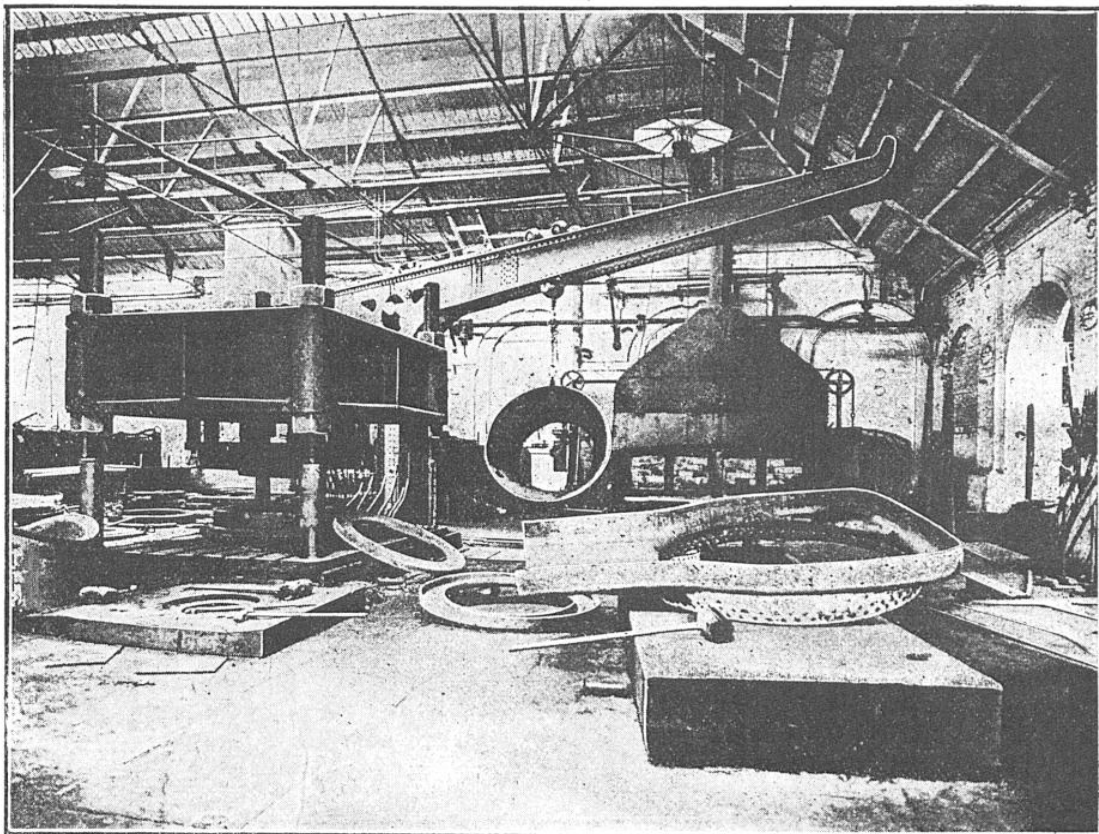
premières sont dix fois plus chères qu'en 1914, par suite de la rareté des combustibles propres aux usages métallurgiques. Récemment, une firme belge a traité, sur la base de 9 fr. 50 le kilogramme, un marché de locomotives compound pour une compagnie étrangère et on peut estimer à 10 fr. 50 en moyenne les prix pratiqués dans les divers pays alliés pour les chemins de fer nationaux. La hausse a donc atteint actuellement de 600 % à 700 %. Etant donné qu'une machine Pacific pèse au moins 90.000 kilogrammes, on voit qu'elle revient à plus d'un million avec ses accessoires, mais sans son tender, tandis

qu'avant 1914, les plus fortes locomotives du P.-L.-M. et de l'Orléans, coûtaient de 150.000 à 160.000 francs, sans leur tender.

En 1914, sept firmes s'occupaient, en France, exclusivement ou non, de ce genre d'affaires. Seules, la Société pour la construction des locomotives à Blanc-Misseron (Nord) et la Société Franco-Belge pour la construction de matériel de chemins de fer, à Raismes (Nord), fournissaient uniquement des loco-

entreprises, la Société Française de constructions mécaniques (Anciens Etablissements Cail), à Denain (Nord), MM. Schneider et C^{ie}, au Creusot, et la Société de construction des Batignolles (Gouin), à Paris.

Un certain nombre de firmes moins importantes s'occupaient de la fourniture du matériel de traction pour chemins de fer secondaires à voie normale ou à voie étroite, notamment les Ateliers de constructions



PRESSES HYDRAULIQUES DANS UN ATELIER DE GROSSE CHAUDRONNERIE

Ces presses à gabarier, desservies par une puissante grue hydraulique, servent à la fabrication des plaques de foyer en cuivre. Un énorme poinçon profilé serre une tôle de cuivre chauffée au blanc entre lui et une matrice dont le profil en creux correspond au sien.

motives, des voitures et des wagons. Au contraire, les ateliers de construction de locomotives ne formaient que des départements spéciaux dans cinq autres établissements français qui s'occupaient également de mécanique générale, de ponts et charpentes, de constructions navales, d'artillerie, etc. Tel était, en effet, le cas pour la Société Alsacienne de constructions mécaniques, à Belfort, la Compagnie de Fives-Lille pour constructions mécaniques et

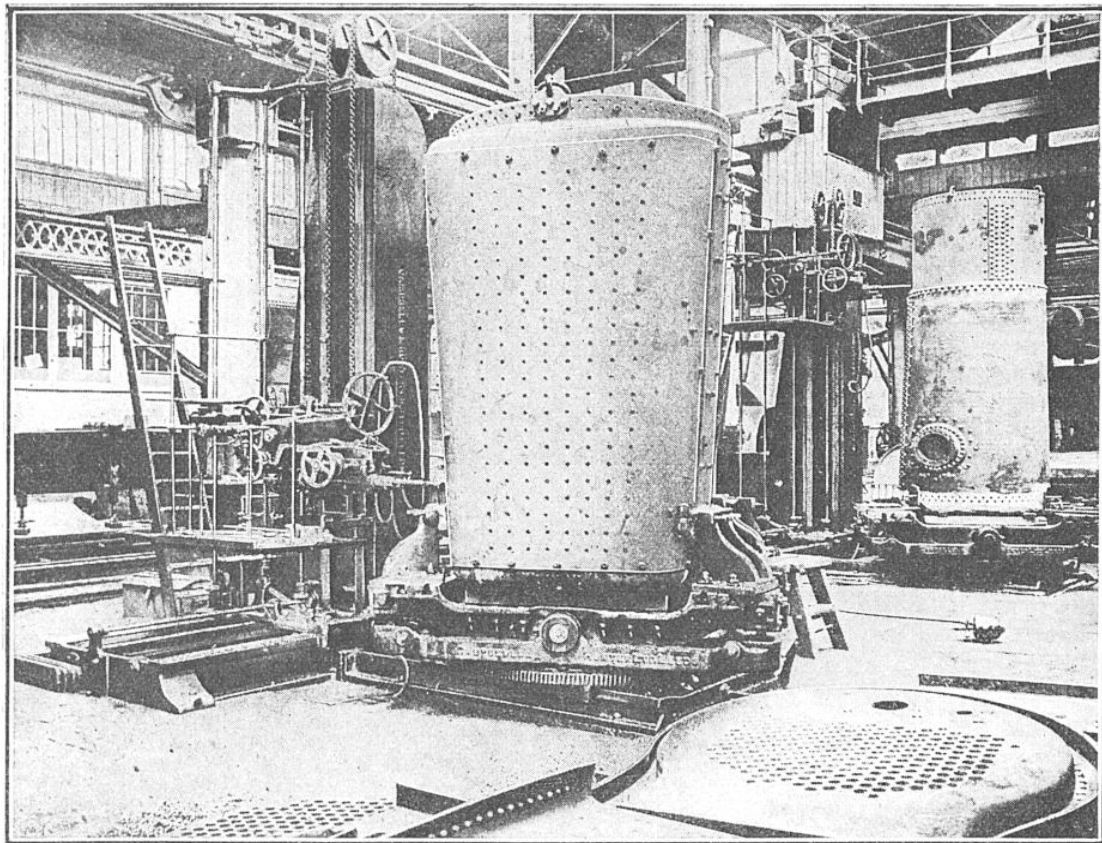
mécaniques Corpet, Louvet et C^{ie}, à La Courneuve (Seine), les Etablissements A. Pinguely, à Lyon (Rhône), Weidknecht, à Paris, la Société des Etablissements Decauville, etc.

Actuellement, le nombre des constructeurs de locomotives de grandes lignes est passé à dix, avec une production maximum possible d'environ 1.000 à 1.200 unités à vapeur de toutes puissances. La Compagnie des forges et aciéries de la Marine et d'Homécourt a doté sa grande usine métallurgique

de Saint-Chamond (Loire), d'un atelier de locomotives. La Société anonyme des Ateliers et Chantiers de la Loire, construit des locomotives à son usine de Saint-Denis (Seine). D'autre part, la Compagnie générale de construction de locomotives, fondée par la Société de construction des Batignolles, avec la collaboration de la Compagnie des Forges de Châtillon-Commentry et Neuves-

que dans ceux de Fives (Nord). MM. Schneider et C^{ie}, du Creusot, dont les ateliers de locomotives ont été considérablement agrandis depuis quelques années, se trouvent être, aujourd'hui, parmi les plus puissants constructeurs de France dans cette spécialité.

Il ne s'agissait pas seulement d'augmenter la puissance de production des constructeurs français de locomotives. Il



MACHINES A PERCER SPÉCIALES POUR FOYERS ET CORPS DE CHAUDIÈRES

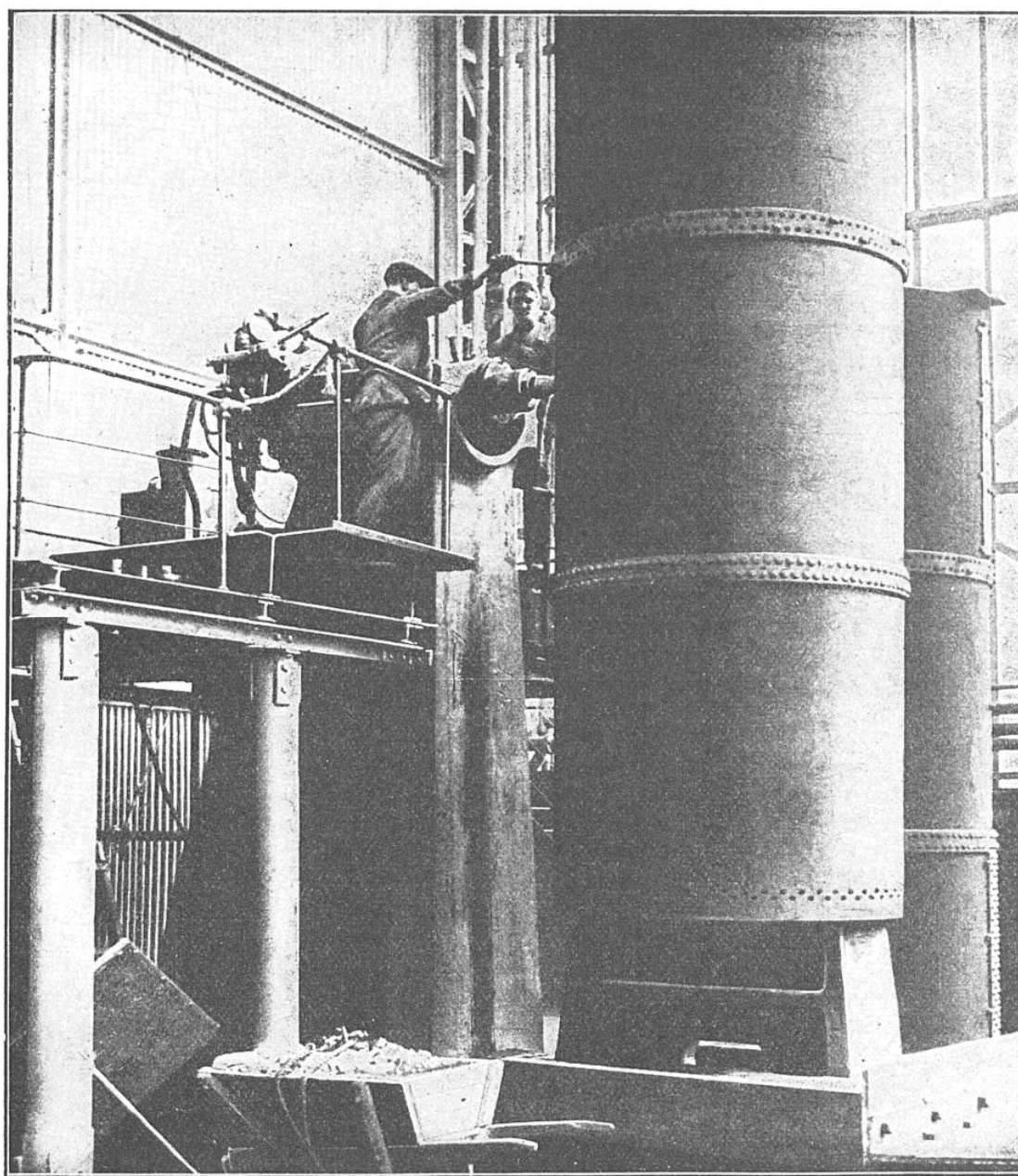
Ce magnifique outillage assure un travail rapide et précis ainsi qu'une grande sécurité pour les ouvriers dont le nombre est, d'ailleurs, très réduit et dont l'effort est très limité grâce aux plateaux à rotation supportant les pièces et aux divers mouvements des porte-outils. Un pont roulant amène et éloigne les éléments de chaudières ou de foyers en cours de construction.

Maisons, a érigé, à Nantes, un grand atelier neuf pourvu d'un outillage très moderne.

Enfin, la puissance de production de la Société Alsacienne de constructions mécaniques s'est accrue d'environ 100 unités par an depuis que son usine de Grafenstaden, près Strasbourg, est repassée sous le régime français. De même, la Compagnie de Fives-Lille construit aujourd'hui des locomotives aussi bien dans ses ateliers de Givors (Rhône),

fallait également assurer la remise en état de près de 3.000 machines ayant subi des avaries sérieuses dont plus de 1.100 avaient besoin d'une grande réparation, c'est-à-dire de recevoir une chaudière ou un foyer neufs.

Les compagnies de chemins de fer ont entrepris la remise à neuf de 550 machines dans leurs propres ateliers dont la carte (page 66) indique les emplacements, tandis que l'autre moitié de l'effectif à réparer était

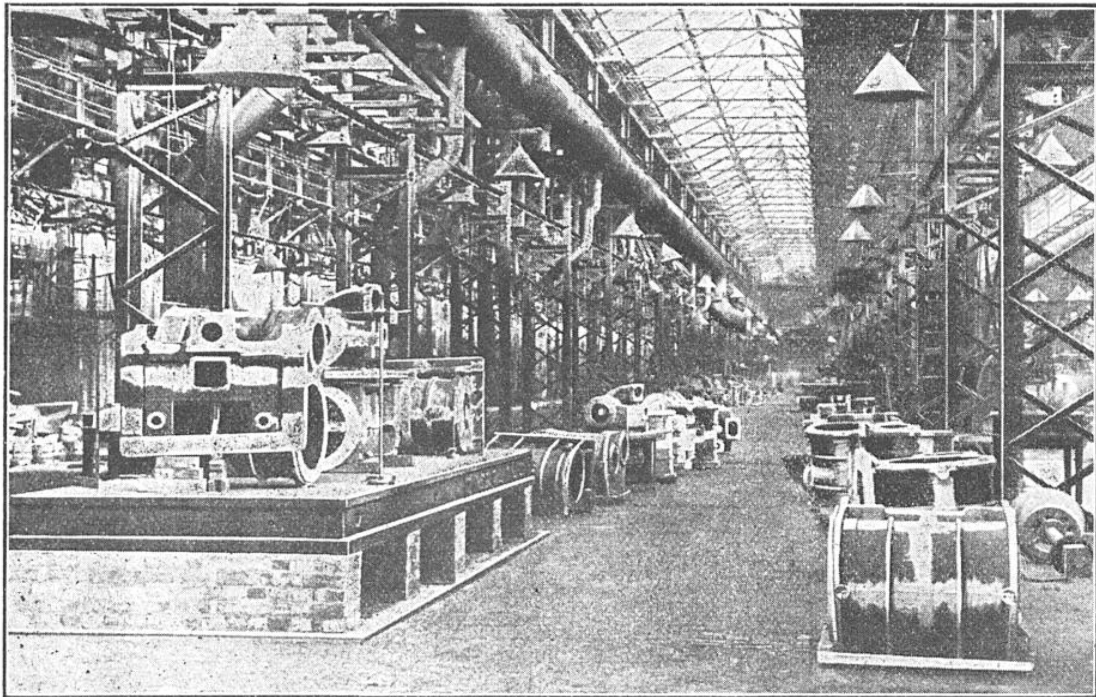


MACHINE HYDRAULIQUE POUR LE RIVETAGE DES ÉLÉMENTS DE CHAUDIÈRES

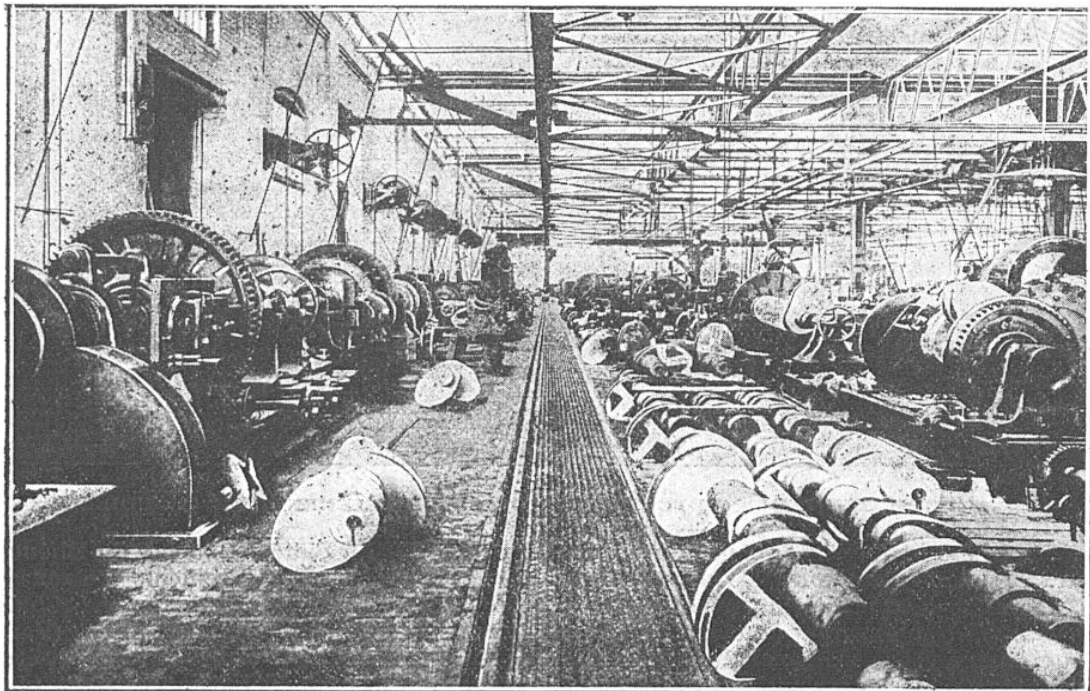
confiée à l'industrie privée qui peut, actuellement, se charger d'environ 1.000 machines par an. Outre les dix usines importantes citées plus haut, les compagnies de chemins de fer ont obtenu à cet égard la collaboration de la Société anonyme de travaux Dyle et Bacalan, à Bordeaux, de la Société anonyme des Chantiers et Ateliers de la Gironde, à Bordeaux, de la Société des Chantiers et Ateliers de

Provence, à La Ciotat (Bouches-du-Rhône), de la Société des Établissements Delaunay-Belleville, à Saint-Denis, et des Forges et Chantiers de la Méditerranée, à La Seyne (Var).

Aucune machine à vapeur, sauf peut-être la turbine de grande puissance, n'est plus difficile à construire que la locomotive, à cause des conditions de travail extrêmement sévères auxquelles elle est astreinte.



ATELIER SPÉCIAL OU S'EFFECTUE L'USINAGE DES CYLINDRES DE LOCOMOTIVES
Au sortir de la fonderie, les cylindres sont alésés et dressés par de nombreuses machines-outils.

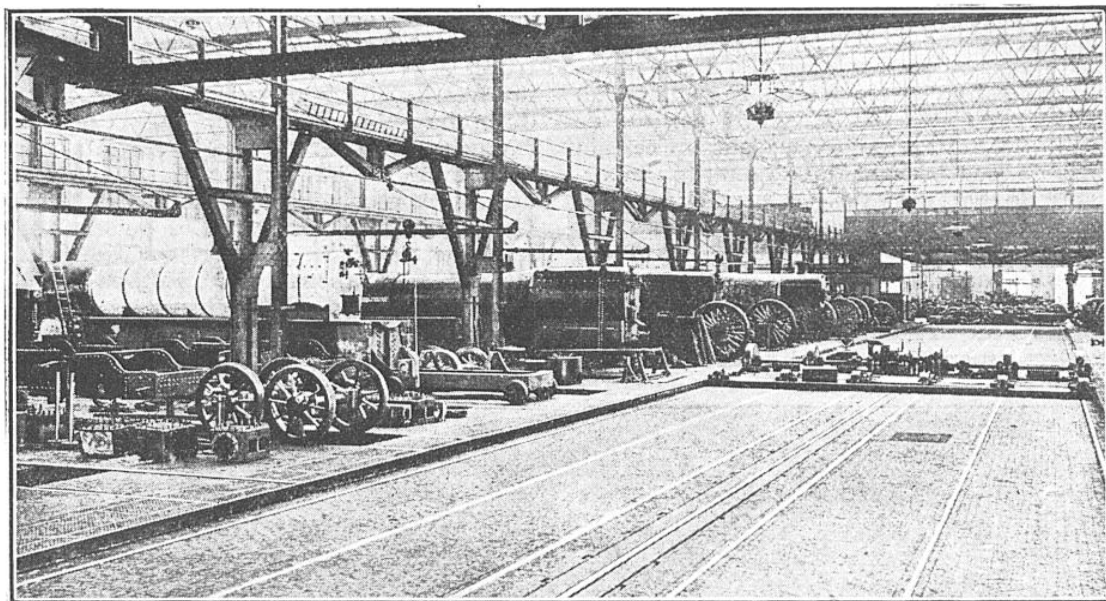


CE HALL EST DESTINÉ A L'USINAGE DES ESSIEUX COUDÉS DE LOCOMOTIVES
Les corps et les manivelles des essieux doivent être tournés et dressés avec la plus grande précision.

Munie d'un foyer de grandes dimensions, dans lequel un poids considérable de houille est constamment en état de combustion intense, la locomotive a pour organe essentiel une chaudière contenant plusieurs mètres cubes d'eau à haute température et de vapeur. Le mécanisme moteur, composé de cylindres dans lesquels des pistons se déplacent avec des vitesses élevées, agit sur des roues qui jouent un double rôle : soutenir la chaudière avec son foyer et ses accessoires et assurer la progression de l'ensemble à

La construction des locomotives, qui constitue une branche très spéciale de la construction mécanique, exige, par conséquent, un matériel de machines-outils rigoureusement approprié à sa destination et un personnel particulièrement expert.

Pendant la première période de l'exploitation des chemins de fer en Europe, c'est-à-dire jusque la fin du dernier siècle, les ateliers de construction de locomotives constituaient souvent, nous l'avons déjà dit, des départements importants dans des usines fournis-



HALL DE MONTAGE DANS UNE USINE DE CONSTRUCTION DE LOCOMOTIVES

Le hall comprend deux larges trottoirs comportant un grand nombre de files de rails formant des voies parallèles. Chaque voie a une longueur supérieure à celle des plus longues locomotives en service sur les chemins de fer. Entre les deux rails est creusée une fosse à laquelle accèdent, par des escaliers, les ouvriers que leur besogne appelle à travailler sous les machines. Entre les deux trottoirs formant l'atelier se trouve une rue garnie de plusieurs files longitudinales de rails sur lesquels circulent un chariot électrique qui transporte les pièces lourdes et les locomotives montées à leur entrée ou à leur sortie de l'atelier.

des allures très variables dépassant assez fréquemment trente mètres par seconde.

Les organes d'une locomotive sont donc constamment exposés à toutes les causes qui peuvent provoquer leur destruction rapide : variations de température très étendues, trépidations intenses, chocs brusques.

Le constructeur doit spécialement s'attacher à réaliser toutes les conditions de solidité que peuvent lui permettre d'atteindre le choix judicieux des matériaux et une détermination minutieuse des méthodes de travail les plus propres à assurer aux métaux mis en œuvre le maximum de résistance en service dont ils sont susceptibles.

sant des machines à vapeur de toutes sortes, terrestres ou marines, de même que des ponts, du matériel de mines, des métiers pour la filature et le tissage, des appareils électriques, etc. L'irrégularité des commandes justifiait cette manière de procéder, car, à certains moments, les ordres étaient tellement rares que les ateliers seraient restés complètement inoccupés s'ils avaient été rigoureusement spécialisés.

En Angleterre, il existe depuis longtemps une dizaine de maisons construisant des locomotives parmi lesquelles les plus connues sont les usines : Stephenson Robert & Co, à Darlington ; Bayer Peacock & Co, à Man-

chester ; Hawthorn R. & W. Leslie & Co, à Newcastle on Tyne ; Yorkshire Engine Co Ltd, à Sheffield, et surtout la North British Locomotive Co, de Glasgow. Après la conclusion de la paix, deux importantes firmes métallurgiques anglaises : MM. William Beardmore & Co Ltd, de Parkhead, près Glasgow, et Sir W. G. Armstrong Whitworth & Co Ltd, de Scotstoun, près Newcastle, ont organisé de toutes pièces des ateliers de locomotives neufs, munis d'un outillage entièrement moderne et susceptibles de fortes productions. Les locomotives anglaises sont, en général, bien construites et fournissent, comme les nôtres, de très longs parcours sans réfections sérieuses. Les compagnies de chemins de fer du Royaume-Uni, possèdent toutes de puissants ateliers de réparations de locomotives dont un certain nombre construisent une quantité importante de matériel neuf. On peut citer, à cet égard, comme des modèles du genre, les grands ateliers du Great Western Railway, à Swindon, ainsi que ceux du Lancashire & Yorkshire Ry, installés à Horwich.

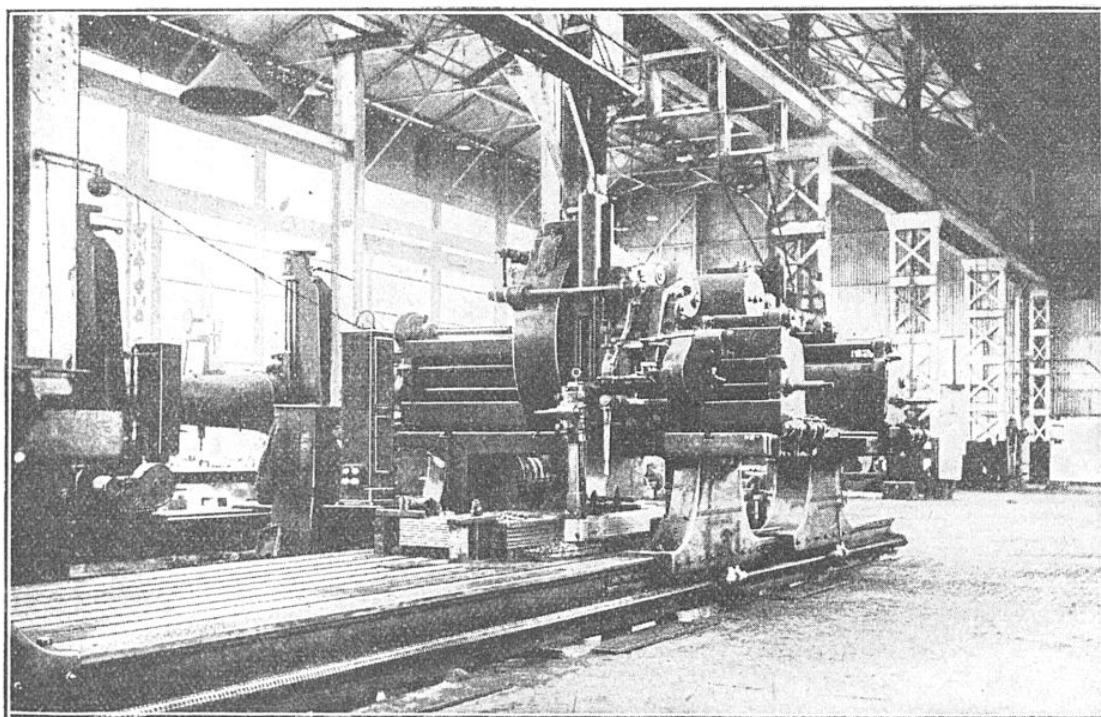
La Fabrique suisse de locomotives, à Winterthur, est avantageusement connue des spé-

cialistes qui ont également souvent recours à de très importantes maisons italiennes, telles qu'Ernesto Breda, Ansaldo, etc.

Les chemins de fer de l'empire allemand, et ceux de l'Autriche-Hongrie, avaient uniquement pour fournisseurs leurs constructeurs nationaux qui travaillaient également beaucoup pour l'exportation dans les conditions toutes spéciales indiquées plus haut.

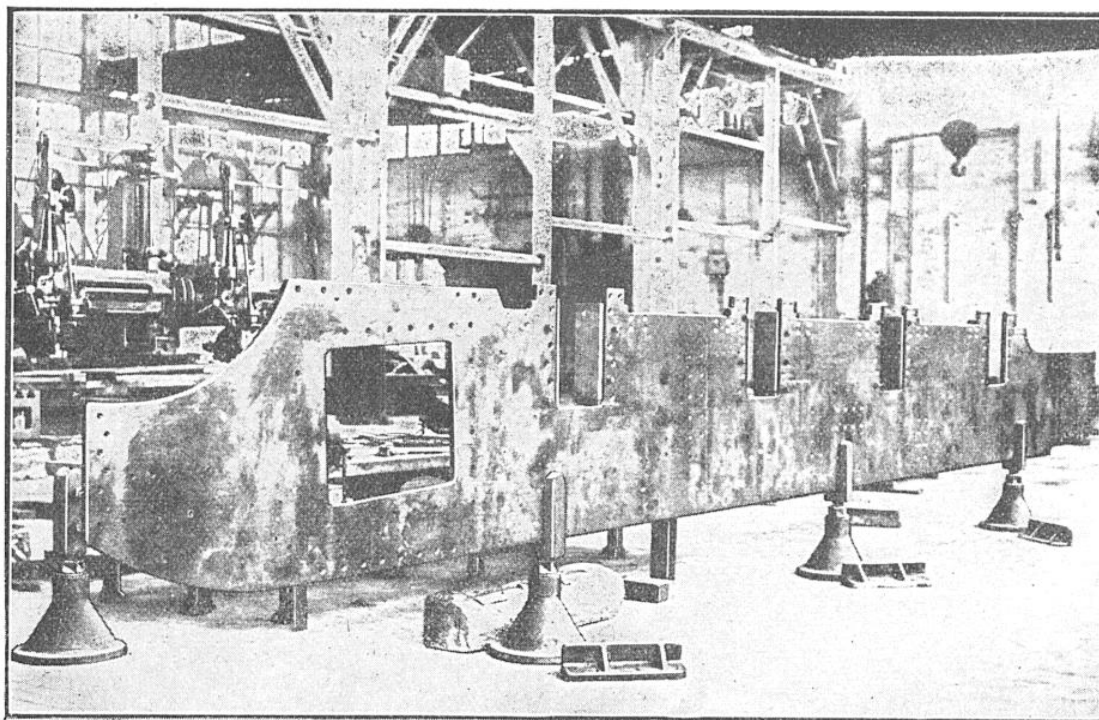
En Russie, quelques firmes anciennes et nouvelles fournissaient une partie des locomotives nécessaires aux chemins de fer de l'Etat, concurremment avec les usines des empires centraux ou des Etats-Unis.

Dans ce dernier pays, la centralisation a réduit le nombre des constructeurs de locomotives. La guerre a fait connaître en France, du grand public, le nom de la célèbre firme Baldwin, de Philadelphie. L'American Locomotive Co a réuni en un trust quelques usines éparées sur le territoire des Etats-Unis, qui ont été supprimées ou modernisées. Le troisième constructeur américain est la Lima Corporation Co, à Lima (Ohio). Ces trois firmes ont pour clients les chemins de fer nationaux et un grand nombre de pays étrangers. On n'ignore pas que, depuis



MACHINE-OUTIL POUR LE DÉCOUPAGE DES LONGERONS DES LOCOMOTIVES

Au moyen de cette puissante mortaiseuse, qui fonctionne à l'électricité, on découpe à la fois huit ou dix longerons de locomotives dans des tôles d'acier épaisses de 25 à 30 millimètres.



VÉRIFICATION ET DRESSAGE D'UN LONGERON POUR UNE PUISSANTE LOCOMOTIVE

Une fois découpés, les longerons de locomotives sont dressés, puis présentés verticalement sur des supports en vue du montage du châssis de la machine.

1914, une grande quantité de machines américaines ont été importées en Europe.

On peut dire que le matériel d'origine française ou anglaise est le seul qui offre les qualités requises pour fournir un long service. L'expérience de tous les pays exclusivement importateurs de matériel de chemins de fer, prouve que les locomotives allemandes, russes, américaines, sont notablement inférieures, aussi bien au point de vue de l'étude qu'en ce qui concerne le fini de l'exécution et la qualité des matériaux.

Un atelier de locomotives comporte essentiellement un ou plusieurs halls de montage desservis par de puissants ponts roulants circulant sur des rails aériens ou posés au niveau du sol. (Voir pages 64 et 76.)

Le « montage » est alimenté par une série d'autres ateliers dont il est, en quelque sorte, le client et parmi lesquels les plus importants sont : la chaudronnerie, chargée principalement de la fabrication des chaudières et des foyers, la forge d'où sortent les essieux coudés (moteurs) ou droits, ainsi que certains organes importants du mécanisme tels que bielles, arbres de relevage des coulisses de distribution, etc. La fonderie de fonte

de fer fournit surtout les cylindres à vapeur qui sont usinés dans un atelier pourvu de fraiseuses, de raboteuses et d'alésoirs spéciaux. Les longerons latéraux de chaque machine, formés de plaques d'acier ayant de 25 à 30 millimètres d'épaisseur, sont découpés au moyen d'immenses machines outils qui façonnent en même temps une douzaine de pièces superposées (fig. page 72), après quoi ils sont vérifiés et dressés avant d'être livrés au montage. L'atelier des roues s'occupe de tourner les centres ou corps de roues ainsi que les bandages achetés bruts aux aciéries, de constituer des trains de roues au moyen de puissantes presses hydrauliques qui emmanchent à chaud les corps de roues sur les portées des essieux.

Parmi les autres ateliers annexes qui entourent le « montage », on peut encore citer la fonderie de bronze qui produit la grosse et la petite robinetterie, l'atelier de modelage où des spécialistes préparent, d'après les dessins et épures d'atelier, les modèles en bois nécessaires à la fusion des organes exécutés en fonte de fer ou en bronze.

La chaudronnerie est la pierre angulaire d'un atelier de locomotives et c'est à ce



ATELIER D'USINAGE DES ROUES DANS UNE FABRIQUE DE LOCOMOTIVES

La presse hydraulique que l'on voit au premier plan, à droite, sert à fixer les roues sur les essieux droits de locomotives, avec une très forte pression.

point de vue surtout que les constructeurs français et anglais surpassent ceux du monde entier. Il est, en effet, fort difficile d'obtenir l'étanchéité absolue, à toutes les températures, du corps tubulaire d'acier rempli de plus de deux cents tubes à fumée et du foyer en cuivre ou en acier, dont les plaques sont retenues par un grand nombre de fermes et d'entretoises de mêmes métaux.

La diversité des modèles adoptés par chaque réseau pour les mêmes organes des locomotives constituait, jusqu'en 1914, une cause constante de ralentissement et de cherté pour l'exécution des commandes.

A la suite d'études poursuivies par les Compagnies françaises sur la demande du ministère des Travaux publics, on a réalisé, en ce qui concerne le matériel roulant, une unification portant aussi bien sur les unités complètes (locomotives) que sur les organes élémentaires tels que : suspensions, ressorts, roues, bandages, essieux, attelages, appareils de choc et de traction, boîtes, freins. En ce qui concerne les unités complètes, on a adopté un nombre minimum de types se différenciant uniquement par leur adaptation à certains genres de trafic et qui sont

les mêmes pour l'ensemble des réseaux français. Un bureau d'études commun a été constitué par les compagnies françaises afin de réaliser, d'une manière certaine et économique, l'unité des types, ce qui facilite l'exploitation des voies ferrées tout en rendant moins onéreux et plus commode l'entretien du matériel à voyageurs et des wagons.

Nous terminerons cette étude en donnant un bref aperçu de la situation des chemins de fer français au point de vue du matériel roulant (voitures, fourgons et wagons).

En 1914, les compagnies françaises disposaient d'un parc de matériel roulant comportant 49.300 voitures et fourgons et 376.000 wagons avec, respectivement, 4.470 voitures et fourgons et 14.800 wagons immobilisés pour réparations. En 1919, nous n'avions plus que 43.950 voitures et fourgons et 368.700 wagons avec, respectivement, 7.800 voitures et fourgons et 38.500 wagons immobilisés pour réparations. Il y avait donc un gros effort à faire pour remettre notre parc de matériel roulant en bon état de service, car il fallait construire un nombre suffisant de wagons, afin de remplir les vides et de répondre aux exigences

du trafic civil intense de l'après-guerre.

Si on laisse de côté tous les petits ateliers sans importance, on peut dire que vingt et une sociétés se sont mises à la disposition des compagnies françaises pour réparer de 2.500 à 3.300 wagons par mois, soit de 30.000 à 39.600 wagons par an. La situation ne serait donc pas mauvaise, en ce qui concerne les wagons, en admettant que les ateliers disposent, en temps voulu, de la main-d'œuvre et des matières premières nécessaires pour leur permettre de remplir leurs engagements envers les Compagnies.

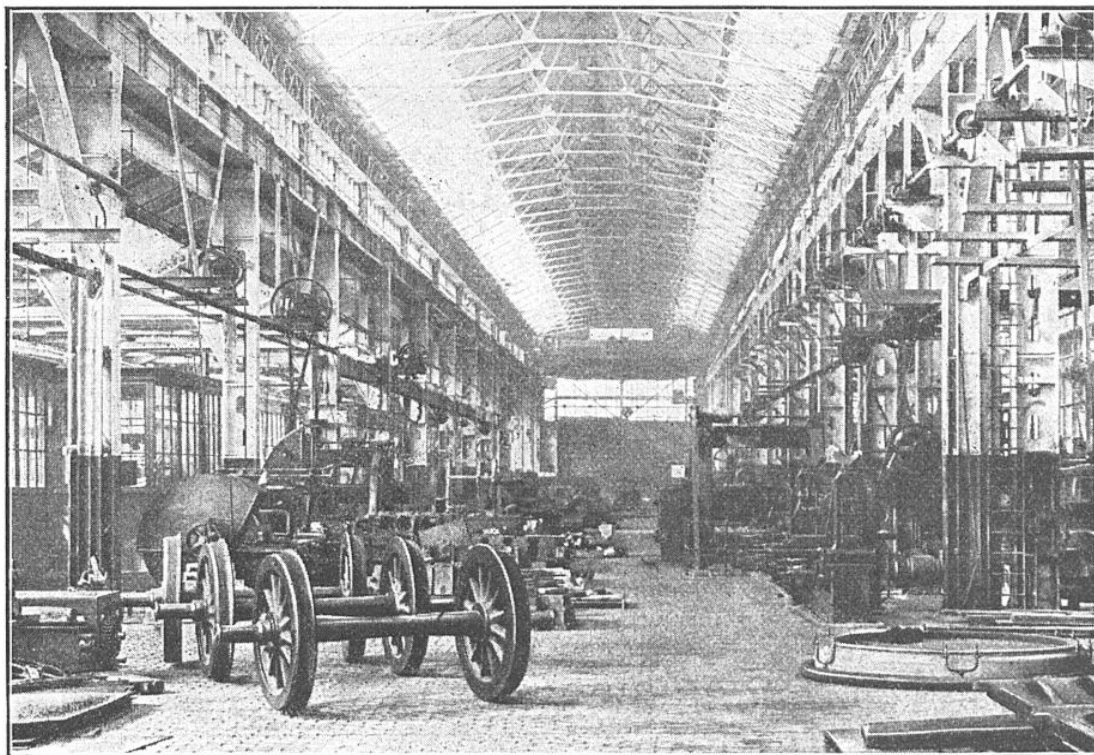
Au contraire, les dix-huit sociétés qui sont susceptibles de réparer des voitures ne peuvent en sortir qu'environ 250 à 450 par mois, soit de 3.000 à 5.400 par an. Il faudrait donc à peu près deux ans pour liquider cet arriéré en supposant que tout aille pour le mieux et qu'on ne manque ni d'ouvriers spéciaux ni des matières premières utiles.

Il faut, en effet, remarquer que pour réparer un wagon, il suffit de disposer d'un nombre relativement restreint de pièces de rechange en fer, acier et bois que mettent en œuvre des ouvriers relativement peu spé-

cialisés et appartenant, en tout cas, à un très petit nombre de corporations. Au contraire, la remise en état des voitures ne peut se faire que si l'on est à même de se procurer les étoffes, les appareils d'éclairage et de chauffage, les freins à air et de nombreux accessoires de détail, dont la mise en place exige des ouvriers très spécialisés et surtout connaissant parfaitement leur métier.

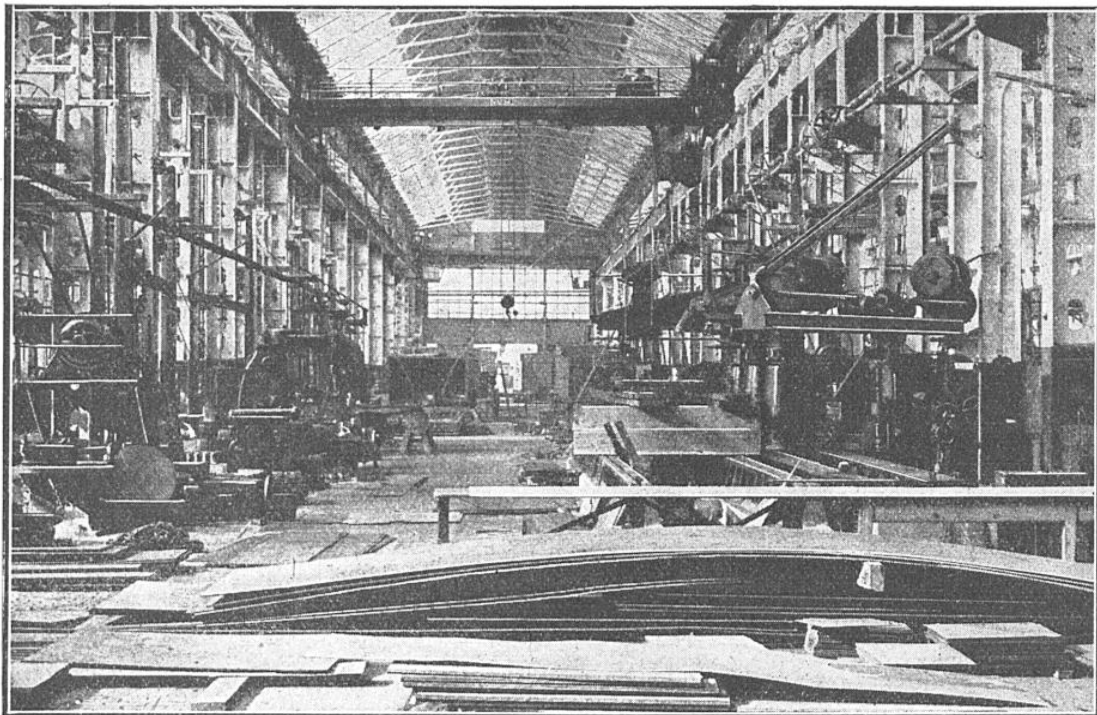
Enfin, la question de dépenses est beaucoup plus importante quand il s'agit de voitures que de wagons, car les matières premières coûtent beaucoup plus cher dans le premier cas que dans le second.

Comme le montre la carte, (page 66), les Compagnies de chemins de fer français ont à leur disposition une vingtaine d'ateliers de réparations de matériel roulant répartis sur tout l'ensemble du territoire mais depuis les dernières grèves quelques-uns de ces ateliers ont été fermés et ne fonctionnent plus. En général, les usines privées s'occupant de la fabrication du matériel roulant neuf, sont situées au nord de la Loire et principalement dans les départements de la Seine et du Nord. Le groupe de la Seine

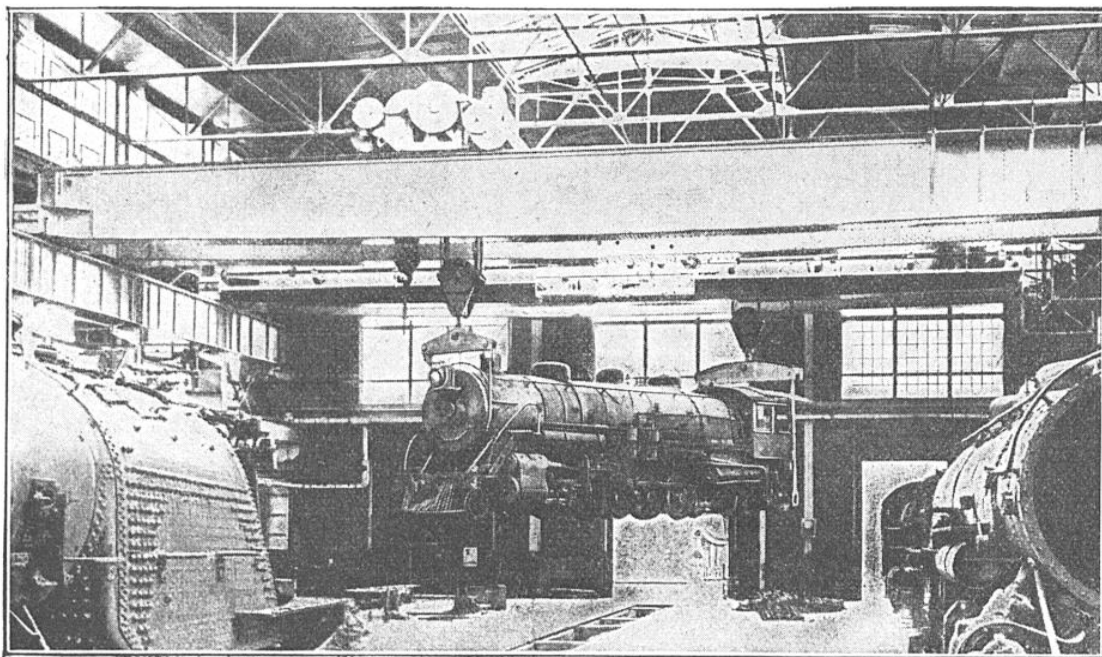


HALL DES MACHINES-OUTILS SERVANT A L'EXÉCUTION DE TRAVAUX DIVERS

Pendant la guerre, ces immenses ateliers étaient remplis d'un outillage ayant pour unique but la fabrication des pièces de canon et des munitions d'artillerie.



ATELIER DE TÔLERIE OU SE CONSTRUISENT ÉGALEMENT LES TENDERS

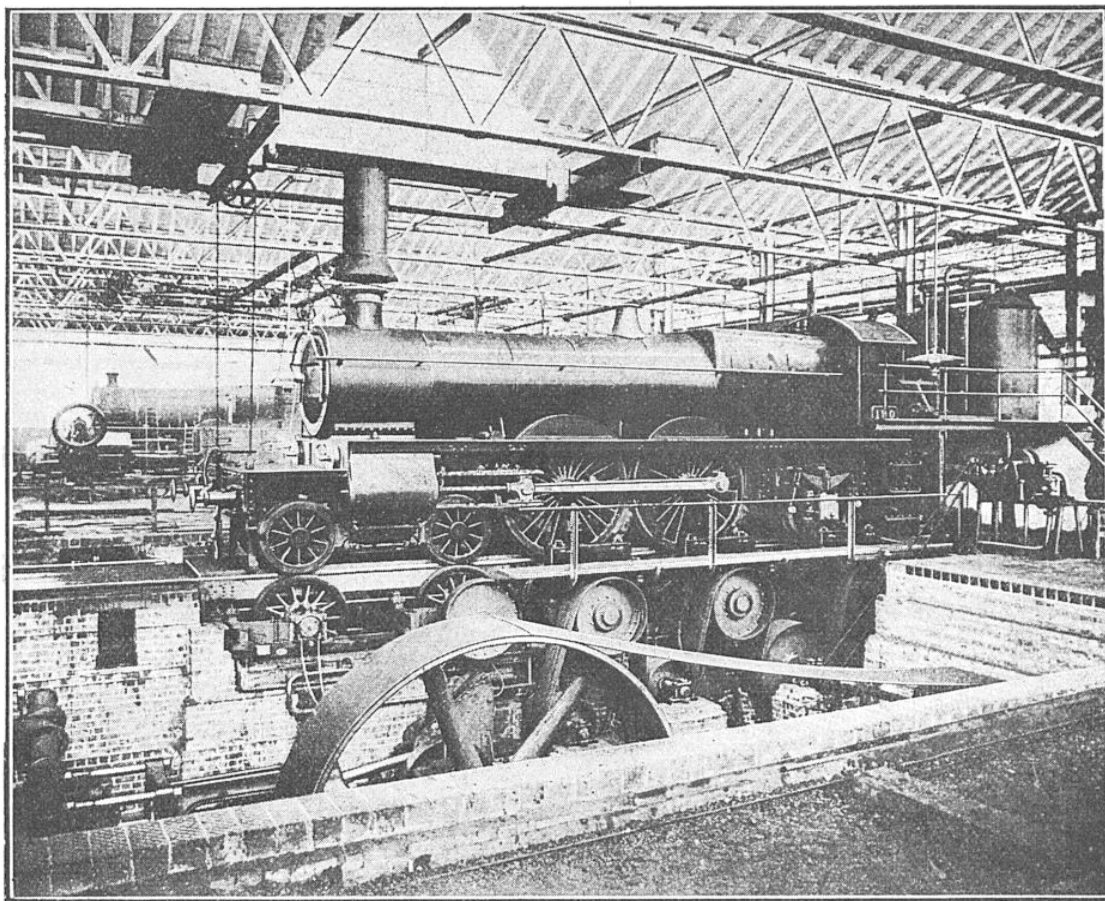


PONT TRANSBORDEUR DE 125 TONNES DANS UN « MONTAGE » DE LOCOMOTIVES

Ce dispositif permet d'économiser de la place dans les ateliers de montage. En effet, pendant le transport, la machine se présente en biais et non pas complètement en travers, ce qui évite l'encombrement et facilite dans une large mesure la bonne utilisation du sol de l'atelier.

comprend notamment les Etablissements Desouches, David et C^{ie}, de Pantin ; la Compagnie générale de Construction de Saint-Denis ; la Compagnie française de matériel de chemins de fer, à Ivry ; la Société de Construction et Entretien de matériel roulant, à Grenelle. Parmi les ateliers impor-

matériel roulant. Aussi fait-elle des efforts désespérés pour enlever aux Anglais et aux Américains les commandes russes qui représentent plusieurs milliers de locomotives. En effet, le matériel des chemins de fer russes est actuellement dans un état lamentable et l'Allemagne voudrait s'assurer ce



DISPOSITIF POUR L'ESSAI « A FROID » DES LOCOMOTIVES NEUVES OU RÉPARÉES

Comme on le voit, un jeu de galets tournants, installés dans une fosse, sert à entraîner, par frottement, les roues de la locomotive en essais. On peut ainsi mesurer la production de la chaudière et vérifier la précision du montage du mécanisme moteur et des tiroirs de distribution de la vapeur dans les cylindres.

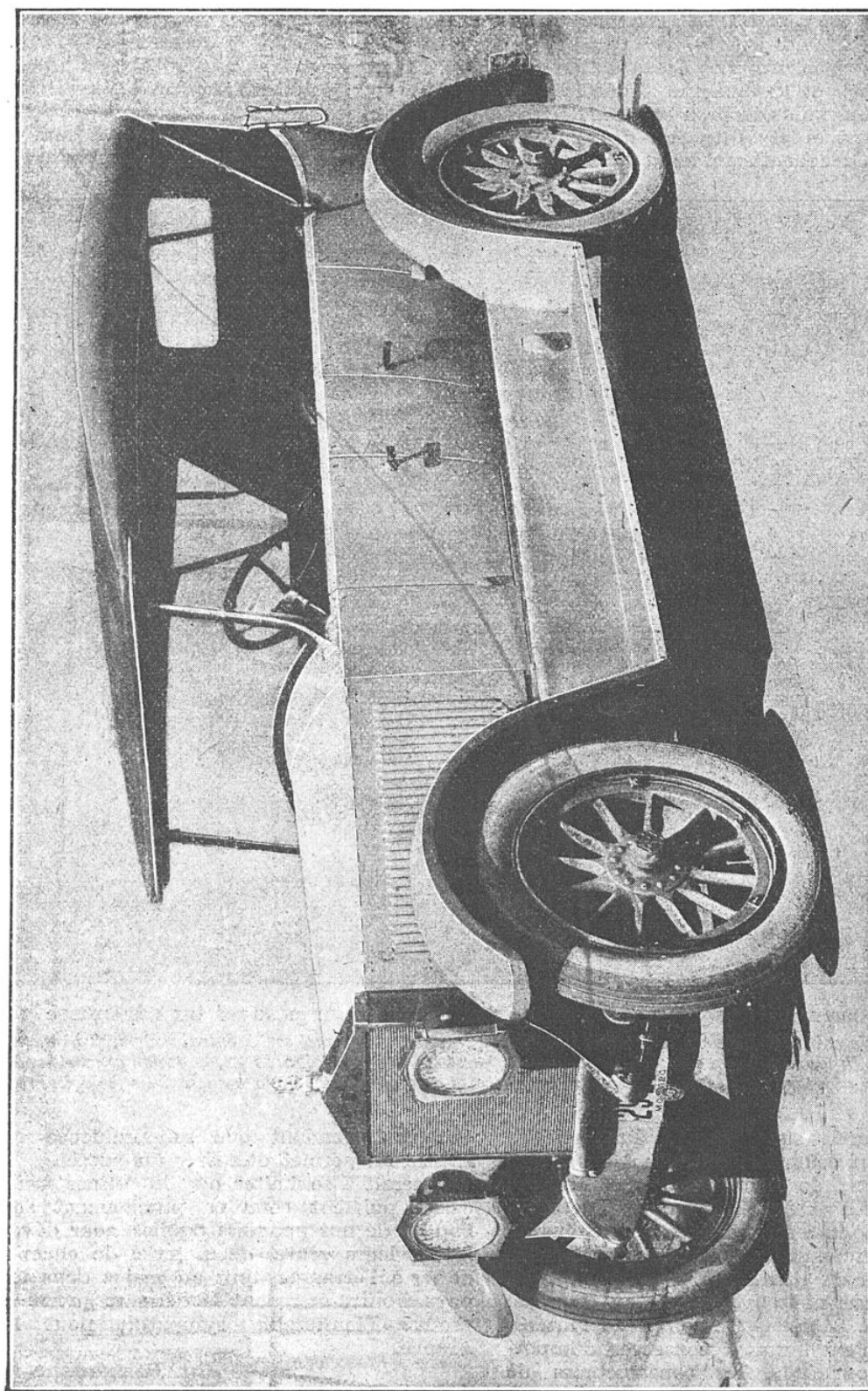
tants répartis sur le reste du territoire français, on peut citer ceux du Mans (Carel et Fouché) ; de Lyon (Horme et Buire) ; de Lunéville et de Niederbronn (Dietrich).

La fourniture du matériel de chemins de fer est, comme on le voit, une des branches principales de l'industrie mécanique, dans les pays que nous avons cités au cours de cet article. L'Allemagne comprend l'intérêt majeur qu'elle aurait à conserver d'importants débouchés à ses constructeurs de

débouché pendant que son influence en Russie lui permet d'espérer un succès.

Il serait à souhaiter que les usines françaises puissent compter pareillement sur l'appui de nos pouvoirs publics pour développer leurs ventes de matériel de chemin de fer à l'étranger, tout au moins dans les pays d'outre-mer dont la dernière guerre a prouvé l'inaltérable sympathie pour la France.

CH. RAYNOUARD.



VUE D'ENSEMBLE DE LA NOUVELLE VOITURE AUTOMOBILE A VAPEUR IMAGINÉE ET CONSTRUITE PAR MM. SCOTT ET NEWCOMB

Cette voiture, qui ne se distingue pas, à première vue, de l'automobile à essence, a, dans un essai, et en transportant sept passagers, parcouru 2.132 kilomètres avec 94 l. 63 d'eau ; sa consommation de pétrole n'a pas dépassé un litre environ aux 5 kilomètres, à des vitesses comprises entre 40 et 50 kilomètres à l'heure.

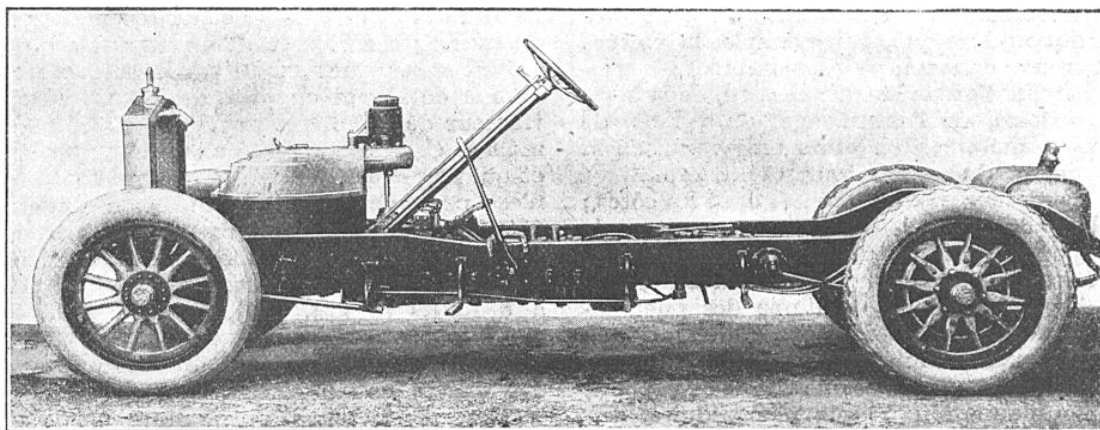
VERRONS-NOUS A NOUVEAU LA VAPEUR PROPULSER NOS AUTOMOBILES ?

Par René BROCARD

Si extraordinaire qu'elle puisse paraître, surtout à ceux qui n'ont jamais vu sur une automobile qu'un moteur à combustion interne, la question que nous posons vaut assurément la peine d'être discutée.

Une étude superficielle des avantages et des inconvénients respectifs du moteur à combustion interne et du moteur à vapeur, considérés uniquement au point de vue de la traction automobile, met immédiatement en lumière une différence fondamentale : on peut, avec un moteur à vapeur, à la condition, bien entendu, qu'on ait de quoi l'alimenter, augmenter à tout moment l'effort tracteur aux dépens de la vitesse ou la vitesse aux dépens de l'effort tracteur. En d'autres termes, qu'on soit en côte ou en palier, le moteur à vapeur peut, à tout moment, fournir la puissance pour laquelle il a été construit. Au contraire, la puissance maximum du moteur à combustion interne ne sera développée par ce dernier que pour une vitesse bien déterminée et qui est toujours très élevée ; pour toute autre vitesse, la puissance développée décroîtra jusqu'à s'annuler complètement. Or, il est évident que la vitesse d'une automobile ne saurait toujours correspondre à la grande rapidité de rotation du moteur à essence. Le moteur à vapeur est

donc doué d'une grande souplesse alors que le moteur à combustion interne en est complètement démuné. Cette souplesse, qui fait normalement défaut au moteur à explosions, on la lui a, à vrai dire, plus ou moins procurée, mais ce n'est qu'en lui adjoignant des engrenages réducteurs pour, dans une certaine mesure, tenir compte des écarts de vitesse entre lui et la voiture, et en multipliant le nombre de ses cylindres. Il n'a donc acquis, et encore très imparfaitement, l'avantage que le moteur à vapeur possédait par lui-même, qu'au détriment de sa simplicité, de sa compacité, de son bon marché et de son haut rendement. D'autre part, le moteur à combustion interne ne possède aucune réserve de puissance ; ceci tient à ses qualités mêmes, qui sont de transformer directement en énergie mécanique l'énergie cinétique renfermée en potentiel dans le combustible qu'il consomme. Le moteur à combustion interne dépense instantanément tout ce qu'il produit ; il vit « au jour le jour ». Tout différent est, à ce point de vue, le moteur à vapeur. Il ne produit pas lui-même de l'énergie, il en transforme, et puisqu'il faut lui en fournir pour obtenir cette énergie transformée, il va de soi qu'on peut, en somme, l'« alimenter plus ou moins grassement » et que, si l'on a



ENSEMBLE DU CHASSIS DE LA NOUVELLE VOITURE AMÉRICAINE A VAPEUR¹

pour lui une réserve alimentaire, on pourra, quand besoin sera, lui faire fournir un effort plus grand, soit pour accélérer la vitesse, soit pour augmenter l'effort moteur. Comment, dans ces conditions, le moteur à vapeur n'apparaîtrait-il pas mieux adapté à la route que le moteur à combustion interne ?

Si important facteur que soit la différence fondamentale que nous venons de signaler dans le problème que nous étudions, il ne suffit point, cependant, à établir péremptoirement la supériorité du moteur à vapeur sur le moteur à explosions. Quantité d'autres éléments d'appréciation entrent, en effet, en ligne de compte qu'il faudrait, pour bien faire, examiner un à un, mais que nous nous bornerons à passer rapidement en revue.

Considérons, tout d'abord, les avantages inhérents au groupe moteur à vapeur pour la traction automobile sur route, par rapport à l'emploi, pour cette traction, du moteur à combustion interne. Ces avantages, tout au moins les principaux, sont les suivants :

Possibilité de brûler complètement un combustible liquide de qualité médiocre ;

Accélération rapide sans changements de vitesse ni manœuvre d'embrayage ;

Plus grande souplesse permettant de marcher à une vitesse aussi réduite que l'on veut, en côte comme en palier, et d'accélérer en vingt secondes, par la simple manœuvre d'un levier contrôlant le débit de vapeur ;

Commande énormément simplifiée ;

Marche silencieuse et moins de vibrations ;

Couple puissant aux faibles vitesses ;

Taux de surcharge très supérieur ;

Pièces mobiles en plus petit nombre, également plus simples et plus durables ;

Possibilité de renverser la marche instantanément à toute vitesse en avant ;

Aucun risque de voir le moteur s'arrêter brusquement à un moment qui peut être critique (alors que, par exemple, la voiture se trouve dans une voie encombrée) ;

Élimination de la transmission, de la boîte de vitesse, de l'embrayage, du volant, de l'arbre moteur, des joints universels, de la magnéto, du carburateur, etc..., etc...

Le moteur ne « cogne » pas dans les côtes ;

Pas de charbon à brûler ou gratter, de soupapes à roder, d'emballement du moteur, d'échappement fumeux et malodorant ;

Augmentation de la durée des pneumatiques en raison de l'aisance du démarrage ;

Obéissance immédiate de la machine aux variations d'ouverture du registre de vapeur ;

Consommation d'huile plus réduite.

Par contre, à l'emploi de la traction automobile à vapeur, tout au moins telle

qu'on l'a appliquée dans le passé, on pouvait présenter les objections suivantes :

Lenteur parfois extrême de la mise sous pression, et, par conséquent, non instantanéité du démarrage de la voiture ;

Danger d'incendie et d'explosion plus grand qu'avec le moteur à essence ;

Travail et connaissances exigés du conducteur pour mettre sa machine sous pression ; également, malpropreté de l'opération ;

Vie courte des chaudières ; précautions à observer dans l'emploi du tirage forcé ;

Bruit intolérable causé par la combustion et aussi par les pompes alimentaires ;

Réfection fréquente de nombreux joints ;

Difficulté d'obtenir des revêtements réfractaires assez résistants pour le foyer ;

Dérangements nombreux des brûleurs, occasionnés par leur encrassement ;

Instabilité du fonctionnement des dispositifs automatiques employés pour maintenir une pression et une température uniformes ;

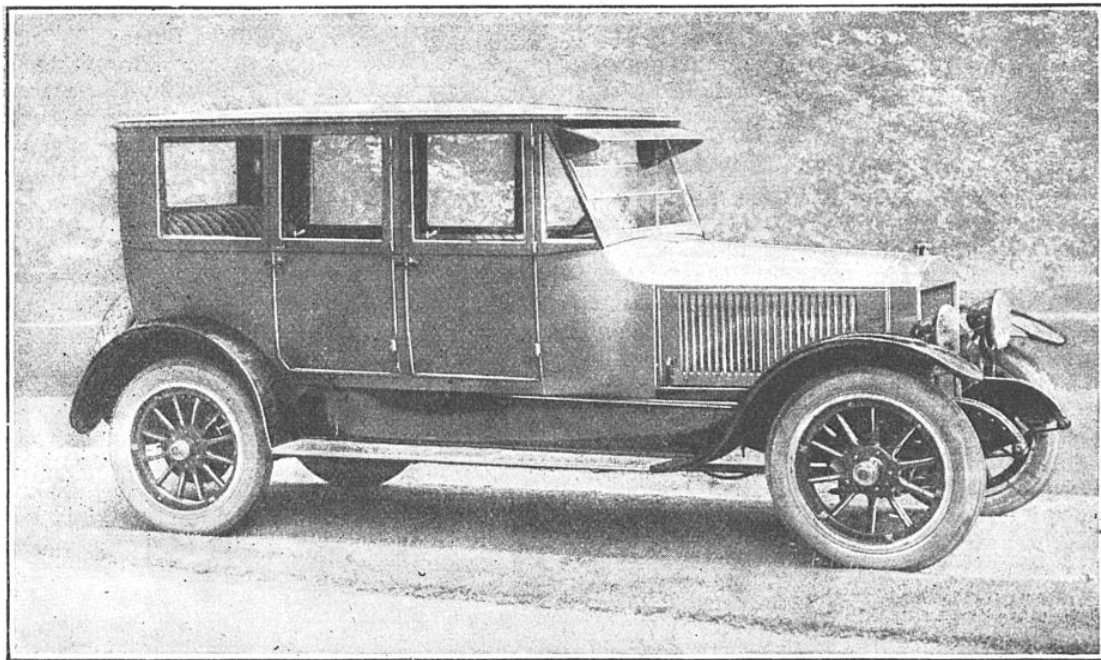
Emploi de deux agents producteurs d'énergie, tous deux à une haute pression ;

Consommation d'eau assez élevée ;

Encrassement des bougies d'allumage du pétrole et des tubes de la chaudière.

D'une longue controverse sur les avantages respectifs de l'automobile à essence et de l'automobile à vapeur, que notre confrère *The Scientific American* enregistra avec une complète impartialité en 1916 et 1917, nous ne croyons pas pouvoir mieux faire, pour nous éclairer davantage sur la question, que de détacher et reproduire ci-dessous quelques passages d'une lettre particulièrement édifiante, publiée le 25 novembre 1916.

« Considérons, écrivait l'auteur de cette lettre, une voiture à essence de bonne marque mais que je me dispenserai de nommer. Cette voiture est munie d'un moteur huit cylindres de 79 mm. 375 d'alésage et de 130 mm. 175 de course ; son rapport d'engrenages est de 4,5 à 1 et ses roues ont 91 cm. 4. Cette automobile développe en prise directe un effort tracteur de 425 livres anglaises (193 kilos), mais ce chiffre représente une limite absolue et qui ne peut être atteinte que si la vitesse n'est pas inférieure à 15 milles à l'heure (24 km. 140), toutes autres conditions étant favorables. A 2 milles (3 km. 218) à l'heure, l'effort de traction est pratiquement nul ; à 5 milles (8 km. 046), il est d'environ 300 livres (136 kilos). Ces valeurs de l'effort tracteur ne peuvent être obtenues que sur des trajets non interrompus et lorsque la vitesse est constante ; on ne saurait les réaliser durant une accélération rapide, car les conditions de la carburation et de l'inflam-



LIMOUSINE A VAPEUR, MODÈLE 1920, DE LA MARQUE AMÉRICAINE STANLEY

La voiture à vapeur n'a pas cessé d'être construite aux Etats-Unis, où elle compte de fervents adeptes; la plus connue est la Stanley, dont le premier modèle apparut sur le marché en 1896.

mation des gaz sont alors défavorables. Il est douteux que la voiture en question soit capable de développer un effort de traction de l'ordre de 350 livres (158 k. 750) lorsque, roulant à une vitesse comprise entre 2 et 30 milles à l'heure (approximativement 3 et 48 kilomètres), on veut accélérer rapidement.

« Une automobile à vapeur, pourvue d'un moteur deux cylindres, à double effet, de 101 mm. 6 d'alésage et 127 millimètres de course, un rapport d'engrenages de 1,5 à 1 et des roues de 85 centimètres, peut, sous une pression de 600 livres (42 k. 184) et en marche à pleine pression (admission de la vapeur pendant toute la totalité de la course), développer un effort de traction de 896 kilos, soit beaucoup plus qu'il n'en faut pour faire patiner les roues, la voiture étant au banc fixe ; il est vrai que, sous ce réglage, la vapeur est dépensée plus vite qu'elle ne peut être générée, à moins que la vitesse ne soit faible. Avec l'admission réglée au mi-temps, (demi-course), l'effort tracteur, à pleine ouverture du registre, est encore plus que suffisant pour faire patiner les roues. Prenons, pour base de comparaison, une marche réglée au sixième de la course, le registre étant grand ouvert. Avec 600 livres (42 k. 184) de pression de vapeur surchauffée à 200° Fahrenheit (93°3C) la pression moyenne effective est suffisante

pour produire un effort de traction de 900 livres (408 k. 230). Bien que ce réglage de l'admission ne donne pas un résultat exceptionnellement favorable à la voiture à vapeur, comparons ce chiffre à la valeur moyenne de l'effort tracteur de la voiture à essence, soit à 350 livres (158 k. 760) ou même à sa plus haute valeur qui est de 425 livres (192 k. 775) ; le rapport, comme nous le voyons, est, au minimum, de 2 à 1, en faveur de la voiture à vapeur. Plus la durée d'admission de la vapeur est grande, dans de certaines limites, bien entendu, plus cet avantage s'accroît. Si elle est égale à la durée de la demi-course, un effort tracteur de 1.300 livres (590 kilos) peut être obtenu et maintenu si la vitesse n'est pas trop grande. Sur cette base, à 8 kilomètres à l'heure, la comparaison oppose les 1.300 livres de la voiture à vapeur à 300 livres seulement pour la voiture à essence et le rapport est alors de 4,3 à 1 en faveur de la première. On voit donc que, dans une côte, l'automobile à vapeur peut distancer une voiture à essence aussi facilement que celle-ci réussit à s'éloigner d'une borne kilométrique... »

La voiture à vapeur dont parlait le correspondant du *Scientific American* était, évidemment, la Stanley (puisque'elle était, à l'époque, pratiquement seule sur le marché)

dont le premier modèle apparut en 1896.

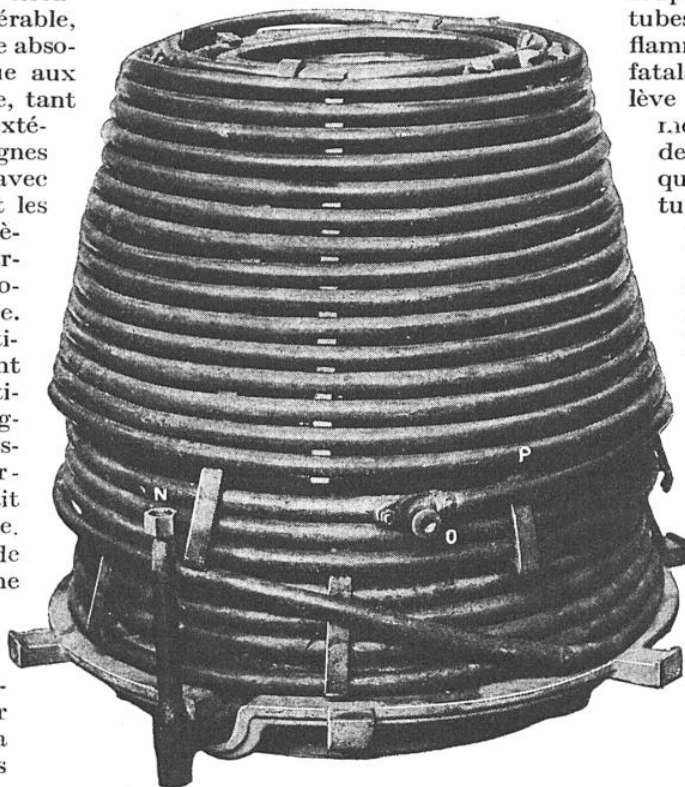
Cette voiture, à peu près inconnue en Europe, est un très intéressant véhicule dont la performance dépasse de loin celle de n'importe quelle automobile à essence. On ne peut lui reprocher que deux choses : son prix (bien qu'il soit parfois dépassé par celui de certaines marques à essence) qui ne la met pas à portée des bourses moyennes et le temps qu'il faut dépenser chaque matin pour la mettre sous pression (de 20 à 30 minutes). Elle n'en a pas moins de nombreux partisans et sa circulation est considérable, bien qu'elle passe absolument inaperçue aux yeux du profane, tant son apparence extérieure et ses lignes s'harmonisent avec les plus beaux et les plus récents modèles, en toutes carrosseries, d'automobiles à essence.

Le succès continu et grandissant de la Stanley a stimulé, depuis longtemps, aux États-Unis, les chercheurs, car il était la preuve palpable, non seulement de la justesse d'une théorie, mais aussi de l'existence d'un débouché pour l'automobile à vapeur perfectionnée. La plupart de ces chercheurs s'attaquèrent surtout au problème du démarrage rapide car, et bien que la voiture à vapeur moderne puisse, grâce à sa veilleuse (brûleur auxiliaire constamment allumé), démarrer très rapidement le matin, et, grâce à des revêtements calorifuges, instantanément lorsque les temps d'arrêt n'excèdent pas deux ou trois heures, la non-instantanéité du démarrage initial est encore la grosse objection soulevée par les partisans du moteur à combustion interne. Ce problème n'a qu'une solution, qui est l'emploi d'une chaudière ultra-rapide,

c'est-à-dire à vaporisation instantanée. Or, un semblable générateur est fort difficile à réaliser et à adapter aux conditions de la traction sur route. Pour obtenir instantanément un gros volume de vapeur, il faut, évidemment, disposer d'une grande surface de chauffe et réaliser une combustion accélérée, c'est à dire recourir au tirage forcé. La température, dans le foyer, atteint alors des valeurs dangereuses et auxquelles les matériaux employés ont bien du mal à résister, notamment les revêtements réfractaires. Les

coups de feu sur les tubes et les retours de flammes peuvent être fatals. La pression s'élève aussi dangereusement et la régulation de cette pression ainsi que de la température deviennent un problème délicat.

Il a été suffisamment parlé dans cette revue (n° 33, juillet 1917, p. 51) des efforts de l'ingénieur Abner Dobbie, efforts qui aboutirent à la production d'une voiture dont les essais firent sensation, mais qui, jusqu'à présent, n'a pas justifié les gros espoirs que l'on fondait sur elle. Pourtant, il nous souvient avoir vu, au Salon Automobile de New-York, 1917, cette voiture démarrer une minute et demie après l'allumage de ses feux, l'eau dans



CHAUDIÈRE DE L'AUTOMOBILE NEWCOMB AND SCOTT

Elle comporte quatre serpentins tronconiques en série, enroulés concentriquement sur un tambour et dans des sens contraires. L'eau entre dans la chaudière en O, c'est-à-dire à la base du serpentín extérieur P (le plus éloigné du foyer); la vapeur est déchargée, en N, à la base du serpentín intérieur.

la chaudière étant absolument froide avant la mise sous pression — et l'on se trouvait à ce moment en plein hiver. L'insuccès de la voiture Dobbie est dû principalement à la vie trop courte de la chaudière, pour les raisons exposées plus haut. Dans le cas de la Stanley, au contraire, la température et la pression de la vapeur n'atteignant pas des valeurs trop élevées, la chaudière ne fatigue pas d'une façon anor-

male ; elle compense aussi la lenteur relative de son fonctionnement par une accumulation de vapeur qui, jusqu'ici, a fait presque totalement défaut aux chaudières à vaporisation ultra-rapide ; or, cette accumulation de vapeur est extrêmement avantageuse ; c'est elle qui permet, sans avoir à recourir à un moteur exagérément puissant et, par conséquent, lourd, de faire monter à bonne allure les côtes les plus longues et les plus raides à la voiture à vapeur, de fournir un effort soutenu sur les routes mauvaises ou sous une forte surcharge, de propulser le véhicule sur une assez bonne distance après que les feux se sont éteints (par manque de combustible ou arrêt intempestif de la pompe alimentaire, par exemple), etc...

L'insuccès de M. Dobble n'a pas refroidi le zèle de ceux qui persistent à penser que

la solution rationnelle du problème de la traction automobile sur route réside dans l'emploi de la vapeur et que, si l'on avait dépensé à perfectionner l'automobile à vapeur la centième partie des efforts qui ont été faits pour améliorer l'adaptation du moteur à combustion interne à l'automobile, il y a beau temps qu'on disposerait du véhicule de tourisme et de transport idéal.

La dernière tentative de ce genre a été faite par MM. Lewis L. Scott, membre de la *Society of Automatic Engineers* (qu'on peut traduire par Société des Ingénieurs des industries automobiles) et E. C. Newcomb, ce dernier déjà bien connu pour ses recherches antérieures en matière de traction automobile. De la collaboration de ces deux éminents spécialistes est né un groupe moteur à vapeur qui, bien que conçu plus spécialement pour

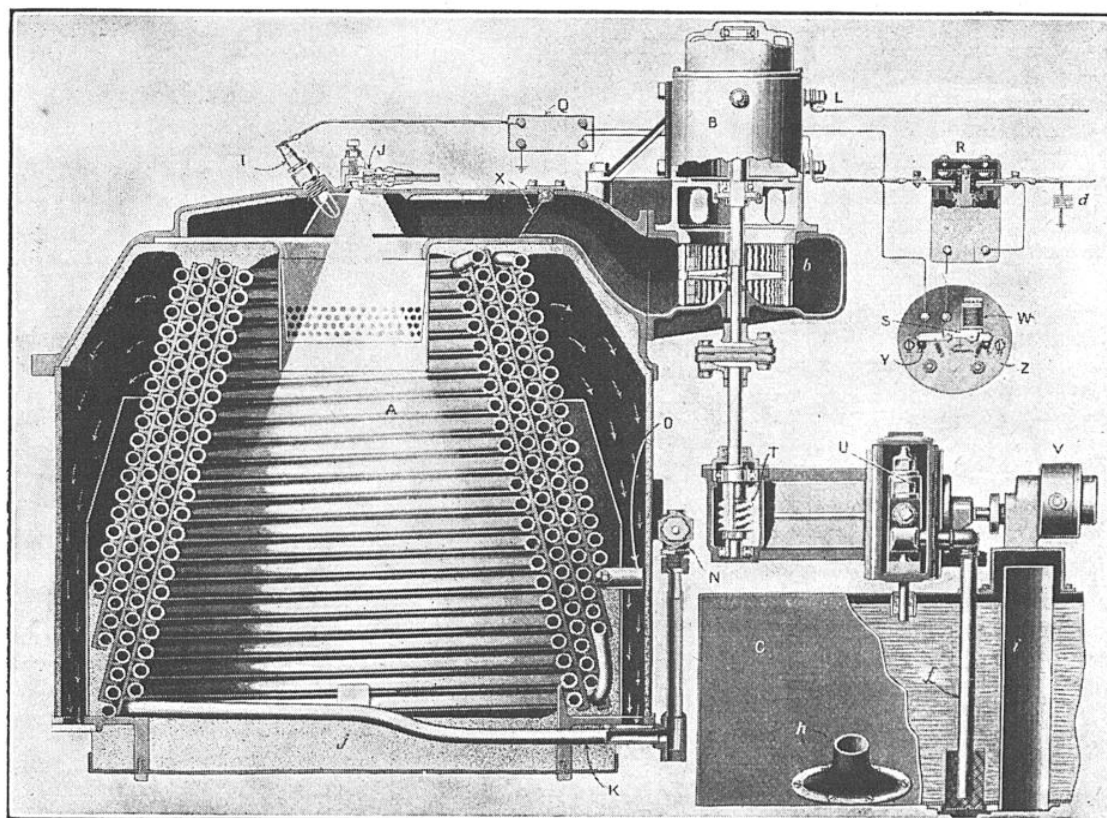


SCHÉMA DE L'APPAREIL ÉVAPORATOIRE ET DE SES DISPOSITIFS DE CONTRÔLE

A, chaudière ; B, moteur électrique d'entraînement de la pompe à eau U et de la pompe à pétrole V ; C, réservoir d'eau ; I, bougie d'allumage du pétrole pulvérisé ; J, pulvérisateur ; K, sortie de la vapeur ; L, borne reliant le moteur à la dynamo ; N, valve d'admission de la vapeur ; O, entrée de l'eau ; Q, transformateur ; R, interrupteur électro-magnétique ; S, interrupteur à main ; T, réducteur de vitesse pour les pompes ; W, interrupteur électro-magnétique ; X, clapet de la soufflerie ; Y, butée du manomètre de pression du pétrole ; Z, butée du manomètre de pression d'eau ; b, prise d'air du souffleur ; a, batterie ; f, tuyau d'aspiration de la pompe ; h, retour du condenseur ; r, trop-plein du réservoir d'eau ; j, garniture calorifuge.

la propulsion des automobiles, peut tout aussi bien être appliqué à celle des camions lourds et des tracteurs. Ce système, qu'il nous paraît intéressant d'étudier et de décrire ici en détail, comporte un appareil évaporatoire du type écuicourant (courant d'eau uniforme et continu) et à faisceau aquitubulaire ; il consiste en quatre serpentins tronconiques ou éléments reliés en série de manière à former un tube continu à travers lequel toute l'eau se rendant à la chaudière et toute la vapeur débitée par cette dernière doivent passer. Les serpentins de cette chaudière sont enroulés sur un tambour tronconique, concentriquement, mais dans des sens contrariés, c'est-à-dire l'un dans le sens des aiguilles d'une montre, le suivant dans le sens inverse, et ainsi de suite. Leurs extrémités sont soudées les unes aux autres ; le tambour est formé de troncs de cônes concentriques qui séparent les différents serpentins ; des nervures soutiennent et séparent les spires du tube. Ce dernier est en nickel, métal d'une haute conductibilité calorifique ; il mesure 12 mm. 7 de diamètre intérieur et 19 mm. 05 de diamètre extérieur. Ce tube peut supporter une pression d'environ 2.460 kilogrammes par cm^2 et résister aux fortes gelées ; vu l'épaisseur de ses parois il constitue un important réservoir de calories.

L'eau entre dans la chaudière à la base du serpentин extérieur, c'est-à-dire du serpentин le plus éloigné du foyer et la vapeur est déchargée à la base du serpentин intérieur, celui qui est le plus près du foyer. Cette disposition oblige l'eau à circuler graduellement et uniformément de l'élément extérieur vers l'élément intérieur, par conséquent dans une direction opposée à celle des gaz chauds issus de la combustion. Le liquide est ainsi progressivement et uniformément chauffé.

L'élément intérieur entoure la chambre de combustion et les gaz chauds, en passant entre les serpentins, sont amenés en contact avec des surfaces absorbantes de plus en plus froides. De cette manière, tout le calorique dégagé est presque entièrement absorbé. La température du conduit d'échappement se maintient entre 120 et 176 degrés centigrades. Il n'est pas nécessaire d'isoler l'enveloppe extérieure qui recouvre les serpentins de la chaudière. Cette enveloppe ou carter peut être enlevée en quelques minutes ; les serpentins sont donc d'un accès facile.

La circulation de l'eau dans le générateur est réalisée par une pompe. La vitesse de la vapeur dans le tuyautage de la chaudière est d'environ 137 mètres par seconde. En raison de cette grande vitesse et de l'emploi de

graphite en flocons mélangé à du pétrole, introduit dans l'eau de la chaudière pour le graissage des cylindres de la machine, les incrustations et dépôts sédimentaires dans les tubes sont complètement éliminés.

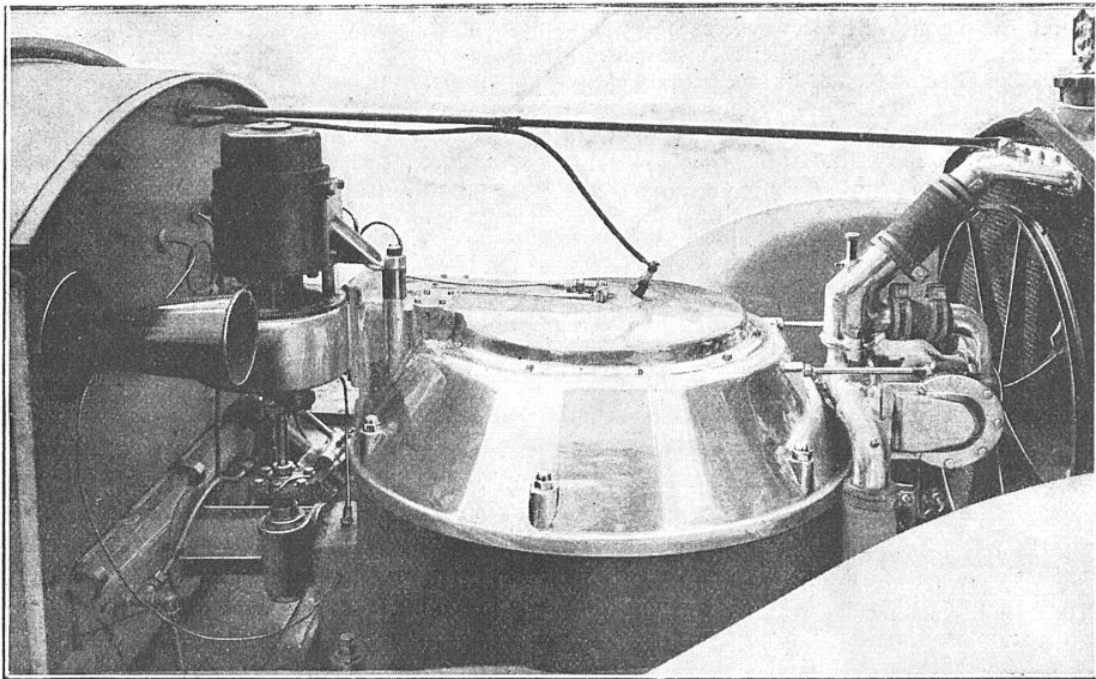
La chaudière a environ 6 m^2 68 de surface de chauffe et peut produire 226 kilogrammes de vapeur par heure. Le combustible employé est le pétrole ; il est contenu dans un réservoir placé à l'arrière de la voiture.

Lorsque les feux sont allumés, la pompe à pétrole, actionnée par un petit moteur électrique qui commande également la pompe à eau et le souffleur, refoule le combustible liquide dans un pulvérisateur mécanique, monté au-dessus de la chaudière, d'où le pétrole est déchargé dans la chambre de combustion à environ 2 k. 500 de pression, sous la forme d'une véritable poussière liquide. Il est bon de remarquer que l'air fourni par le souffleur ne joue aucun rôle dans la pulvérisation du combustible. Ce dernier est divisé par la pression qui le force à traverser un jet d'une forme spéciale. Ce jet est disposé de manière à empêcher le pétrole de le traverser tant que la pression de pulvérisation adéquate n'est pas atteinte.

L'inflammation de la poussière de pétrole est effectuée par une bougie électrique d'allumage. L'air nécessaire à la combustion est fourni par le souffleur.

Si une particule du combustible, de grandeur donnée, passe à une certaine vitesse à travers une étincelle électrique, il faut qu'elle absorbe suffisamment de chaleur pour que sa température s'élève jusqu'à son point ou degré d'inflammation, sinon sa combustion ne se fera pas. D'où la nécessité de situer l'étincelle dans une zone où le mélange d'air et de pétrole soit particulièrement riche. Malheureusement, en opérant de cette manière, la bougie ne tarde pas à s'encrasser au point de se mettre en court-circuit, parfois au cours d'une journée de marche. Pour pallier à cet inconvénient, le jet de pétrole a été entouré, à sa sortie du pulvérisateur, d'une sorte de petit capuchon que traversent les électrodes de la bougie, lesquelles ont été faites beaucoup plus longues qu'elles ne le sont ordinairement. Un espace d'air règne entre la porcelaine de la bougie et le capuchon, de sorte que la suie ne peut pas se déposer sur l'isolant et mettre les électrodes en court-circuit.

La combustion du pétrole pulvérisé est habituellement accompagnée par un ronflement insolite dû à la vitesse variable de propagation de la flamme dans un mélange de vapeurs de pétrole et d'air dont les pro-



CHAUDIÈRE (RECOUVERTE DE SON ENVELOPPE), RADIATEUR-CONDENSEUR, MOTEUR DES POMPES ET QUELQUES AUTRES ACCESSOIRES DE L'AUTOMOBILE NEWCOMB ET SCOTT

portions changent continuellement, et c'est évidemment un inconvénient. Ce même inconvénient existe d'ailleurs et se traduit par un bruit analogue pour un mélange dont les proportions sont constantes, car les différentes parties de la flamme se déplacent à des vitesses non identiques. Pour obtenir la réaction rapide du mélange carburant enflammé, qui, seule, peut éliminer le bruit en question, MM. Scott et Newcomb ont disposé, au-dessous du capuchon mentionné plus haut, une double cheminée en feuilles de nickel (le nickel a, comme on le sait, une grande conductibilité calorifique spécifique) d'environ huit-dixièmes de millimètre d'épaisseur. Bien que la température qui règne en cet endroit de la chambre ne soit pas élevée, les cheminées s'échauffent pour ainsi dire instantanément et attirent et vaporisent toutes les particules de pétrole en suspension, facilitant ainsi leur inflammation.

La combustion du pétrole pulvérisé nécessite une chambre haute ; c'est pour ne pas avoir tenu compte de cette nécessité que certains constructeurs ont vu le revêtement en matière réfractaire de la chambre céder sous l'assaut des flammes qui en léchaient les parois. Il faut absolument que la combustion des molécules gazeuses soit achevée avant que les flammes ne touchent les tubes de la

chaudière, sinon des dépôts de suie se forment sur ces derniers. Dans la chambre de combustion de l'automobile de MM. Scott et Newcomb, les flammes ne peuvent lécher les serpentins et la chaleur dégagée est graduellement absorbée par une grande surface ; ainsi, ni la tubulure à eau, ni le revêtement réfractaire du foyer ne peuvent être craquelés ou fissurés par les flammes.

Le clapet du tuyau venant du souffleur s'ouvre automatiquement lorsque le souffleur tourne et se ferme, sous l'effet de son propre poids, quand l'appareil est au repos. Ce clapet empêche les gaz chauds de la chambre de combustion de circuler dans la soufflerie lorsque celle-ci ne débite pas d'air.

Dans les conditions normales, la température de l'élément intérieur de la chaudière ne dépasse jamais 430° C. Le serpentin de cet élément n'est donc pas susceptible de s'oxyder, comme il ne manquerait pas de le faire à des températures très élevées.

On avait, jusqu'alors, rencontré de grandes difficultés à maintenir une pression et une température uniformes dans les chaudières équicourant employées à la traction automobile. Or, des pressions et des températures soit trop élevées, soit trop basses, ont pour effet d'endommager les tubes et les garnitures des joints et de rendre irrégulière

la marche du véhicule. Les systèmes de régulation employés comprenaient de nombreux instruments et dispositifs (tubulures d'échappement et de décharge, soupapes automatiques de pression de vapeur, de niveau d'eau, indicateurs de vitesse d'écoulement, clapets automatiques de retenue d'eau d'alimentation et de vapeur, etc...) tous très délicats et d'un fonctionnement à la fois lent et incertain. Le système de régulation imaginé par les auteurs consiste en un manomètre de pression qui actionne un interrupteur électrique, lequel, à son tour, commande le fonctionnement d'un petit moteur électrique. Comme les pompes alimentaires (eau et pétrole) sont entraînées par ce même moteur, les liquides sont pompés à l'unisson et dans une proportion quantitative déterminée. Pour cette raison, de la vapeur surchauffée est fournie sous un rapport de pression et de température qui est pratiquement invariable. Les pompes alimentaires étant mises en marche presque instantanément, elles peuvent se régler avec une grande précision sur les variations de la charge, variations qui, pour une automobile, sont, on le conçoit aisément, aussi soudaines qu'irrégulières.

Le temps pendant lequel le moteur des pompes tourne dépend évidemment des besoins de vapeur de la voiture. Si, par exemple, cette dernière marche à 40 kilomètres à l'heure, en palier, le moteur tournera et les feux seront allumés pendant environ un tiers de la période de marche. Si, par ailleurs, la voiture gravit une côte, à cette même vitesse, sa machine dépensant davantage de vapeur, il se peut que les feux demeurent allumés tout le temps. Ceci montre combien il est préférable d'actionner les pompes à l'aide d'un moteur indépendant, dont la vitesse est constante, au lieu de recourir au moteur de la voiture. Ce faisant, on peut, en outre, grouper auprès

de la chaudière toutes les pièces contenant de l'eau et on n'a pas besoin de prévoir d'amortisseur dans la tuyauterie à eau pour s'opposer aux coups de bélier.

La soupape de sûreté a été éliminée et remplacée par un fusible intercalé dans le circuit du moteur. Si l'interrupteur automatique qui contrôle le circuit en question vient à ne pas couper ce dernier au moment où la pression de vapeur maximum est atteinte, le moteur se verra contraint de pomper contre une pression croissante, plus grande que celle qui a été prévue ; la sur-

charge qui en résultera pour lui déterminera la fusion du plomb et le circuit du moteur sera tout de même coupé. Le démarrage et l'arrêt du moteur des pompes sont commandés par le manomètre. Ce dernier manœuvre un petit interrupteur qui est réglé pour ouvrir le circuit du moteur à une pression d'environ 42 kilos par centimètre carré et le fermer lorsque cette pression tombe à 35 kilos. Cette action différentielle est obtenue, d'une part, par un petit électro-aimant monté sur la face

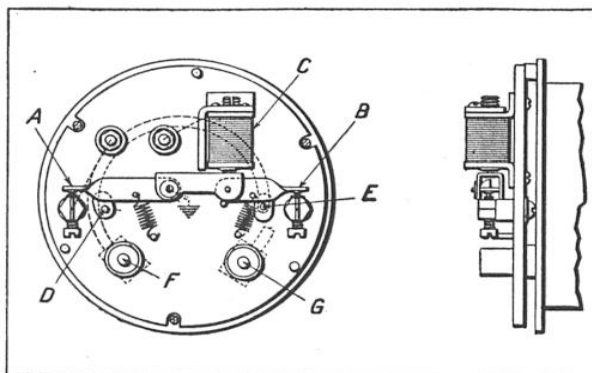
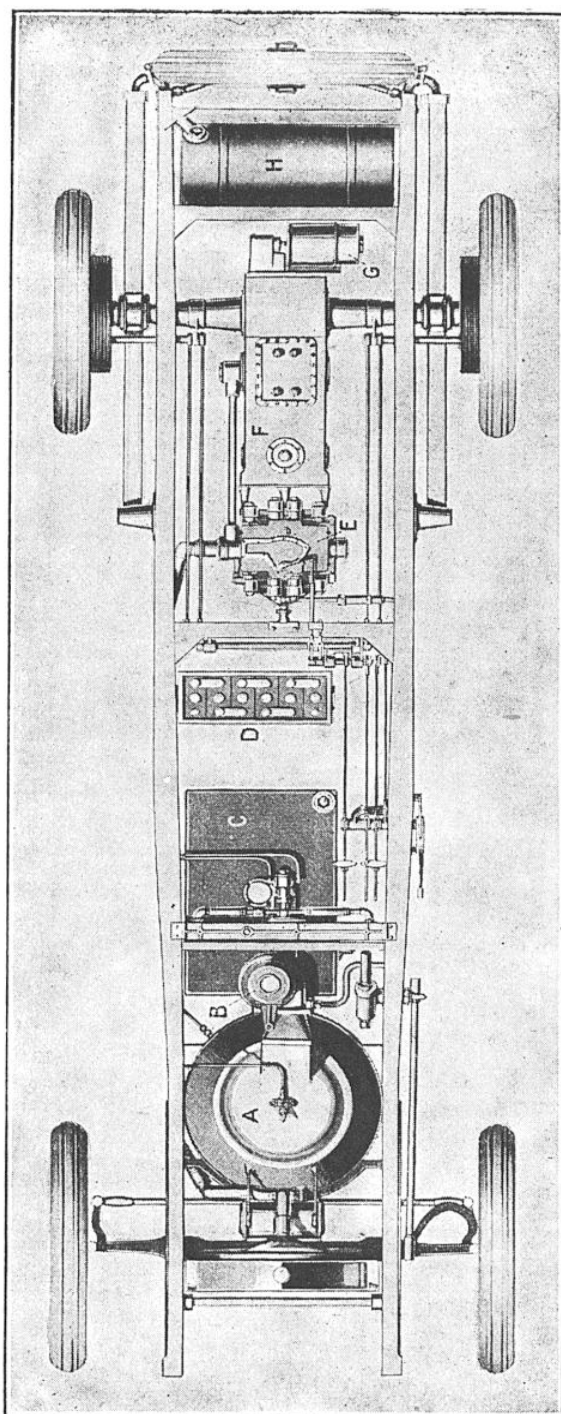


SCHÉMA DES DISPOSITIFS ÉLECTRO-MÉCANIQUES ADAPTÉS A UN MANOMÈTRE BOURDON POUR CONTRÔLER LA PRESSION D'EAU ET DE PÉTROLE
A, interrupteur du circuit d'allumage; B, interrupteur du circuit de l'interrupteur électro-magnétique qui contrôle le moteur d'entraînement des pompes; C, électro-relais relié en série avec l'interrupteur électro-magnétique du circuit du moteur; D, butée du tube du manomètre pour le contrôle de la pression du pétrole; E, butée analogue mais contrôlant la pression d'eau; F et G, jonctions aux tuyaux de vapeur et d'eau.

postérieure du manomètre, et, d'autre part, par une petite tige de butée sertie à l'extrémité du tube contourné en spirale du manomètre (manomètre de Bourdon). Au moment où l'interrupteur est fermé, les pompes à eau et à pétrole, le souffleur et la bougie d'allumage marchent de concert.

Les manomètres de pression du pétrole et de la vapeur sont combinés en un seul instrument à double effet. Notre dessin ci-dessus montre la face postérieure de ce double manomètre. De courtes tiges fixées en différentes parties du tube spiral font saillie au-dessus de ce tube et actionnent les petits interrupteurs électriques. Le manomètre de pression du pétrole contrôle la durée de fonctionnement de la bougie d'allumage. Ce circuit est fermé sous 0 à 1 k. 750 de pression, c'est-à-dire



LE CHASSIS DE LA VOITURE NEWCOMB ET SCOTT VU DU DESSUS

A, chaudière; B, moteur des pompes; C, réservoir d'eau; D, batterie d'accumulateurs; E, boîte de distribution de la machine à vapeur; F, moteur à vapeur; G, dynamo; H, réservoir de pétrole.

immédiatement après le démarrage du moteur, et ouvert lorsque la pression excède 1 k. 750, supprimant ainsi l'étincelle après que les feux ont été allumés. La pression normale à l'orifice de décharge de la pompe à pétrole, lorsque le moteur est en marche, est d'environ 2 k. 460. Un étranglement du tube du manomètre introduit un élément de temps destiné à empêcher que la pression dans le tube s'élève instantanément après le démarrage de la pompe à combustible. La bobine d'induction ou transformateur est reliée au plot de l'électro-aimant interrupteur qui est, d'autre part, connecté au moteur, de sorte que la bougie cesse, comme le moteur, de fonctionner lorsque la pression atteint le maximum permis, c'est-à-dire 42 kilos.

L'interrupteur du manomètre de pression de la vapeur ne coupe pas directement le courant du moteur, ce qui serait dangereux; il agit par l'intermédiaire d'un relais, en l'espèce un petit électro-aimant; ce dernier permet, d'ailleurs, des fermetures et ouvertures du circuit du moteur plus rapides que si le tube du manomètre manœuvrait des contacts intercalés directement sur ce circuit. Le relais-interrupteur ne prend qu'un demi-ampère.

Un thermomètre spécial indique la température de la vapeur, température qui reste comprise entre 315 et 400° C. Ce thermomètre est muni d'un interrupteur électrique qui se ferme automatiquement lorsque la température de la vapeur atteint 427° C. A ce moment, l'admission du combustible dans le foyer de la chaudière est coupée. La fermeture dudit interrupteur a, en effet, pour résultat d'ouvrir, par l'intermédiaire d'un électro-aimant, une soupape sur une dérivation du tuyau principal d'admission du pétrole. Cet interrupteur a rarement à intervenir dans le fonctionnement normal du système, mais c'est un moyen de sécurité pour éteindre automatiquement les feux dans le cas où le réservoir d'eau serait vide. C'est aussi un moyen de corriger le rapport eau et combustible, si ce rapport vient à être altéré.

Comme dans la plupart des automobiles ordinaires, les voitures modernes tout au moins, un moteur, un générateur électrique et une batterie d'accumulateurs sont employés. Lorsque la machine à vapeur est en marche, tout le débit de la dynamo sert à faire tourner le moteur des pompes alimentaires; lorsque le circuit de ce dernier est ouvert, du fait que la pression s'est élevée à 42 kilos, le courant d'excita-

tion de la dynamo est coupé automatique-ment, ce qui réduit le débit du générateur à une valeur appropriée au chargement des accumulateurs de la voiture.

Une des sources d'ennuis de la traction automobile par la vapeur résidait jusqu'ici dans la pompe à eau. Celle-ci était bruyante ; ses soupapes ne duraient pas longtemps ; lorsque l'eau dans le réservoir devenait trop chaude, l'air confiné entre la soupape d'admission et le clapet de retenue d'eau ou l'orifice de décharge se dilatant, la pompe devenait *élastique* et fonctionnait mal. Enfin, elle nécessitait de fréquents réglages des presse-étoupes. Les soupapes de la pompe à eau employée sur la nouvelle automobile à vapeur sont faites d'un alliage spécial anti-rouille et dont la durée de service est très longue. Le soulèvement des soupapes est limité à 1 mm.53. En raison de ce faible soulèvement et de la forme spéciale des soupapes, en raison aussi du fait que la pompe tourne toujours à la même vitesse, quelle que soit la vitesse de la voiture, la pompe est parfaitement silencieuse. N'ayant pratiquement aucun espace libre, elle ne peut devenir élastique par suite de la formation d'un matelas d'air. Elle est, enfin, tout entière enfermée dans un carter rempli d'huile.

La machine à vapeur est du type semi-équicourant, sa distribution est à soupapes ; elle a deux cylindres et est à double effet. La boîte à cames, qui renferme les cames, les poussoirs et leviers de commande des soupapes, est complètement isolée du cylindre pour éviter l'échauffement de l'huile contenue dans le carter des cames. On réalise différents régimes de marche et le renversement de la vapeur en déplaçant l'arbre à cames, suivant son axe, ce qui fait varier, pour ainsi dire à l'infini, le point de contact d'un poussoir sur une came et, en raison du profil spécial de cette dernière, le temps pendant lequel la soupape est actionnée. Grâce à la possibilité d'utiliser de très courtes portions des cames qui commandent l'admission de la vapeur, grâce aussi à l'étanchéité des soupapes, à leur faible levée, à l'échappement libre et à la

section uniforme du métal des cylindres, la consommation de vapeur est réduite à un minimum. Le rendement de la machine atteint environ 95 %. Les tiges de soupapes et de piston ne nécessitent pas de presse-étoupe grâce à l'alliage anti-rouille dont elles sont faites, à leur forme bien étudiée, à leur bonne construction et aux moyens employés pour maintenir ces pièces bien alignées. Le registre de vapeur est également fait de ce même alliage anti-rouille. La vapeur ne peut traverser le siège de cette valve tant que cette dernière ne se trouve pas suffi-

samment éloignée de son siège pour réaliser une ouverture en grand. Ainsi *l'étirage de la vapeur* (resserrement en un filet très mince de la vapeur qui doit passer à travers un étroit passage ; ce filet tend à détériorer les passages qu'il emprunte) ne peut pas se produire. *Le registre est disposé de manière à se fermer automatiquement lorsque les freins sont appliqués.*

La machine est montée en partie sur le pont arrière et sur le châssis, la majeure partie du poids étant supportée par ce dernier. Le poids non porté par l'essieu est faible. En employant

cette disposition, l'arbre moteur et les joints universels sont éliminés et la voiture y gagne beaucoup en douceur de marche.

Après que la pression est obtenue, la machine et, par conséquent, la voiture, sont démarrées en marche avant et la vitesse est contrôlée en ouvrant plus ou moins le registre. Les différentes positions de commande des soupapes d'admission sont contrôlées par une pédale qui permet de déplacer l'arbre à cames longitudinalement. La même pédale sert également à renverser le sens de la marche.

L'eau d'alimentation contenue dans un réservoir d'une capacité de 95 litres suffit à permettre à la voiture de parcourir de 160 à 560 kilomètres (suivant la consommation de vapeur) grâce à la condensation de la vapeur dans un radiateur ordinaire placé à l'avant de l'automobile. L'échappement de la machine pénètre par le haut du radiateur et est distribué convenablement ; du fond de ce dernier, la vapeur condensée fait directement retour au réservoir d'eau.

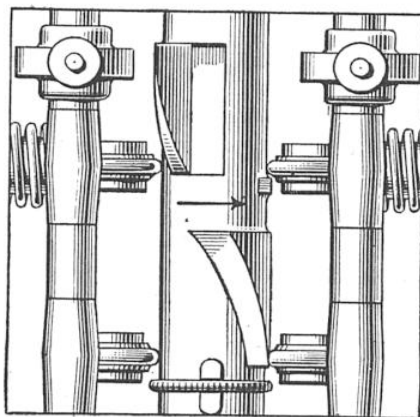
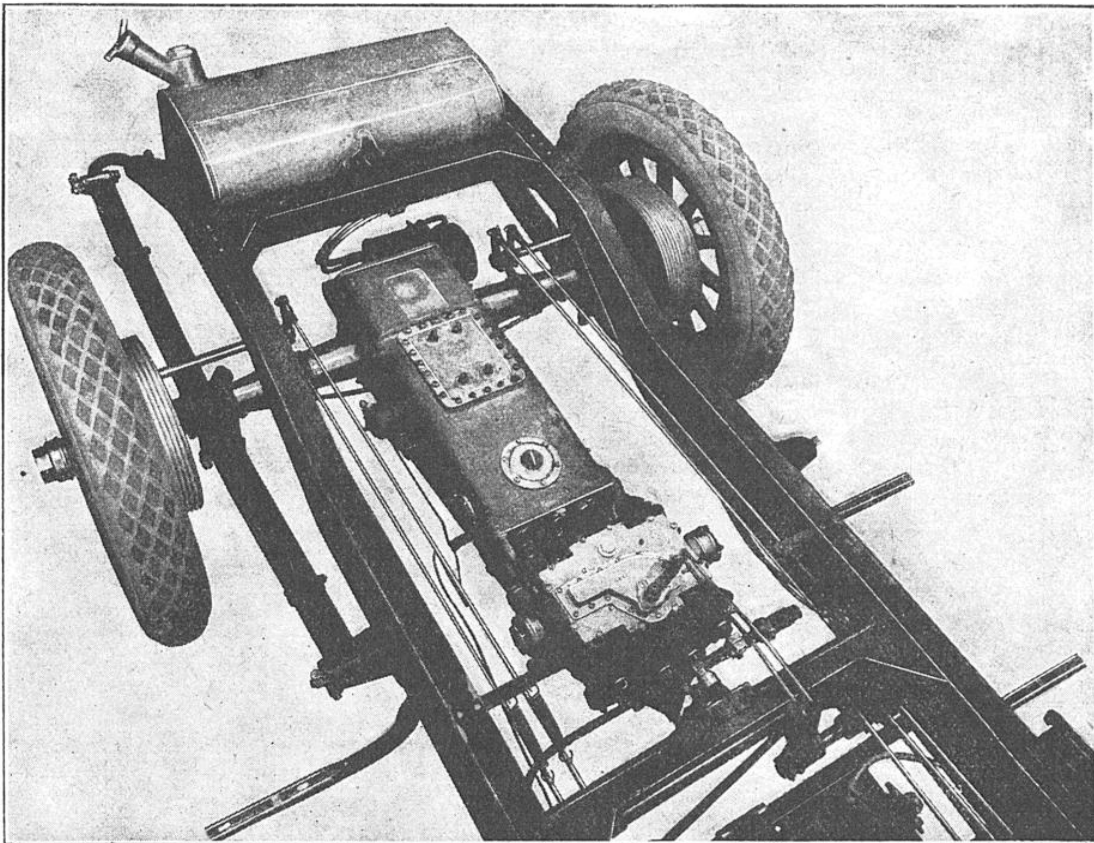


SCHÉMA DE LA DISTRIBUTION

On réalise les différents régimes de marche et le renversement de la vapeur en déplaçant un arbre à cames devant des poussoirs actionnant les soupapes.



LA MACHINE ET LE PONT ARRIÈRE DE LA NOUVELLE VOITURE A VAPEUR

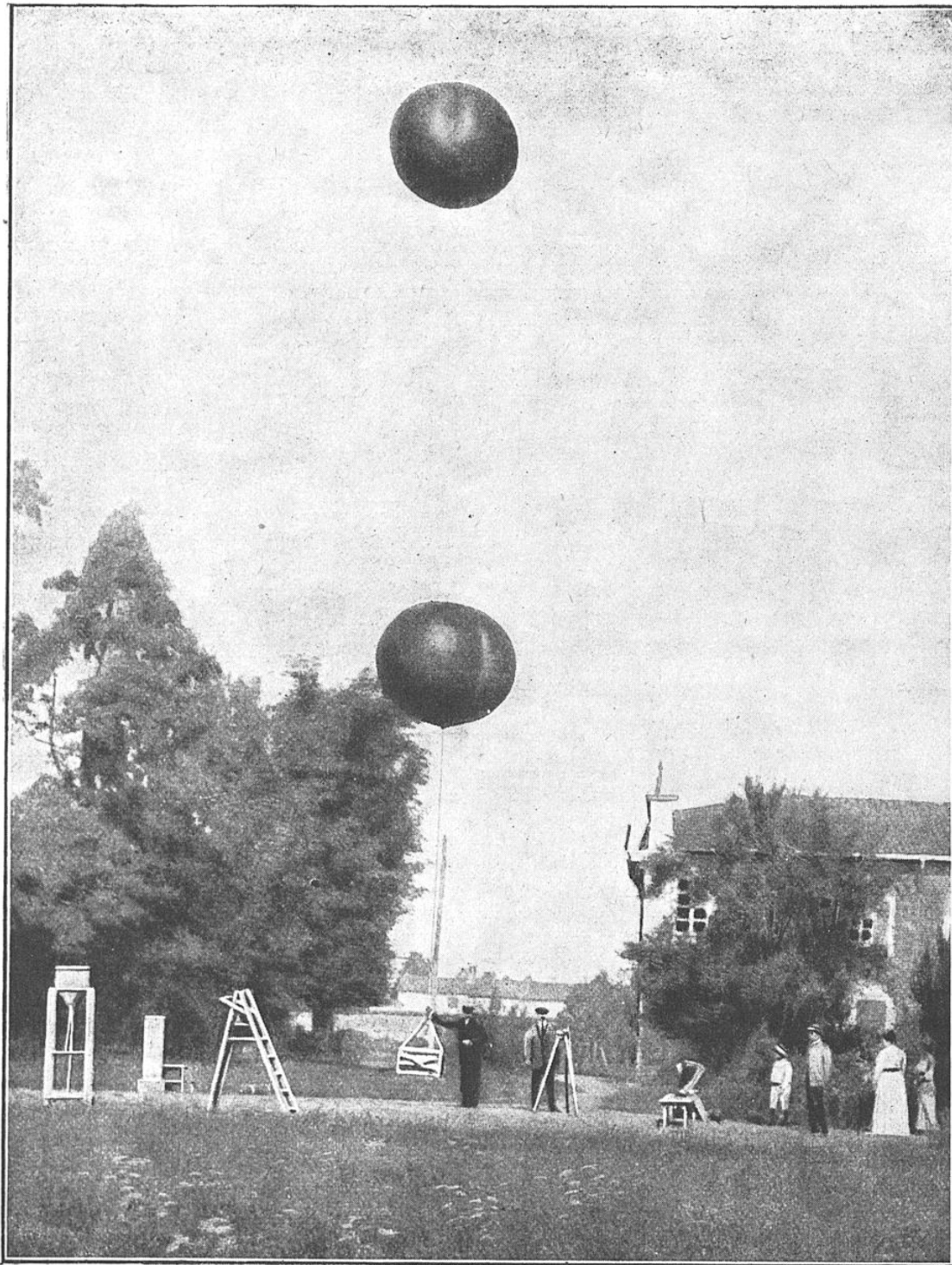
Il n'y a pas d'arbre moteur ni, par conséquent, de joints universels, la machine entraînant l'axe arrière simplement par l'intermédiaire de deux roues dentées (rendues nécessaires par le différentiel).

Une installation motrice à vapeur bien établie, employant de la vapeur à 42 kilos de pression et à une température de 370° C., a un rendement sur le pont arrière d'au moins 15 %. Ce rendement est légèrement inférieur au rendement en pleine charge de l'automobile à essence, mais, tandis que le rendement du moteur à combustion interne n'est à son maximum que lorsque ce moteur développe toute sa puissance, celui du moteur à vapeur augmente au fur et à mesure que la charge diminue. La plupart des moteurs d'automobiles marchent à environ un quart de la charge la majeure partie du temps ; dans ces conditions, le rendement du moteur à vapeur est bien supérieur à celui du moteur à essence. MM. Scott et Newcomb ont pu, en transportant sept personnes dans une voiture pesant à vide 1.300 kilogrammes, parcourir 1.325 milles (environ 2.132 kilomètres) avec 25 gallons (94 l. 630) d'eau, capacité du réservoir,

soit environ 22 km. 700 par litre d'eau. La voiture fut conduite à des vitesses variant de 25 à 35 milles à l'heure (40 à 56 kilomètres) sur des routes quelconques ; la consommation moyenne de pétrole fut de 1 litre aux 5 kilomètres. A la fin de l'essai, la température de l'eau d'alimentation dans les réservoirs était de 54° centigrades.

Telle est la nouvelle voiture automobile à vapeur produite aux Etats-Unis. Il serait prématuré de dire qu'elle sera un succès. Peut-être ne parviendra-t-elle même pas à égaler la Stanley. Quoi qu'il en soit, nous saluons en elle le résultat d'une louable et intéressante initiative, en formulant le vœu qu'il se trouve en France un ingénieur ou un constructeur assez entreprenant pour reprendre, en s'inspirant des multiples progrès réalisés à l'étranger, l'étude de la voiture à vapeur, abandonnée depuis Serpollet et bien trop prématurément selon nous.

RENÉ BROCARD.



DÉPART DE DEUX BALLONS-SONDES ACCOUPLES A L'OBSERVATOIRE GÉOPHYSIQUE DE PAVIE
Le ballon de tête éclate toujours le premier; le ballon inférieur, incapable à lui seul de maintenir les appareils enregistreurs en l'air est cependant suffisant pour ralentir dans de bonnes conditions leur vitesse de chute. Les instruments, relativement fragiles, sont ainsi protégés d'une prise de contact trop violente avec le sol, et le ballon sert encore de repère pour les retrouver.

L'EXPLORATION SCIENTIFIQUE DE LA HAUTE ATMOSPHÈRE

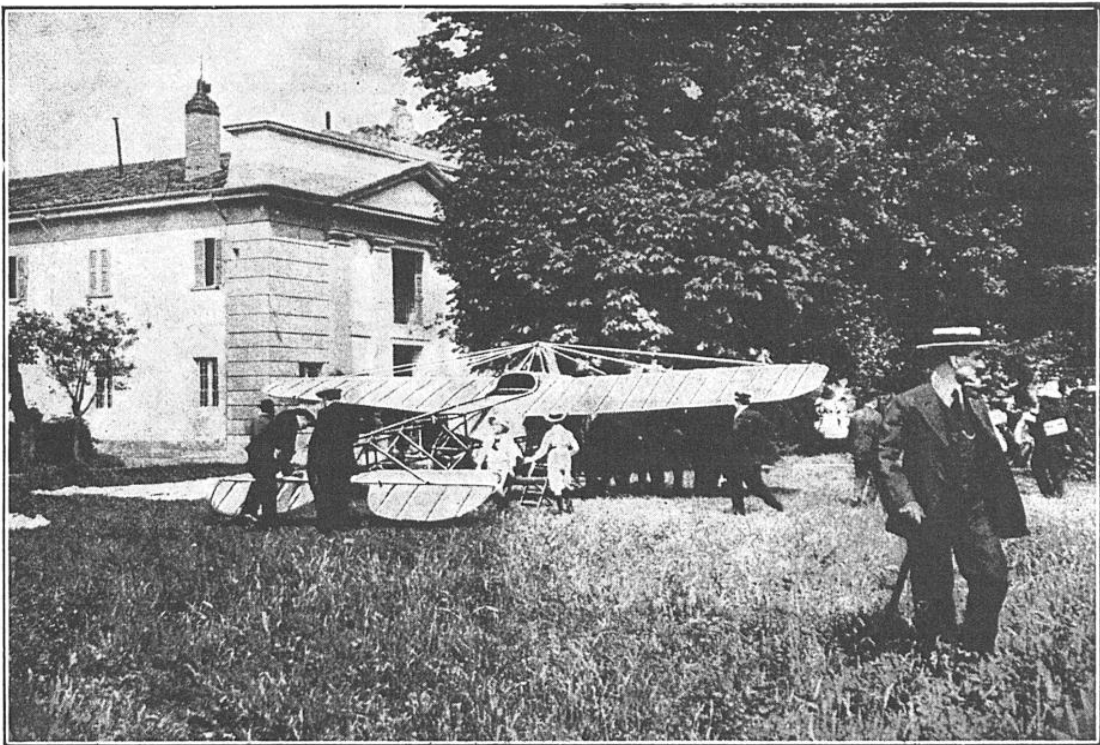
Par Georges HOUARD

L'EXPLORATION de la haute atmosphère est devenue un fait courant depuis plusieurs années ; les observatoires de météorologie dynamique établis sur les différents points du globe, procèdent régulièrement à des sondages aériens. C'est là une pratique qui tend à se développer de plus en plus, en raison de l'immense intérêt qu'elle présente à différents points de vue.

En premier lieu, les sondages aériens permettent d'étendre nos connaissances en météorologie. Ce n'est, en effet, qu'en explorant le milieu où ils se forment, qu'on peut arriver à connaître le mécanisme des phénomènes atmosphériques dont nous subissons

ici bas les effets. La composition de l'air aux grandes altitudes, la formation et le régime des vents, les variations de pression, etc... peuvent être étudiés dans les meilleures conditions en explorant la haute atmosphère et en y recueillant, au moyen d'instruments enregistreurs, des données précieuses pour l'avancement de la science météorologique.

Cette vérité est considérée comme telle depuis de longues années puisque les premières explorations scientifiques de l'atmosphère remontent à 1803. A cette époque, deux aéronautes, Robertson et Lhoest s'élevèrent, en ballon libre, à l'altitude de 7.400 mètres, d'où ils rapportèrent de nombreux rensei-



L'AVION MÉTÉOROLOGIQUE DE L'OBSERVATOIRE GÉOPHYSIQUE DE PAVIE.

L'observatoire que dirige le professeur Gamba, à Pavie, dispose d'un petit aéroplane qui, pourvu d'appareils enregistreurs, va explorer les couches de l'atmosphère jusqu'à 1.500 ou 2.000 mètres.

gnements. Soixante années après, en septembre 1862, deux Anglais, Glaisher et Coxwell, atteignirent 8.838 mètres de hauteur ; Glaisher, qui était, d'ailleurs, un physicien de valeur, accomplit, de 1862 à 1864, vingt-six ascensions qui lui permirent de recueillir une ample moisson de précieuses constatations faites au moyen d'instruments soigneusement établis. A partir de ce moment, nombreuses furent les ascensions ayant un but scientifique, les aéronautes s'efforçaient de monter de plus en plus haut. Les observations pré-sentaient, en effet, un intérêt d'autant plus grand qu'elles étaient faites à une altitude plus élevée. Malheureusement, cette altitude est limitée et on n'a jamais encore dépassé, en ballon, celle de 10.500 mètres atteinte en 1901 par deux Allemands, le docteur Berson et le pilote Süring. Elle est déjà très difficile à atteindre en raison de la raréfaction de l'air, qui limite d'abord la force ascensionnelle du ballon et qui rend impossible le séjour de l'homme à ces grandes altitudes.

Pour la même raison, on ne peut songer à utiliser l'aéroplane pour l'exploration de la haute atmosphère. A 9.520 mètres, record actuel de hauteur en avion, le moteur, insuffisamment alimenté en oxygène, ne rend plus, l'hélice tire mal, les ailes, à vitesse égale, portent peu. Le pilote, pourvu d'un masque respiratoire, est dans des conditions déplorables pour procéder aux observations envisagées. En supposant que le turbo-compresseur, que l'hélice à pas et à diamètre variables, étudiés en ce moment, permettent à un avion d'atteindre un jour 14.000 ou 15.000 mètres d'altitude.

on sera arrivé à l'extrême limite des possibilités. Encore convient-il d'ajouter que le poste des passagers, situé dans une cabine hermétiquement close, sans contact avec l'air extérieur, ne permettra pas d'obtenir d'autres indications que celles des instruments enregistreurs fixés à l'aéroplane. Ces indica-

tions risqueront d'ailleurs d'être faussées par l'extrême vitesse de l'avion... mais, quoi qu'il en soit, le rôle des observateurs sera nul et dans ces conditions, il ne semble pas nécessaire d'y avoir recours. On peut simplement se contenter d'utiliser les instruments.

L'application de l'avion à la météorologie a cependant été réalisée à l'Observatoire Géophysique de Pavie (Italie) ; cet établissement dispose d'un petit aéroplane qui, pourvu d'appareils enregistreurs, va explorer les couches de l'atmosphère jusqu'à 1.500 ou 2.000 mètres de hauteur. Nous ignorons la valeur des indications ainsi recueillies. D'autre part, on étudie depuis plusieurs années, à l'Observatoire de géographie physique de Göttingue (Allemagne) un intéressant dispositif, dont la réalisation permettrait de suppri-

mer, à bord, le pilote de l'avion. Ce sont de petits aéroplanes, ayant quatre mètres d'envergure, pesant une quarantaine de kilos, munis d'un moteur et destinés à conduire les appareils enregistreurs dans les hautes altitudes et à les ramener tranquillement à terre. Pour parvenir à ce résultat, les gouvernails seraient commandés depuis le sol au moyen d'ondes hertziennes. La solution est certainement séduisante, mais elle n'a pas encore été pratiquement réalisée.

Il est cependant bien évident que le son-



DÉPART D'UN BALLON ASMANN, AUX ÉTATS-UNIS

Le parachute, qui surmonte le ballon, sert à amortir la chute des instruments après l'éclatement du petit aérostat.



LANCEMENT D'UN PETIT BALLON CAPTIF DANS UNE STATION AMÉRICAINE

Les ballons captifs jouent le même rôle que les cerfs-volants dans le sondage de la haute atmosphère, mais ils ont sur ces derniers l'inconvénient de ne pouvoir tenir l'air dès que le vent fraîchit.

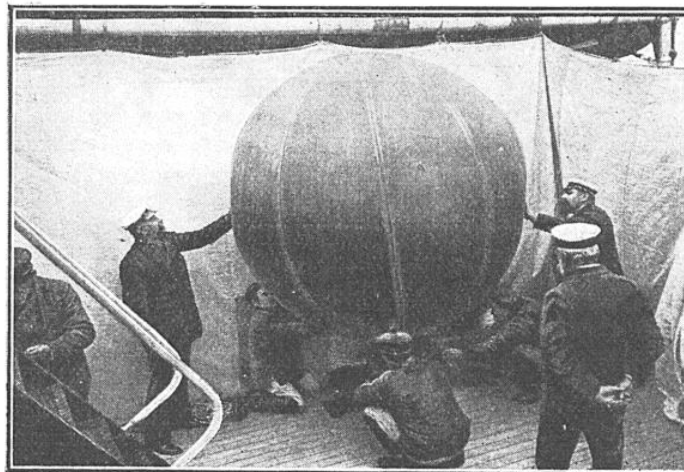
dage de l'atmosphère n'exige pas l'emploi d'appareils montés. Depuis les travaux de Jules Richard, l'idée de remplacer les observateurs par des instruments inscrivant automatiquement leurs indications, jusqu'à des hauteurs inaccessibles à l'homme, fut émise et elle fut immédiatement réalisée.

C'est cette méthode qui, expérimentée pour la première fois en 1893, par MM. Hermitte et Besançon, a été adoptée et généralisée dans la totalité des

observatoires météorologiques du monde.

L'exploration de la haute atmosphère a lieu, à présent, en utilisant, concurremment, des ballons et des cerfs-volants porteurs d'instruments enregistreurs. Les deux systèmes ont leurs avantages et leurs inconvénients. Ils répondent, en général, à des besoins différents.

Les ballons peuvent atteindre des hauteurs considérables; l'un d'eux, lancé par l'Observatoire géophysique de Pavie, a gagné l'altitude



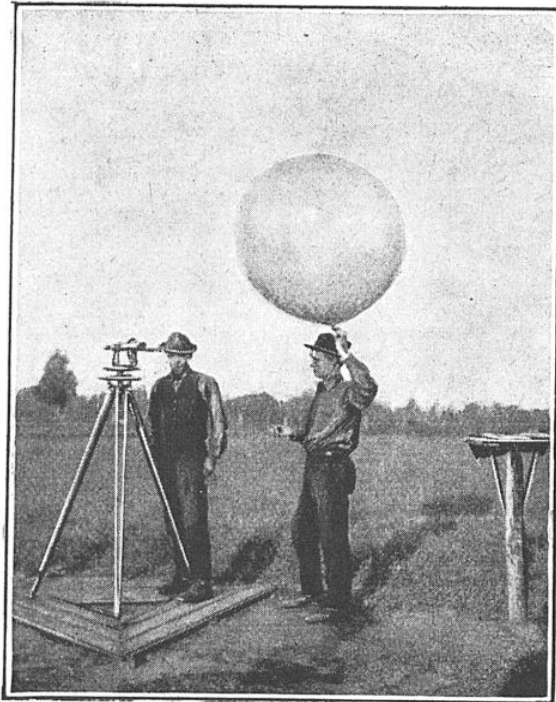
BALLON LANCÉ A BORD DE LA « PRINCESSE-ALICE ».

Les ballons employés par le prince de Monaco permettaient de sonder l'atmosphère jusqu'à 15 et 20.000 mètres de hauteur.

de 35.000 mètres. Ils permettent d'effectuer des prises d'air, de recueillir des indications extrêmement intéressantes sur le vent et la pression aux hautes altitudes, mais ils ne se prêtent pas aux observations d'une certaine durée à une hauteur déterminée.

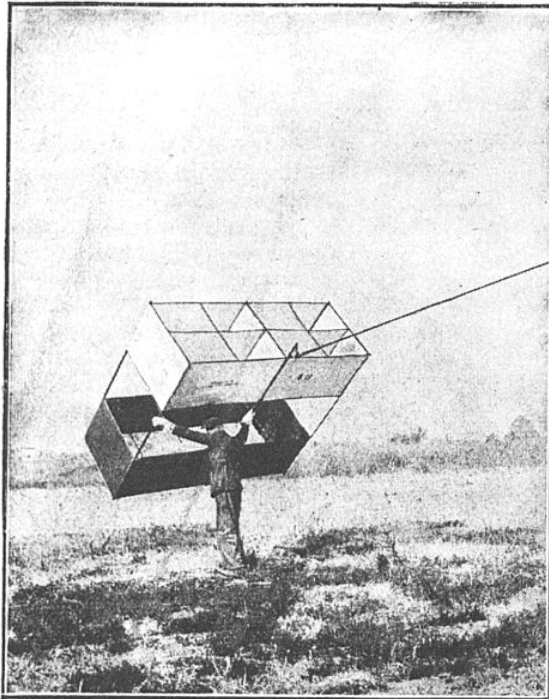
Les cerfs-volants, au contraire, conservant dans l'espace une fixité relative, peuvent être utilisés pour des recherches en un point donné. Le ballon a une trajectoire inconstante qu'on ne peut pas toujours suivre, tandis que le cerf-volant, étant immobile, donne la possibilité de déterminer le moment exact et l'endroit précis auxquels s'est produit un phénomène enregistré par les instruments. Mais, par contre, il ne peut atteindre une altitude comparable à celle du ballon, et la plus grande hauteur à laquelle il soit parvenu est de 7.265 mètres.

Les ballons utilisés sont de différents types. Avant les expériences d'Hermitte et de Besançon, le colonel Charles Renard avait eu recours, dans un but analogue, à des ballons en papier du Japon. Mais leur force ascensionnelle était faible et ne permettait pas de leur faire enlever des instruments



UN LACHER DE BALLON-PILOTE DANS UNE STATION MÉTÉOROLOGIQUE

Ce ballonnet peut monter à des hauteurs prodigieuses, son altitude étant constamment déterminée par des visées au théodolithe.



CERF-VOLANT MARVIN SPÉCIALEMENT UTILISÉ AUX ÉTATS-UNIS

C'est un appareil de ce type qui a élevé, au Mount Weather, des instruments enregistreurs spéciaux jusqu'à 7.265 mètres de hauteur.

enregistreurs bien sérieux. D'ailleurs, à cette époque, les baromètres n'avaient pas encore atteint leur degré de perfection actuel.

Les premières expériences de MM. Hermitte et Besançon, et celles qui suivirent, eurent lieu d'abord au moyen de ballons en baudruche, ensuite à l'aide de ballons de soie. Ils étaient semblables aux sphériques montés, c'est-à-dire que, comportant un appendice ouvert, la pression intérieure du gaz pouvait s'équilibrer avec la pression extérieure. De la sorte, les ballons pouvaient s'élever très haut sans risque d'éclater, et redescendaient lentement, avec leurs instruments, lorsque la quantité de gaz ou d'hydrogène qu'ils contenaient n'était plus en quantité suffisante pour les maintenir en l'air.

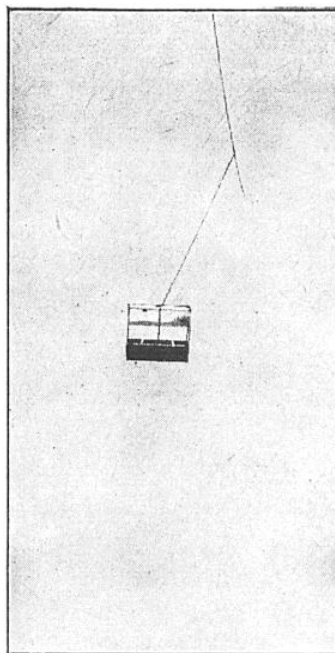
Des ballons de ce type, en baudruche, en soie, ou en papier verni furent employés très longtemps dans les observatoires météorologiques, et certains les utilisent encore. Ils peuvent atteindre couramment : 11.000, 12.000 et même 13.000 mètres de haut. Le premier ballon de MM. Hermitte et Besançon — ce ballon était en baudruche — monta à 15.000 mètres, où il rencontra une tempé-

rature de -51° . Un autre ballon, en soie, d'un volume de 400 mètres cubes — porteur de nombreux instruments — monta, un peu plus tard, à 17.000 mètres. Un troisième atteignit même une altitude de 20.000 mètres.

Devant les excellents résultats obtenus avec les ballonnets, l'emploi de ceux-ci se développa rapidement. Le Dr Asmann préconisa alors le ballon de caoutchouc de préférence au ballon de papier ou de soie. Expérimenté d'abord en Allemagne, il fut reconnu, en effet, très supérieur au précédent. Il consiste en un ballon de caoutchouc dont l'appendice est fermé au moment du lancer ; d'un diamètre de deux mètres environ, lorsqu'il est gonflé sous une faible pression, ce diamètre atteint cinq et six mètres lorsque le gaz se dilate dans la haute atmosphère, l'épaisseur de l'enveloppe étant alors réduite à quelques centièmes de millimètres à peine.

Les instruments sont reliés au ballon par l'intermédiaire d'un filet dont le sommet est constitué par un parachute. Ce parachute épouse la forme de la calotte du ballon.

Le principal avantage du ballon Asmann réside dans ce fait que son volume augmentant à mesure qu'il s'élève, sa vitesse ascensionnelle est à peu près constante jusqu'à la zone où il éclate. A ce moment, il retombe, mais les instruments enregistreurs, soutenus par le parachute, descendent à une vitesse cons-



UN CERF-VOLANT MARVIN
PRENANT SON VOL

Cet appareil, rattaché au câble d'un autre cerf-volant, permet à celui-ci de monter plus haut.

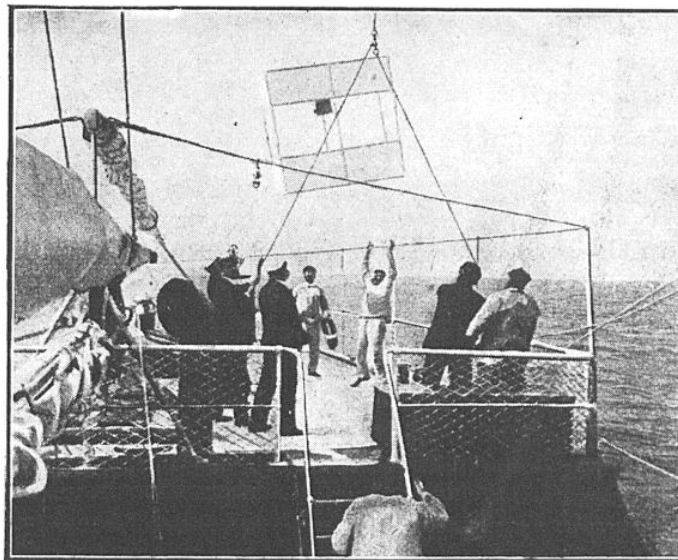
tante, sans que les mesures de température, notamment, soient faussées le moindre instant par l'immobilité verticale à laquelle est astreint le ballon ouvert quand il a atteint le sommet de son ascension.

Les ballons Asmann sont parvenus à des hauteurs bien plus grandes que les ballons ouverts. Ils n'éclatent souvent qu'à 17 ou 18.000 mètres d'altitude et l'un d'eux est monté à 28.000 mètres. Un ballon de ce type, lancé au lac Victoria, a permis d'enregistrer, à 19.500 mètres de hauteur, un froid de 84° .

Le retour à terre des instruments enregistreurs est assez délicat ; l'emploi du ballon parachute Asmann a permis d'assurer ce retour dans de bonnes conditions ; mais on a également imaginé un autre dispositif qui semble se généraliser dans les principaux observatoires aérologiques. Il consiste à utiliser deux ballons en tandem, l'un de ces ballons ayant une force

ascensionnelle beaucoup moindre que l'autre et insuffisante pour lui permettre de porter, seul, les instruments. Ce ballon auxiliaire,

placé en dessous du premier, est aussi moins gonflé, de façon à ne pas éclater ; lorsque le ballon principal a atteint la zone où il éclate, le second est incapable de maintenir les appareils en l'air, mais il est pourtant suffisant pour atténuer la vitesse de chute. Les instruments sont ainsi protégés d'une prise de contact trop violente avec le sol et le



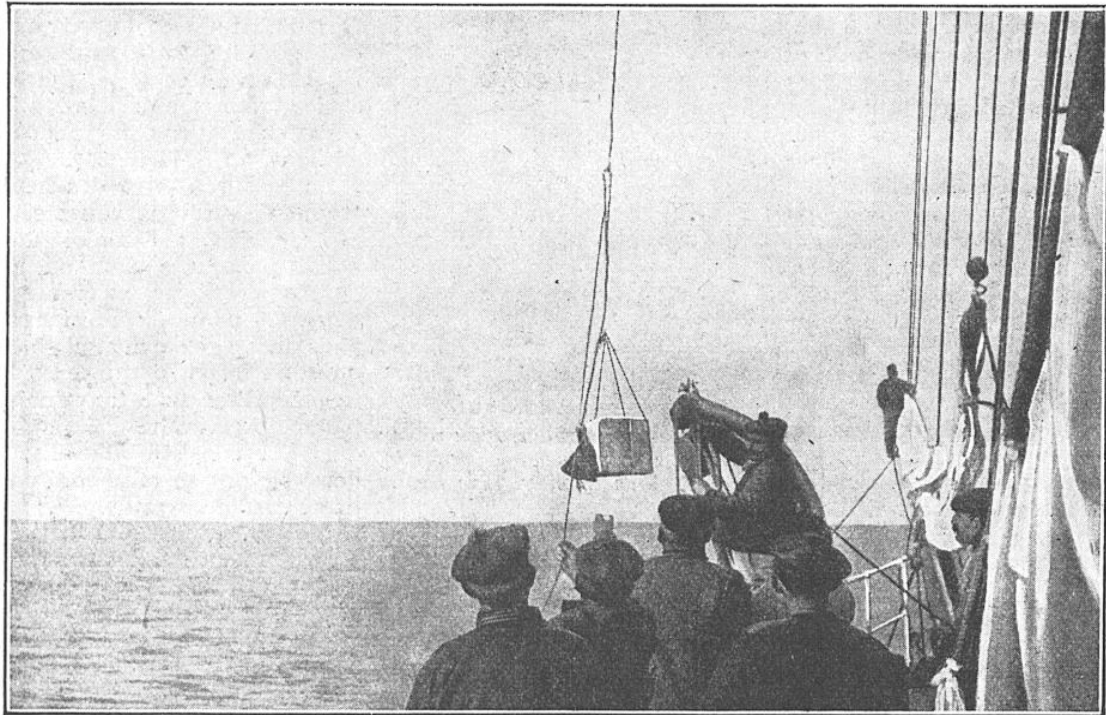
CERF-VOLANT LANCÉ A BORD DE LA « PRINCESSE-ALICE »
C'est un appareil cellulaire Hargrave, aux montants duquel on a fixé la boîte qui renferme les instruments.

ballon sert encore de signal pour les retrouver. Lorsqu'il s'agit de sondages aériens, effectués en mer, l'emploi du ballon en tandem est, à ce point de vue, absolument indispensable, car il faut repêcher les instruments très rapidement, avant qu'ils n'aient été plus ou moins détériorés par l'eau.

Ces trois systèmes de ballons — ballon ouvert, ballon Asmann, ballons en tandem — sont utilisés aujourd'hui dans le monde

lant perfectionné construit par M. Eddy.

La hauteur que peut atteindre un cerf-volant est limitée par le poids du câble qui le retient et aussi par l'action du vent sur ce câble. Cette action est si appréciable, qu'il est difficile d'arriver à une altitude très élevée si l'on a recours à une corde de chanvre. L'emploi du fil d'acier et de cerfs-volants placés en tandem devait permettre de remédier à ces inconvénients du câble en chanvre.



(Cliché du Musée océanographique de Monaco.)

RETOUR A BORD D'INSTRUMENTS ENREGISTREURS APRÈS UN SONDAGE

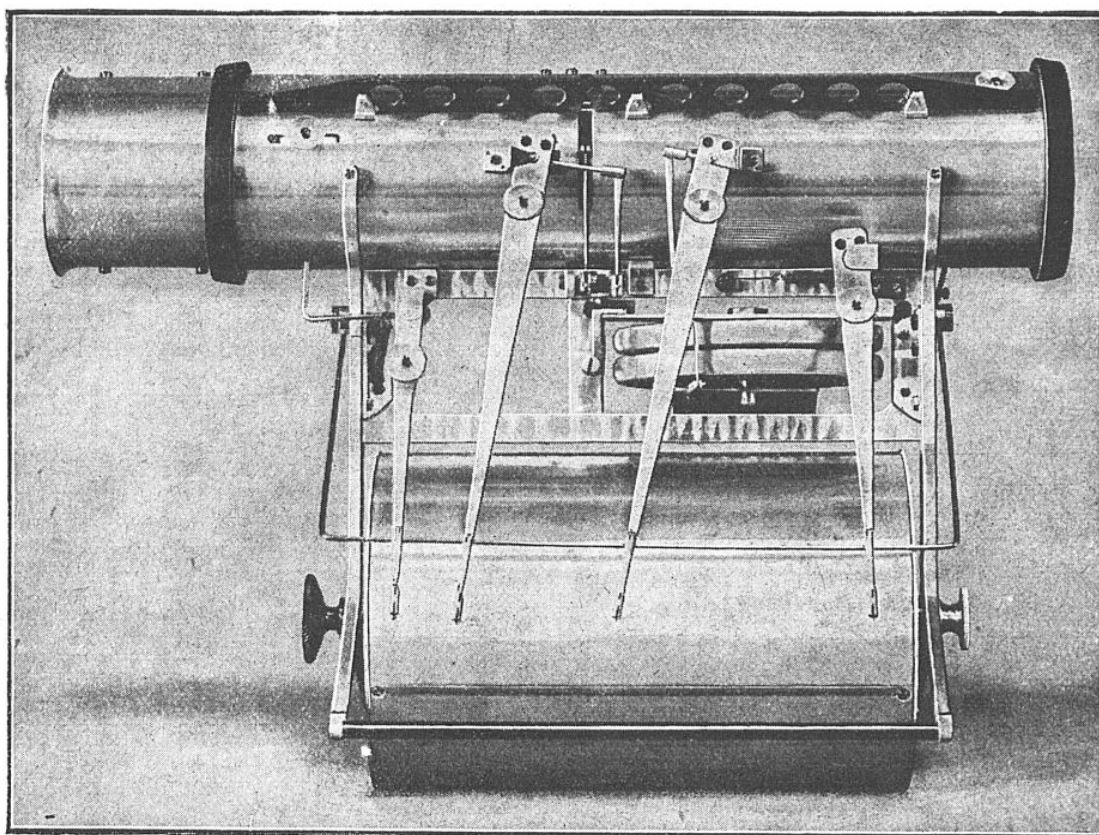
Le prince Albert de Monaco a effectué, en mer, de nombreuses explorations de la haute atmosphère; il s'est servi pour cela de ballons-sondes et de cerfs-volants qu'il lançait du pont de la « Princesse-Alice ».

entier, et il n'est guère de jour où les observatoires ne procèdent à des sondages aériens dont on tire, le plus souvent, des indications extrêmement précieuses pour la science pure ou pour la science appliquée.

L'emploi des cerfs-volants pour les recherches météorologiques remonte également à de nombreuses années. En 1749, on avait eu déjà recours à ces appareils pour élever à quelques centaines de mètres des thermomètres à minima. Mais c'est en 1894 seulement, que les Américains organisèrent des sondages systématiques au moyen de cerfs-volants. A cette époque, ils firent monter à 496 mètres de hauteur un baro-thermographe Richard, à l'aide d'un cerf-vo-

Un premier cerf-volant, porteur des instruments enregistreurs, est lancé avec un fil d'acier dont la résistance à la rupture est proportionnée à la traction de l'appareil. Quand la longueur du fil déroulé commence à entraver l'ascension du cerf-volant, on place sur ce fil un second appareil, retenu par un câble plus gros, car, à la traction du premier cerf-volant s'ajoute, à partir de ce moment, celle du second. Suivant la force du vent et la longueur du fil métallique déroulé, on supporte ainsi celui-ci de place en place par autant de cerfs-volants qu'il est nécessaire.

Cette façon de faire a donné d'excellents résultats, puisque, deux ans après l'expérience de M. Eddy, l'observatoire de Blue-



MÉTÉOROGAPHE AMÉRICAIN MARVIN POUR LE SONDAGE DE L'ATMOSPHERE

Cet appareil, utilisé depuis plusieurs années dans les observatoires américains, pèse 1.500 grammes; il est généralement suspendu entre deux cerfs-volants et est élevé par ce moyen jusqu'à 7.000 mètres, où il enregistre la pression barométrique, l'état hygrométrique et la température de l'atmosphère.

Hill, aux Etats-Unis, réussissait à atteindre la hauteur de 2.843 mètres. En 1900, les mêmes expérimentateurs enlevaient un météorographe à 4.623 mètres. C'était le record; il passa, la même année, à l'observatoire de Trappes (Seine-et-Oise), dirigé par M. Teisserenc de Bort, avec 5.160 mètres. Trois ans plus tard, les Allemands firent mieux, et l'observatoire de Lindenberg atteignit l'altitude de 6.250 mètres. Le cerf-volant de tête était retenu par un câble dont la longueur totale dépassait 10.000 mètres. Enfin, peu de temps avant la guerre, l'observatoire de Mount-Weather, aux Etats-Unis, établissait le record du monde actuel en lançant un cerf-volant météorologique à 7.265 mètres.

Les avantages du cerf-volant sur les ballons, pour les études de détail, sont très considérables parce qu'on peut maintenir les instruments sensiblement à la même altitude et suivre ainsi pas à pas les transformations qui se produisent dans l'atmosphère au

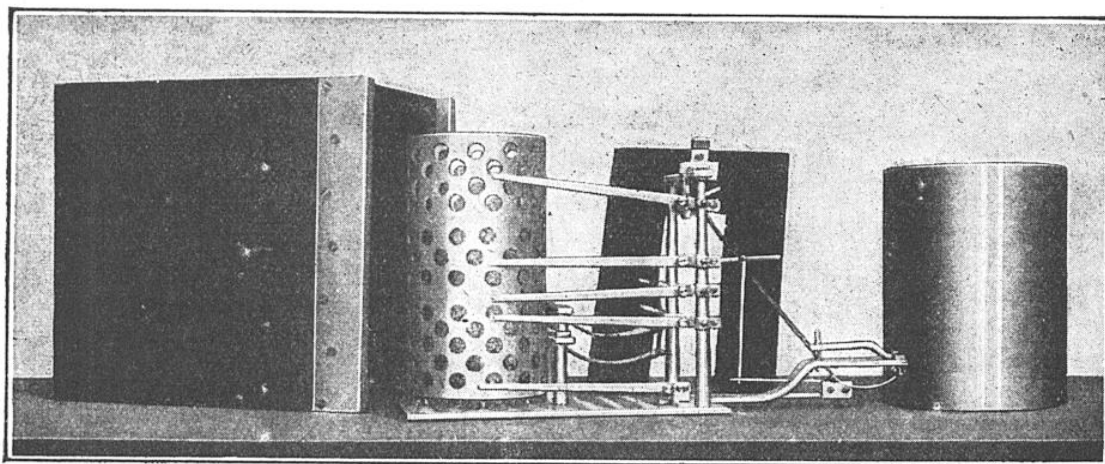
cours de toute une journée. Lors de la mission franco-scandinave de Hald, M. Teisserenc de Bort a pu maintenir des cerfs-volants météorologiques dans l'atmosphère pendant plus de vingt-quatre heures.

Les cerfs-volants ont donné d'excellents résultats à tous ceux qui les utilisèrent; le prince de Monaco, dans ses croisières scientifiques de la *Princesse-Alice*, les observatoires américains de Blue-Hill, Mount-Weather, les observatoires allemands de Lindenberg, Goettingue, les observatoires français de Trappes et de Clermont-Ferrand, l'observatoire italien de Pavie, dirigé par le professeur Gamba, et quantité d'autres, ont tiré des sondages effectués des indications scientifiques d'une réelle valeur. Aux Etats-Unis, notamment, les sondages aériens sont organisés d'une façon particulièrement remarquable. Six stations aérologiques sont installées à Broken Arrow, Drexel, Ellendale, Groesbeck, Leesburg et Royal Center; les

7 *

observations sont faites *tous les jours* au moyen de cerfs-volants et de ballons-pilotes. Six autres stations, n'utilisant que des ballons, sont aménagées à Burlington, Derver, Ithaca, Lansing, Madison et Washington. De plus, l'armée et la marine disposent de douze stations analogues. Toutes les observations recueillies sont transmises chaque jour au Bureau central de Washington et aux autres bureaux secondaires, en vue de l'établissement d'un bulletin météorologique particulièrement destiné à la navigation aérienne. Tous ces services sont placés sous la direc-

destiné aux cerfs-volants, est dû à M. Marvin, qui dirige le service météorologique du département de l'agriculture à Washington. Cet appareil, utilisé depuis plusieurs années à Blue-Hill et au Mount-Weather, pèse environ 1 k. 500. Au début de chaque ascension, le météorographe est maintenu un quart d'heure ou une demi-heure à une petite distance du sol, pour enregistrer l'état de l'atmosphère à terre. Puis il est suspendu au bout d'une corde de 15 à 20 mètres, fixée à la jonction des câbles de deux cerfs-volants. On arrête le déroulement de la ligne de



(Cliché J. Richard.)

MÉTÉOROGAPHE EN ALUMINIUM IMAGINÉ PAR M. TEISSERENC DE BORT

Le météorographe ci-dessus comprend un baromètre anéroïde, deux thermomètres à dilatation de liquide, et un hygromètre dont la partie active est constituée par un groupe de cheveux. L'inscription se fait sur une feuille d'aluminium très mince enduite de noir de fumée.

tion très remarquable de M. C. Marvin.

La place dont nous disposons pour cet article est, malheureusement, trop restreinte pour que nous puissions exposer les résultats obtenus, même succinctement.

Il nous faut encore parler, en effet, des instruments qui permettent de recueillir ces indications. Car si les progrès réalisés dans la conception des ballons et des cerfs-volants sont extrêmement intéressants, les perfectionnements apportés aux instruments enregistreurs ne le sont pas moins, car ils ont une grande part dans les succès obtenus.

Nous sommes loin, aujourd'hui, des appareils rustiques employés au début des premiers sondages aériens. Depuis une vingtaine d'années, la fabrication des instruments enregistreurs a été singulièrement améliorée.

Les instruments utilisés actuellement permettent d'enregistrer la pression barométrique, la température, l'état hygrométrique de l'air et la vitesse du vent. L'un de ceux-ci,

retenue lorsqu'on a dévidé 300, 600, 1.000, 1.500 et 2.000 mètres ; on n'arrête plus ensuite que tous les 2.000 mètres. Ces arrêts permettent aux instruments d'enregistrer leurs indications sans que celles-ci risquent d'être faussées par le déroulement du câble.

Les instruments utilisés dans la plupart des observatoires d'Europe sont dus à M. J. Richard. C'est, d'abord, un météorographe établi sur les indications de M. Teisserenc de Bort, le regretté directeur de l'observatoire de Trappes. Il comprend un baromètre anéroïde, deux thermomètres à dilatation de liquide, et un hygromètre dont la partie active est constituée par un groupe de cheveux agissant sur un système de cames roulantes qui rendent ces indications proportionnelles. L'inscription se fait sur une feuille d'aluminium très mince enduite de noir de fumée. Elle s'enroule sur un cylindre enregistreur qui est ajouré pour lui donner plus de légèreté. Cinq styles tracent les

diagrammes, le style inférieur traçant la ligne de zéro. Tout cet ensemble est enfermé dans une boîte de liège, très légère, que l'on suspend soit sur le fil de retenue des cerfs-volants, soit à l'extrémité du câble formé par la réunion des suspentes du ballon.

Un autre appareil, également enregistreur, est le barothermohygroanémomètre. Comme son nom l'indique, il possède, en plus des dispositifs de l'instrument précédent, un moulinet anémométrique qui permet d'enregistrer la vitesse du vent aux hautes altitudes. L'inscription a lieu, non pas sur une feuille d'aluminium enduite de noir de fumée, mais sur du papier spécial.

On a cherché à créer aussi des instruments permettant d'enregistrer la direction du vent aux hautes altitudes. Jusqu'ici, les solutions préconisées ne paraissent pas très satisfaisantes. Aussi, se contente-t-on de recourir à d'autres méthodes, dont l'une a donné, pendant la guerre, notamment, au service météorologique de l'armée, des résultats très satisfaisants,

Le lieutenant-colonel Saconney l'a, d'ailleurs, exposée, dans ses grandes lignes, aux lecteurs de *La Science et la Vie* (n° 12, 1913). Elle consiste à suivre, au moyen d'un *théodolite*, la trajectoire d'un petit ballon de caoutchouc, dont un observateur note les positions successives dans l'espace. Par le même procédé et en recourant à deux *théodolites*, placés sur une même base, on arrive à déterminer également la vitesse du vent.

Un professeur de l'Ecole Polytechnique,

M. P. Idrac, a imaginé un dispositif très simple pour vérifier, en altitude, les changements de direction du vent. Ce dispositif consiste à placer sur la corde d'un cerf-volant de grandes bandes de tissu. Au moyen de deux appareils de visée, on peut déterminer facilement l'orientation que prennent ces bandes, et, par conséquent, la direction du

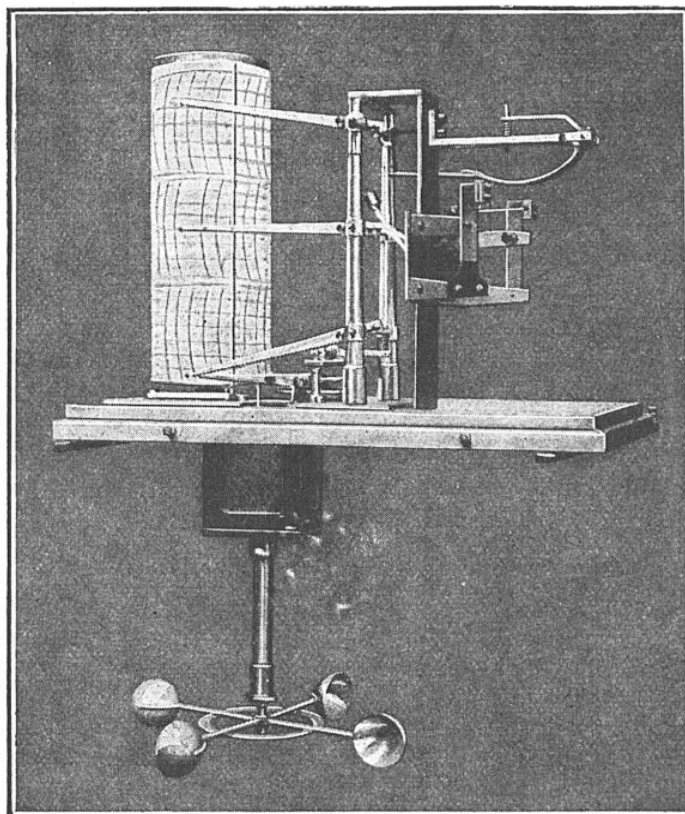
vent. Toutefois, cette méthode, aussi bien que la précédente, a l'inconvénient d'être basée sur l'observation directe, c'est-à-dire qu'elle n'est réalisable que par temps clair. La présence de nuages rend cette méthode inefficace. La visée sur un cerf-volant peut également donner de très bons résultats, mais l'inconvénient précité subsiste toujours.

Aussi a-t-on songé à remplacer l'observation visuelle par l'observation acoustique. On connaît le principe du repérage par le son, qui donna de si heureux résultats pen-

dant les hostilités ; c'est un procédé quelque peu analogue qui fut utilisé en météorologie. Au lieu de repérer la position du ballon-sonde, on situait l'éclatement d'un pétard emporté par ce même ballon. Le procédé n'a pas donné tout ce qu'en attendait son auteur.

Le professeur Gamba, qui dirige l'observatoire de Pavie, a réalisé, dans l'exploration de la haute atmosphère, des travaux vraiment remarquables. Ses ballons-sondes détiennent le record du monde de hauteur par 35.000 mètres, et ses sondages par cerfs-volants ne sont pas moins intéressants.

En dehors des expériences couramment



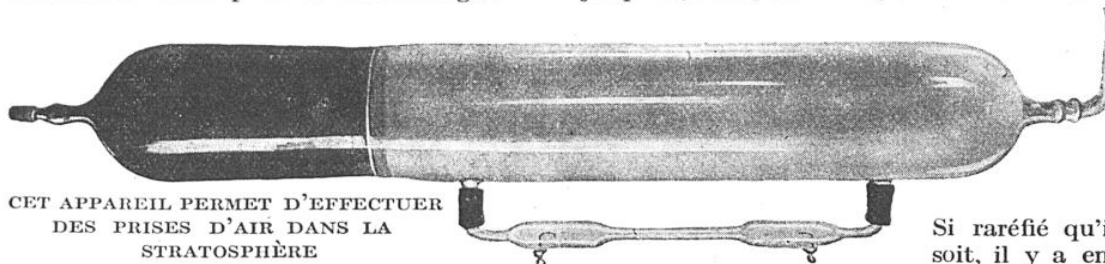
BAROTHERMOHYGROANÉMOMÈTRE RICHARD

Cet appareil possède, en plus des dispositifs de l'instrument précédent, un moulinet anémométrique qui permet d'enregistrer la vitesse du vent aux hautes altitudes.

réalisées dans tous les observatoires aérologiques dont nous avons parlé, le professeur Gamba procède, en ce moment encore, à des prises d'air aux hautes altitudes. Il se sert pour cela de l'appareil à prise d'air imaginé par Teisserenc de Bort et modifié par lui. Cet appareil permet l'analyse spectroscopique directe des échantillons d'air prélevés à plusieurs milliers de mètres au-dessus du sol, cette analyse étant faite dès que l'appareil a été retourné à l'observatoire. Le professeur Gamba va commencer une nouvelle série d'expériences pour l'étude de la composition de l'air dans la stratosphère — au delà de 10 kilomètres — et nul doute qu'il ne tire de ces expériences des indications utiles pour la météorologie.

fait des progrès considérables en ces dernières années. Les recherches du prince de Monaco, effectuées au-dessus des océans, ont complété les résultats obtenus en étendant, d'une manière considérable, le champ de nos connaissances en météorologie maritime. Il reste cependant encore beaucoup à faire dans cette voie et l'on s'efforce d'apporter aux dispositifs existants de nouveaux perfectionnements. C'est ainsi qu'il y aurait un immense intérêt à explorer les hautes limites de l'atmosphère sur lesquelles nous n'avons guère de données précises.

Une récente découverte a établi que l'épaisseur de l'atmosphère n'était pas de 200 kilomètres au maximum, comme on le croyait jusqu'ici, mais, au moins, de 400 kilomètres.



CET APPAREIL PERMET D'EFFECTUER
DES PRISES D'AIR DANS LA
STRATOSPHERE

L'instrument, conçu par M. Teisserenc de Bort, a été modifié par le professeur italien Gamba. Il permet l'analyse spectroscopique directe des échantillons d'air prélevés à plusieurs milliers de mètres au-dessus du sol.

L'intérêt du cerf-volant réside dans son immobilité et sur la possibilité, qui découle de ce fait, de pouvoir procéder, en un point donné, à des observations de longue durée. On a pensé à remplacer le cerf-volant, lorsque le vent fait défaut, par de petits ballons sphériques captifs. Ces ballons n'ont pas d'abord donné ce qu'on en attendait, parce que la moindre brise suffisait à les incliner au point d'empêcher toute ascension, mais l'invention des ballons allongés a permis de reprendre cette idée et de la réaliser avec de bons résultats. Un ballon allongé permet d'élever des instruments enregistreurs jusqu'à 2 ou 3.000 mètres de haut. Le ballon Caquot, qui est un drachen très amélioré, permettrait certainement d'obtenir mieux encore, c'est-à-dire de monter jusqu'à 4.000 mètres au moins et de tenir l'air par des vents qui pourraient atteindre jusqu'à 15 et 16 mètres. Toutefois, dans la pratique, ce ballon allongé est peu employé ; en Italie et aux Etats-Unis, où l'on se sert de captifs, on n'a guère recours qu'aux sphériques lorsque le vent n'est pas assez fort pour permettre le lancement des cerfs-volants.

Grâce à tous les travaux que nous venons de signaler rapidement, la météorologie a

Si raréfié qu'il soit, il y a encore de l'air à cette hauteur. Pourra-t-on, un jour, envoyer des instruments enregistreurs à une pareille altitude ? Cela semble bien difficile avec les moyens actuels, mais l'avenir donnera peut-être la solution de ce difficile problème. Un savant américain vient, en effet, d'imaginer, dans ce but, une fusée extraordinairement puissante. Pourvue de charges multiples, elle pourrait monter à des hauteurs énormes, celles-ci ne dépendant que du nombre de charges qu'elle comporterait. Ainsi, une fusée de 1.600 grammes pourrait atteindre 47 kilomètres de hauteur, tandis qu'une fusée de 3 kilos dépasserait 190 kilomètres. L'inventeur a construit des modèles d'essais qui ont confirmé, paraît-il, ses prévisions, mais il reste à savoir si l'énorme vitesse de déplacement du projectile — 2.700 mètres à la seconde — ne rendrait pas impossible le fonctionnement des instruments assez délicats qu'il emporterait avec lui.

La fusée constituera peut-être, dans l'avenir, la solution idéale pour l'exploration des hautes couches de la stratosphère, mais, en attendant qu'il en soit ainsi, on continuera à recourir aux ballons-sondes et aux cerfs-volants, dont l'emploi, en météorologie, se généralise dans tous les pays civilisés.

GEORGES HOUARD.

DE NOUVEAUX INSTRUMENTS SPECTROPHOTOGRAPHIQUES FACILITENT LA TACHE DES SAVANTS

Par Jacques BOYER

DEPUIS l'observation méthodique des raies du spectre par Wollaston et Fraunhofer, les conquêtes scientifiques dues à ce procédé d'analyse des vibrations lumineuses ne se comptent plus. En particulier, dans le domaine de la chimie, le spectroscopie a conduit à la découverte de nombreux corps simples. A la suite des travaux classiques de Bunsen et Kirchhoff, qui trouvèrent, pour leur part, le calcium et le rubidium, plusieurs savants se lancèrent dans cette voie. Pour nous borner à la France, citons Leconte de Boisbaudran, Demarçay et, plus près de nous, de Grammont, Urbain, et tant d'autres dont les importantes constatations viennent attester, chaque jour, la superbe fécondité de cette méthode.

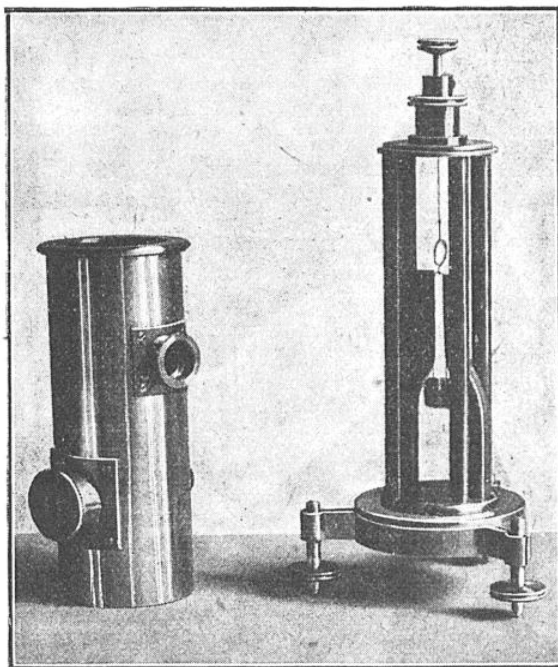
Le grand intérêt des applications de la spectroscopie à la chimie réside dans son extrême sensibilité. Des traces de corps, inobservables par des moyens analytiques ordinaires, se caractérisent aisément par leurs raies. Et, de même, en astronomie, c'est l'analyse spectrale qui nous a révélé la constitution des astres.

Mais actuellement, on tend à substituer, à l'observation directe de l'image spectrale, son enregistrement photographique. Autre-

ment dit, physiciens, chimistes, astronomes et bactériologistes font aujourd'hui de la *spectrophotographie*. Ce perfectionnement offre de multiples avantages. On garde, de la sorte, la trace des plus fines raies spectrales

et on mesure leurs distances respectives avec une précision que ne permettait pas toujours le micromètre des anciens spectroscopes. Dans ce but, on photographie, côte à côte, le spectre inconnu et celui d'un corps simple bien étudié, généralement le fer, qui sert d'étalon. On porte le spectrogramme obtenu sur la plate-forme d'une machine à diviser et, vu la richesse en raies très fines de l'arc en fer ainsi que la grande précision avec laquelle on connaît ces dernières depuis leur étude par MM. Buisson et Fabry, on identifie aisément les raies des corps simples recherchés. En outre, la dispersion des substances réfringentes, employées pour la construction des prismes, augmen-

te très vite avec la réfrangibilité des rayons. En particulier, le quartz, très transparent dans l'ultra-violet, donne un spectre photographiable très étalé, tandis que sa dispersion dans la région visible n'atteint pas le tiers de celle des verres plombés habituellement usités pour la fabrication des prismes.



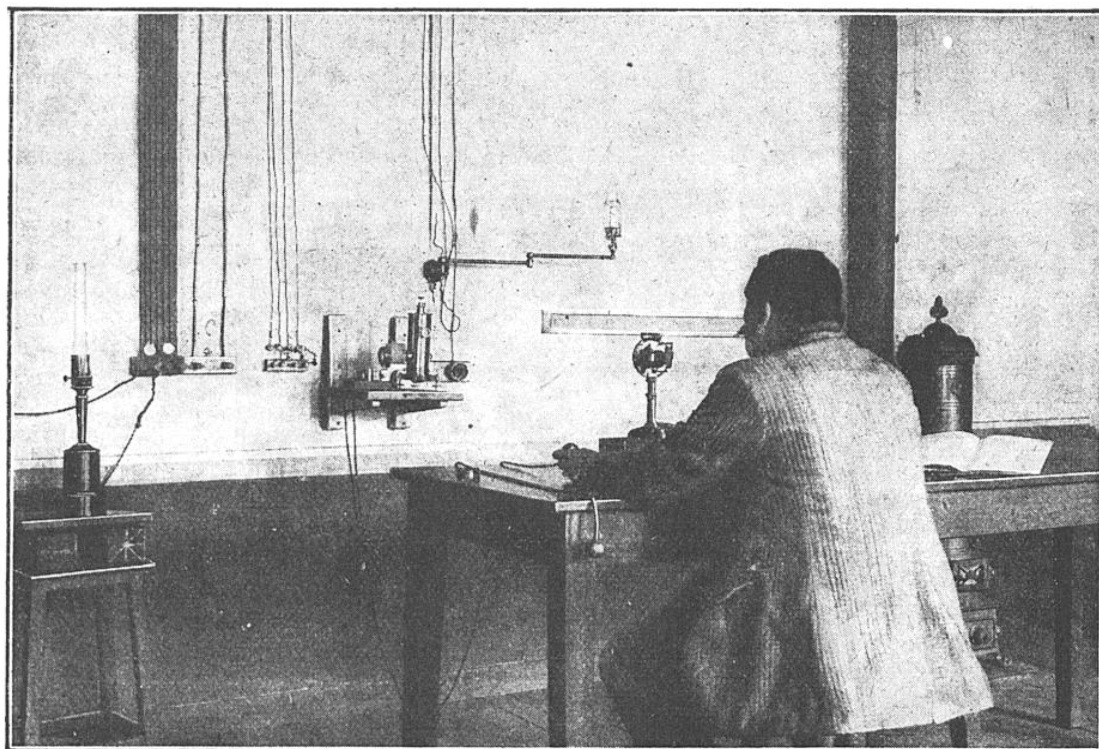
LE PHOTOMÈTRE FÉRY DÉMONTÉ

Le cylindre de cuivre qui enveloppe l'instrument a été mis de côté afin de montrer la disposition intérieure du photomètre, formé d'un cadre de cuivre suspendu dans le champ magnétique d'un aimant par une lame très mince de bronze phosphoreux.

Jusque vers 1910, les spectrophotographes comprenaient un spectroscopie dont les différents milieux réfringents (prisme dispersif, lentilles de la lunette et du collimateur) étaient en quartz. Quant à l'oculaire, un châssis, recevant la plaque photographique sur laquelle allait s'inscrire l'image spectrale, le remplaçait. Toutefois, l'emploi du quartz ne va pas sans certaines difficultés. Comme tous les cristaux qui n'appartiennent

tique qui en résulte force, pour mettre simultanément au point les diverses radiations, à incliner fortement la plaque photographique sur le châssis et à employer une plaque courbe ou une pellicule s'appliquant exactement sur un profil de courbure convenable.

Aussi, vers cette époque, M. Féry, professeur à l'Ecole de physique et de chimie industrielle de la Ville de Paris, se proposa de supprimer ces inconvénients. Son spectrophotographe



MESURE PHOTOMÉTRIQUE EXÉCUTÉE A L'AIDE DU DISPOSITIF FÉRY

Pour effectuer les mesures commodément, l'opérateur déplace la lentille à distance à l'aide de deux poires en caoutchouc. Grâce à un petit miroir concave, porté par le fil de suspension, le système donne 500 millimètres de déviation sur une échelle distante de 2 mètres quand une des plaquettes d'argent, qui forment le couple thermo-électrique, reçoit les radiations de la source lumineuse.

pas au premier système cristallin, ce minéral possède une double réfraction qui, sans être importante, suffirait cependant à dédoubler les fines raies à observer. Même dans la direction de l'axe, le cristal imprime à la lumière une polarisation rotatoire gênante et, pour obtenir une pureté parfaite des lignes spectrales, il faut, comme l'a proposé Cornu, se servir de deux prismes de quartz de rotation opposée. En outre, les constructeurs, devant l'impossibilité d'achromatiser aisément les lentilles complexes, en mettent de simples à ces appareils. L'aberration chroma-

comprend uniquement la fente éclairée par les radiations à analyser, le prisme et le châssis photographique, et est dépourvu de tout système de concentration. Le prisme joue non seulement le rôle d'organe dispersif, mais il fournit également une image nette des diverses régions du spectre. On atteint ce but en s'adressant à des surfaces légèrement courbes pour le prisme : l'une, la face antérieure est concave, l'autre est convexe, mais en étamant cette dernière, elle fonctionne comme un miroir concave et opère la concentration des rayons. Ce système

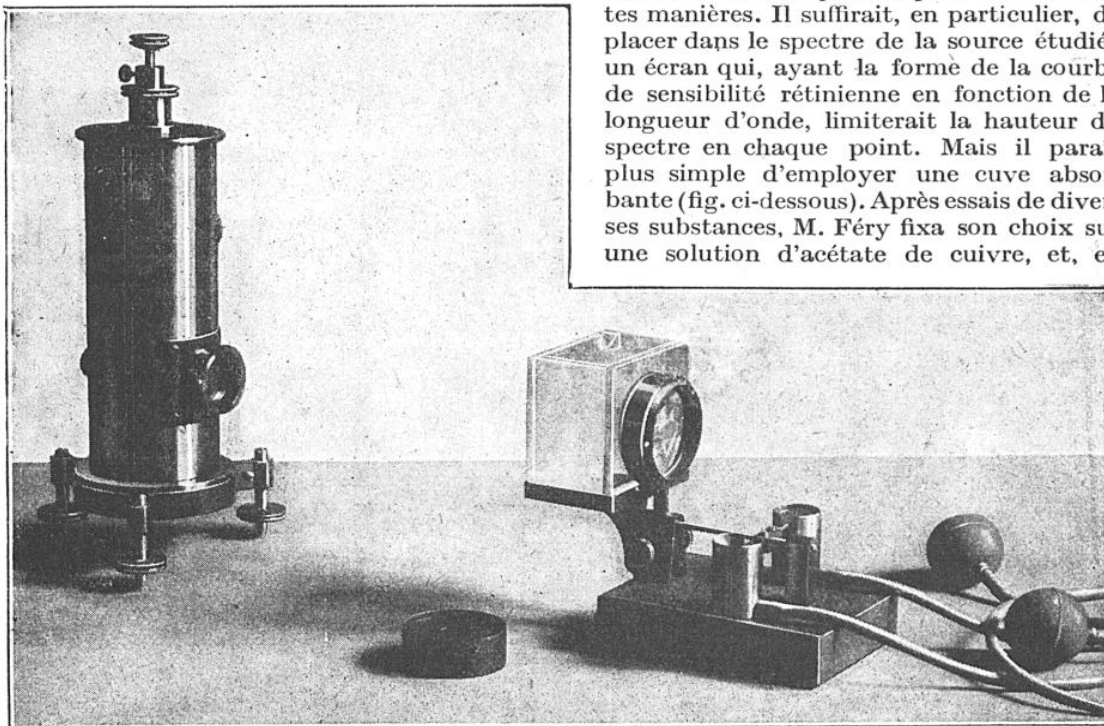
permet donc de prendre plusieurs photographies sur la même plaque, car il faut absolument repérer, comme nous l'avons vu plus haut, les raies spectrales du corps étudié avec celles d'un étalon, bien connues et photographiées côte à côte. On mesure ensuite très exactement, avec une petite machine à diviser spéciale, les spectrogrammes obtenus, d'un usage courant aujourd'hui dans les laboratoires de chimie analytique.

Mais si, au cours de ces dernières années, on a fait de nombreuses tentatives pour

spectre pour laquelle notre œil, se montre parfaitement et fâcheusement insensible.

Cependant, M. Charles Féry a montré encore que cette mesure, pour être correcte, devait se faire sur un faisceau dont on ne laisse passer, de chaque radiation élémentaire, qu'une quantité proportionnelle à son activité sur la rétine. S'appuyant sur cette remarque, il a imaginé un nouveau photomètre à lecture directe dont la construction présentait, d'ailleurs, plus d'une difficulté.

Effectivement, la sélection des radiations inactives sur l'œil peut s'opérer de différentes manières. Il suffirait, en particulier, de placer dans le spectre de la source étudiée un écran qui, ayant la forme de la courbe de sensibilité rétinienne en fonction de la longueur d'onde, limiterait la hauteur du spectre en chaque point. Mais il paraît plus simple d'employer une cuve absorbante (fig. ci-dessous). Après essais de diverses substances, M. Féry fixa son choix sur une solution d'acétate de cuivre, et, en



LE PHOTOMÈTRE FÉRY A LECTURE DIRECTE ET LA CUVE ABSORBANTE RENFERMANT UNE SOLUTION D'ACÉTATE DE CUIVRE

Les poires en caoutchouc permettent de déplacer la lentille à distance et facilitent ainsi les mesures.

effectuer les comparaisons photométriques sans le secours de l'œil, on n'a, malheureusement, pas pu réaliser, jusqu'ici, un dispositif sensible aux mêmes régions du spectre que la rétine. Ceci explique pourquoi les méthodes basées, par exemple, sur les réactions photographiques ou sur la variation de résistance électrique du sélénium éclairé ont donné quelques mécomptes.

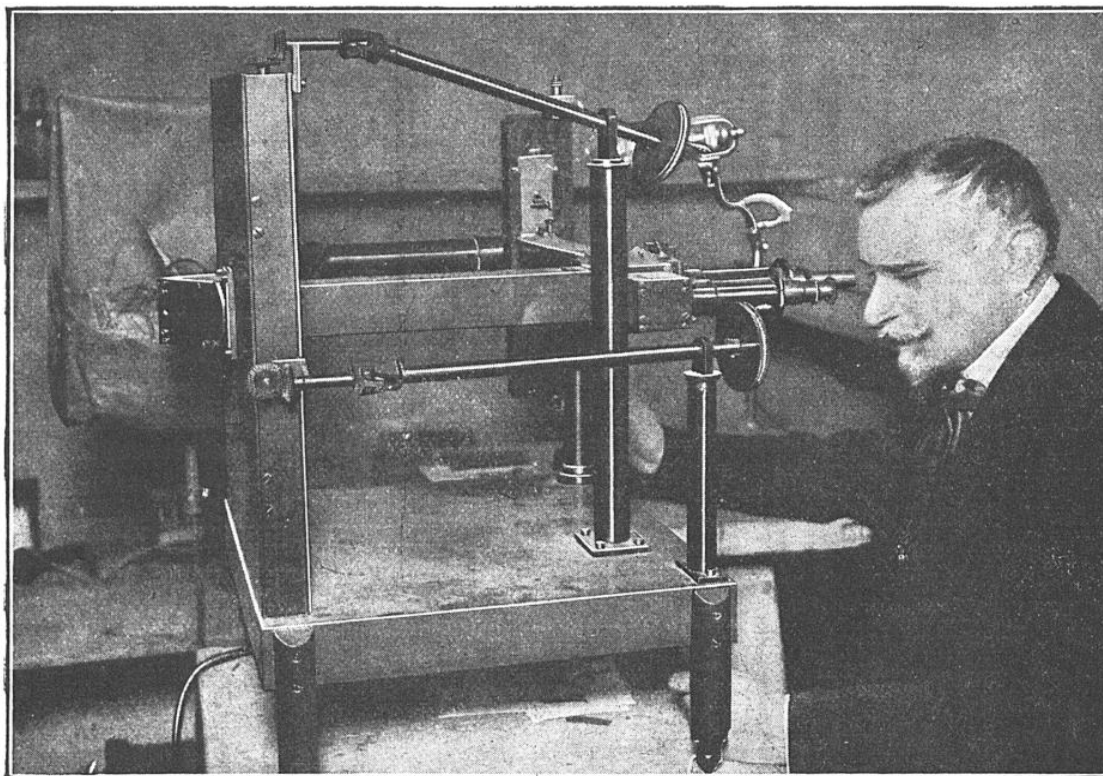
La détermination de l'énergie totale de la radiation donnée par une source lumineuse n'avait pas fourni non plus de meilleurs résultats, car le maximum de cette énergie se produit d'ordinaire dans une partie du

modifiant de la façon suivante le *radiomicro-mètre* de C. V. Boys, il inventa un dispositif assez sensible aux minimes quantités de chaleur qu'il s'agissait de mesurer.

Le *photomètre Féry* se compose d'un cadre de cuivre suspendu dans le champ magnétique d'un aimant par une lame très mince de bronze phosphoreux. Pour que les deux soudures du couple ainsi constitué se trouvent plongées dans les couches d'air à température identique, on les dispose côte à côte, à une même hauteur et on les enveloppe d'un petit cylindre en cuivre rouge épais, qu'on voit placé à proximité de son

support. L'épaisseur des lames rectangulaires d'argent qui forment les soudures est de 3 millimètres ; leurs faces seules sont passées au noir de platine et leur envers poli avec soin. Afin de rendre le réglage plus aisé, on colle, en outre, au dos des deux lamelles d'argent, une feuille de papier qui permet de se rendre compte s'il ne tombe pas de lumière en dehors de la surface noircie.

mesures commodément, l'opérateur déplace la lentille à distance à l'aide de deux poires en caoutchouc et amène successivement l'image sur les deux soudures. Des vis de réglage limitent la valeur du déplacement et, en exécutant cette manœuvre à des intervalles de temps égaux, on annule les erreurs provenant de la variation lente du zéro. Dans le cas de foyers lumineux très intenses,



OPACIMÈTRE DE M. BAILLAUD, DIRECTEUR DE L'OBSERVATOIRE DE PARIS

Avec cet instrument, employé dans quelques observatoires pour l'étude des clichés stellaires, on compare une plaque photographique à un écran absorbant par l'intermédiaire de deux lunettes et d'un double prisme. Une lentille reçoit ensuite ces deux faisceaux et forme les deux images superposées sur un opercule. L'œil placé derrière celui-ci, l'observateur reçoit la totalité de la lumière transmise et, visant sur la lentille, compare l'éclairement de la tache centrale dû au faisceau issu de la plaque à celui de la zone annulaire produite par les rayons ayant traversé l'écran absorbant.

Grâce à un petit miroir concave porté par le fil de suspension, le système donne cinquante millimètres de déviation sur une échelle distante de deux mètres quand une des plaquettes d'argent reçoit les radiations d'une lampe disposée à un mètre.

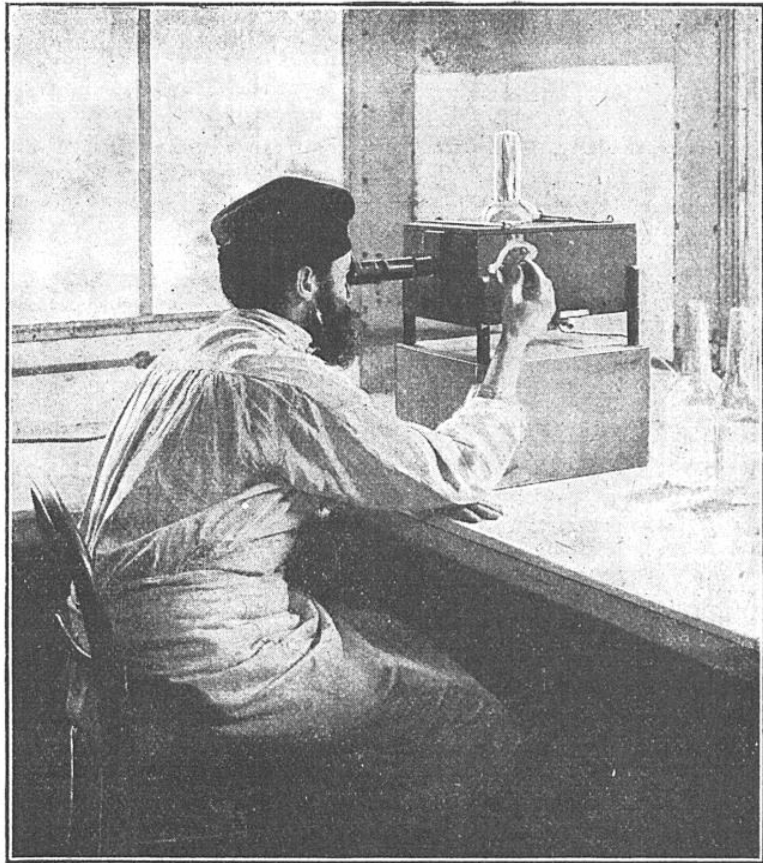
Toutefois, l'interposition de la cuve absorbante réduisant considérablement la sensibilité, on munit l'appareil d'une lentille qui projette l'image de la source lumineuse sur des lamelles argentées. Pour faire les

il faut réduire, au moyen de diaphragmes de surface déterminée, la sensibilité de l'appareil, qui donne soixante millimètres de déviation pour une lampe Carcel située à un mètre.

Avec son photomètre, d'un maniement très simple, M. Féry a déjà obtenu d'intéressants résultats dont quelques-uns confirment, d'ailleurs, les mesures obtenues par les méthodes photométriques ordinaires. Il a vu, entre autres, que le rendement du bec Bengel était seulement de 0,091 alors

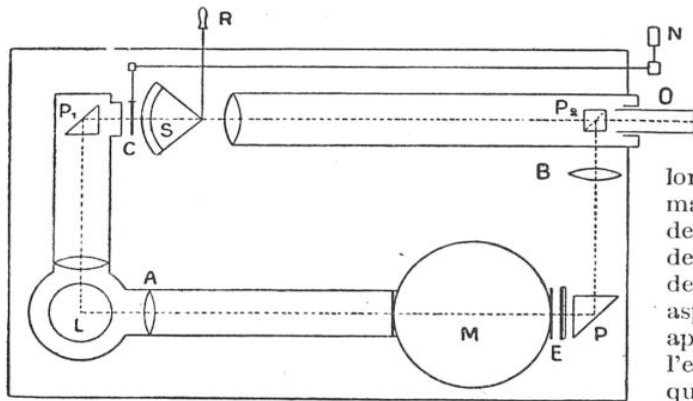
que celui du bec Auer atteignait 0,401 ; il a également étendu ses recherches aux lampes à arc et à vapeur de mercure.

De même, pour déterminer l'opacité d'une substance solide translucide, d'une émulsion ou d'un milieu trouble quelconque ; autrement dit, pour mesurer les intensités de la lumière diffusée à travers des corps incomplètement transparents, les physiciens imaginèrent des instruments très perfectionnés. La photographie était naturellement indiquée pour déterminer l'intensité d'un rayon lumineux, ainsi que nous le remarquons plus haut. La plaque, en effet, permet non seulement d'enregistrer, d'une façon durable, plusieurs phénomènes concomitants mais surtout d'étudier certaines radiations spectrales inaccessibles à notre œil comme l'ultra-violet et l'infra-rouge. La photométrie photographique se ramène, en définitive, à la mesure de l'opacité produite, après développement, dans les différentes



MODÈLE D'ESSAIS DE L'OPACIMÈTRE VLÈS (1917)

Cet appareil fut mis en service, pendant les deux dernières années de la guerre, au Laboratoire antityphique de l'armée.



PLAN SCHÉMATIQUE DE L'OPACIMÈTRE VLÈS, DE WATTEVILLE ET LAMBERT (1919)

L, source lumineuse ; A, lentille ; M, ballon de cuivre plein d'eau ; E, écran coloré ; P P₁, prismes à réflexion totale ; B, lentille ; P₂, cube de verre formé de deux prismes rectangulaires accolés ; C, lame photographique ; N, manette ; R, levier permettant d'actionner le volet S.

régions de la couche sensible.

Pour ses recherches astronomiques, Franz Hartmann construisit, il y a une vingtaine d'années environ, un des premiers *microphotomètres* précis, employé depuis lors dans de nombreux observatoires mais qui avait un grave défaut : les deux plages photométriques, images de la plaque à mesurer et de la plaque de comparaison, n'offraient pas un aspect uniforme. Les grains d'argent apparaissaient et, en conséquence, l'expérimentateur ne pouvait obtenir que d'une manière très approchée l'égalisation photométrique. Aussi, dans leur microphotomètre, décrit en 1912, MM. Fabry et Buisson s'efforcèrent d'éviter cet inconvénient. Pour réaliser des plages photométriques parfaitement uniformes, ces savants employèrent une lame dont la densité

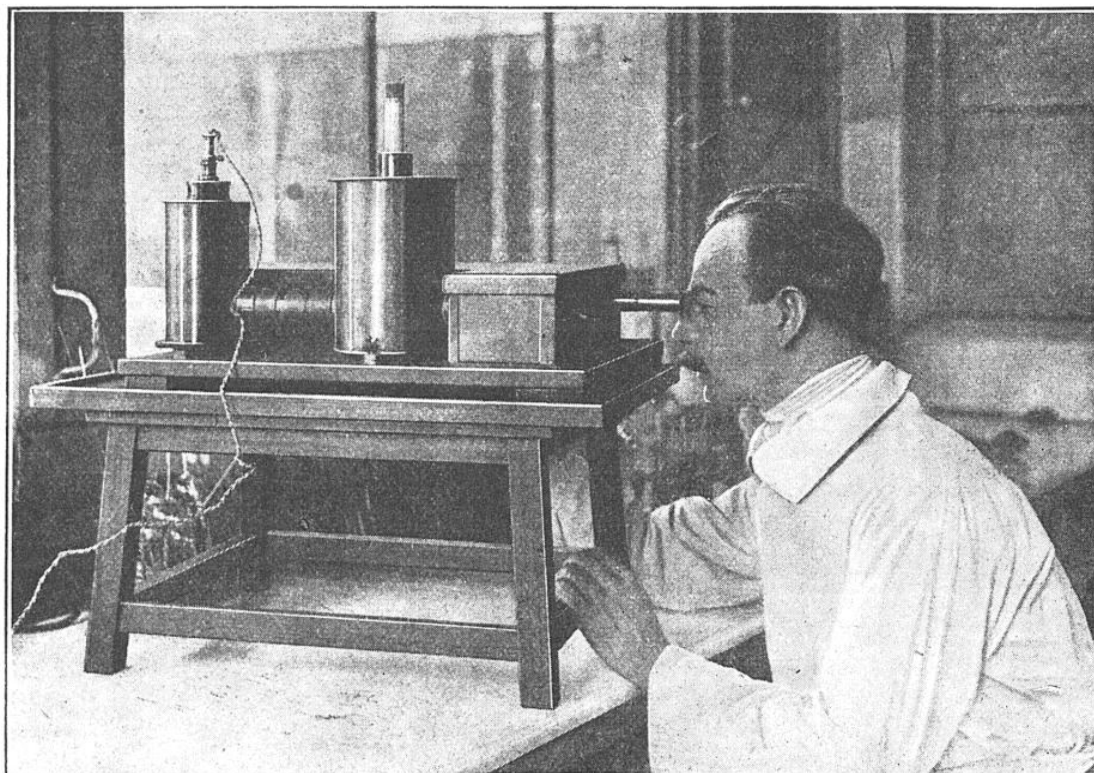
variait légèrement d'un point à un autre suivant une loi préalablement connue.

D'abord, ils confectionnèrent cette teinte dégradée en exposant une plaque sensible à la lumière d'une lampe au mercure, en interposant devant elle une cuve en forme de prisme très aigu, renfermant une solution faible de chromate neutre de potassium.

L'intensité de la radiation violette, à peu

suivant une loi exactement linéaire en fonction de la distance à un point fixe.

Avec le microphotomètre Fabry et Buisson, on effectue très rapidement les mesures d'opacité puisqu'il suffit de déterminer les densités en deux endroits seulement pour tracer la courbe de graduation ; on peut l'utiliser en toute sûreté aussi bien pour l'essai des plaques photographiques que



DOSAGE BACTÉRIEN AU MOYEN DE L'OPACIMÈTRE VLÈS, DE WATTEVILLE ET LAMBERT

La lame photographique, à opacité plus ou moins grande, selon les régions, pivote sur son centre sous l'action d'une manette que l'observateur manœuvre de l'extérieur et elle porte une échelle divisée. L'image des divisions se trouve au point dans le microscope. L'un des circuits lumineux traverse la fiole contenant l'émulsion microbienne et l'autre la lame photographique ; ils forment, dans le champ de l'oculaire, deux plages adjacentes dont l'observateur réalise l'égalité.

près seule agissante, décroît ainsi progressivement d'un bord à l'autre et, après développement, on obtient un « coin photométrique » dont la courbe de densité ne diffère guère d'une ligne droite. Ils trouvèrent ensuite plus commode de se servir d'une lame de verre absorbant taillée en forme de prisme aigu et accolée à une lame de verre transparent de même forme mais tournée en sens inverse ; ils avaient ainsi une épaisseur absorbante croissant très régulièrement d'un bout à l'autre et dont la densité variait

pour les autres applications photométriques.

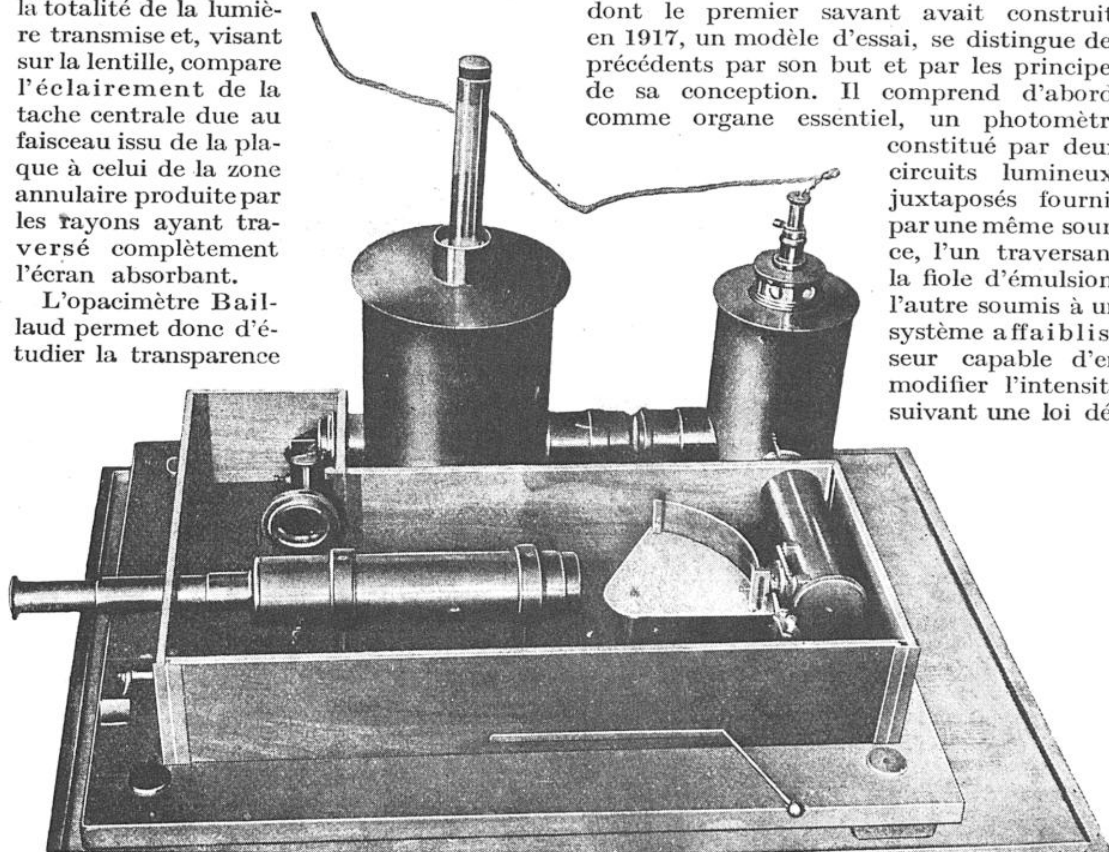
De son côté, M. Baillaud a proposé un *opacimètre intégrateur* reposant sur le même principe que le microphotomètre d'Hartmann mais en différant par quelques détails de construction. Avec cet instrument, employé dans quelques observatoires à l'étude des clichés stellaires, on compare encore une plaque photographique à un écran absorbant par l'intermédiaire de deux lunettes et d'un double prisme de Lummer et Brodhum. Mais les deux objectifs des

lunettes ont leurs foyers principaux sur la plaque et sur l'écran absorbant, de telle façon que les prismes se trouvent traversés par des rayons parallèles. Une lentille reçoit ensuite ces deux faisceaux et forme les deux images superposées sur un opercule. L'œil placé derrière celui-ci, l'observateur reçoit la totalité de la lumière transmise et, visant sur la lentille, compare l'éclairement de la tache centrale due au faisceau issu de la plaque à celui de la zone annulaire produite par les rayons ayant traversé complètement l'écran absorbant.

L'opacimètre Bailaud permet donc d'étudier la transparence

qui pointe sur l'écran photométrique et qui est muni d'un oculaire de forme telle que l'image annulaire de l'opercule puisse se former sur la pupille de l'observateur.

En 1919, MM. Vlès, de Watteville et Lambert, ont inventé un opacimètre, très précis, en vue des *dosages bactériens*. Cet instrument, dont le premier savant avait construit, en 1917, un modèle d'essai, se distingue des précédents par son but et par les principes de sa conception. Il comprend d'abord, comme organe essentiel, un photomètre constitué par deux circuits lumineux, juxtaposés fournis par une même source, l'un traversant la fiole d'émulsion, l'autre soumis à un système affaiblisseur capable d'en modifier l'intensité suivant une loi dé-



VUE DE L'OPACIMÈTRE VLÈS, DE WATTEVILLE ET LAMBERT, DÉMONTÉ

On a enlevé le couvercle de la boîte afin de montrer la disposition du microscope, du volet mobile et du levier qui l'actionne, des lentilles, du ballon de cuivre et du cylindre abritant la source lumineuse. Le plan schématique (figure page 105) explique la marche des rayons et le fonctionnement des différents organes de cet appareil aussi ingénieux que remarquable.

globale d'une plage du cliché manquant d'uniformité et nécessite seulement la comparaison de deux teintes plates.

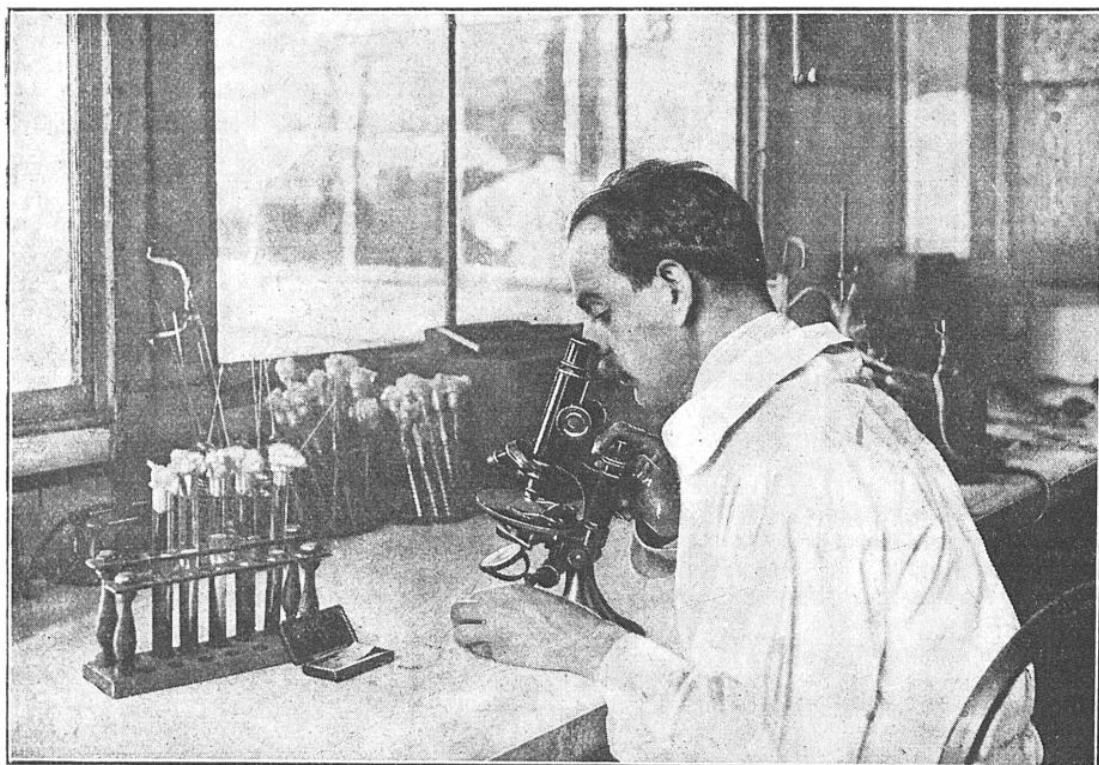
Quand la tache stellaire est très hétérogène, en particulier si la couronne immédiatement circonscrite par l'opercule se trouve notablement plus claire que la partie centrale, les plages de l'écran photométrique apparaissent bordées de liserés brillants qui changent d'aspect au moindre mouvement de l'œil. Les pointés manquent alors de sûreté. On remédie à ce défaut en plaçant contre l'opercule l'objectif d'un petit viseur

terminée. Les deux circuits forment, dans le champ d'un oculaire, deux plages adjacentes dont l'observateur réalise aisément l'égalité en agissant sur le système affaiblisseur basé soit sur les phénomènes de polarisation produits par des piles de glaces, soit sur le déplacement d'une lame d'opacité progressive.

Dans ce nouvel opacimètre, la source lumineuse est une lampe à azote de cent bougies, contenue dans un manchon métallique et laissant passer les rayons dans deux directions rectangulaires. Une lentille projette un faisceau parallèle à travers deux fenêtres

diamétralement opposées dans la paroi d'un ballon de cuivre plein d'eau, destiné à recevoir le tube d'émulsion. A sa sortie, le faisceau, après avoir traversé un écran coloré sélecteur, pénètre dans un prisme à réflexion totale, puis dans une lentille qui se dirige sur un cube de verre constitué par deux prismes rectangulaires, accolés suivant leurs faces hypoténuses dont l'une, partiellement argentée, le renvoie finalement dans un

manette que l'observateur manœuvre de l'extérieur et elle porte une échelle divisant sa longueur en cent parties égales. En outre, on a calculé les caractéristiques de l'objectif pour que l'image des divisions se forme au niveau de la surface argentée du cube de verre, de manière qu'elle se trouve au point dans le microscope en même temps que la limite des deux plages. L'observation de l'égalité de ces deux dernières et la lecture



CE SAVANT COMPTE LES MICROBES AU MOYEN DE LA CELLULE D'ANGUS

On prend une certaine quantité de pulpe microbienne qu'on étend d'un volume d'eau déterminé, puis on porte une goutte de cette solution dans la cellule préalablement mesurée. Connaissant ce chiffre et le nombre de microbes contenus dans la cellule, on calcule le nombre de microbes que l'émulsion mère tient en suspension; mais cette méthode ne vaut pas le dosage avec l'opacimètre Vlès, de Watteville et Lambert.

microscope; l'autre faisceau réfléchi filtre à travers l'écran coloré et, repris ensuite par un objectif, il traverse le cube de verre dans sa moitié non argentée pour venir se juxtaposer dans le champ de l'oculaire du microscope. Toutefois, avant de pénétrer dans l'objectif, ce rayon lumineux franchit la lame photographique, à opacité plus ou moins grande selon les régions, et dont on a préalablement établi la loi de noircissement au moyen de mesures spectrophotométriques. Cette lame, montée sur un cylindre de verre, pivote sur son centre sous l'action d'une

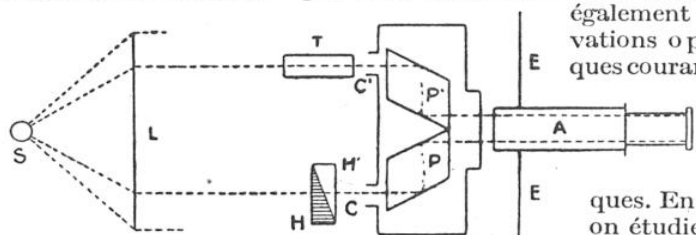
de ces graduations s'effectuent donc dans le même champ. Enfin, pour que l'expérimentateur ne se laisse pas influencer par quelque idée préconçue, un levier lui permet d'actionner le volet mobile qui démasque l'échelle graduée, juste au moment voulu.

Comme on mesure les opacités progressives de cette lame photographique ou écran à l'aide d'une graduation arbitraire, on doit se livrer à un étalonnage empirique. Pour cela, on construit une courbe reliant les divisions de la caractéristique choisie comme représentative de la quantité de substance

bactérienne, par exemple le poids sec des bactéries par centimètre cube d'émulsion. Autrefois, on comptait les microbes au moyen de la cellule d'Angus (fig. page 108), mais cette méthode ne tardera pas à être remplacée par les dosages à l'aide du nouvel opacimètre Vlès, de Watteville et Lambert. Voici, en quelques mots, la technique opératoire. Après avoir pris comme type une émulsion bactérienne, on la partage en deux portions. L'une est mise dans le centrifugeur Jouan et on lave ensuite, à l'eau distillée, le culot obtenu qu'on reprend par centrifugation, puis qu'on pèse une fois desséché à 110°, à poids constant. On a ainsi le poids sec, en milligrammes, par centimètre cube d'émulsion type. Avec l'autre partie, on confectionne une série d'émulsions qu'on examine successivement à l'opacimètre. En portant alors en abscisses les cotes lues et en ordonnées les poids secs correspondants, on obtient la courbe d'étalonnage. Il faut avoir soin de vérifier, de temps en temps, les réglages de l'appareil au moyen de lames

de verre opale disposées dans les tubes et qui constituent des tests d'opacité constante.

Le *néphélémètre*, réalisé tout récemment par MM. Chéneveau et Audubert, se prête également aux observations opacimétriques courantes dans les



COUPE SCHÉMATIQUE DU NÉPHÉLÉMÈTRE CHÉNEVEAU ET AUDUBERT (1920)

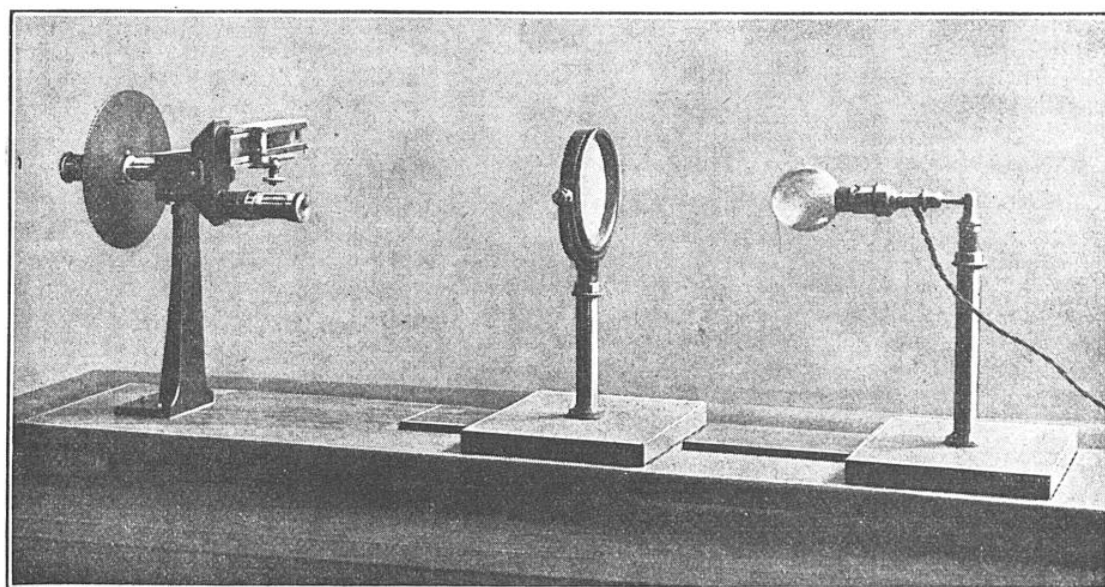
S, source lumineuse ; L, lentille convergente ; C C', fenêtres circulaires ; P P', double prisme à réflexion totale ; E E, écran ; A, lunette d'observation ; T, tube renfermant la substance opaque ; H, coin de verre noir à teinte neutre accolé à un prisme en verre blanc H'.

laboratoires bactériologiques ou chimiques.

En particulier, on étudie facilement avec lui la formation des précipités et la vitesse des réactions chimiques, on dose des corps par précipitation de leurs solutions, on titre des émulsions microbiennes

ou colloïdales et on essaie avec une grande précision des plaques photographiques.

Les physiciens anglais Richards et Wilson avaient déjà proposé de déterminer la différence de concentration de deux émulsions de même nature en comparant leur opacité d'après une formule due à lord Raleigh et généralisée par Boutaric. Mais MM. Chéneveau et Audubert montrèrent que cette méthode devient incorrecte pour les émulsions hétérogènes, car l'exposant d'un des termes de l'équation varie avec la concen-



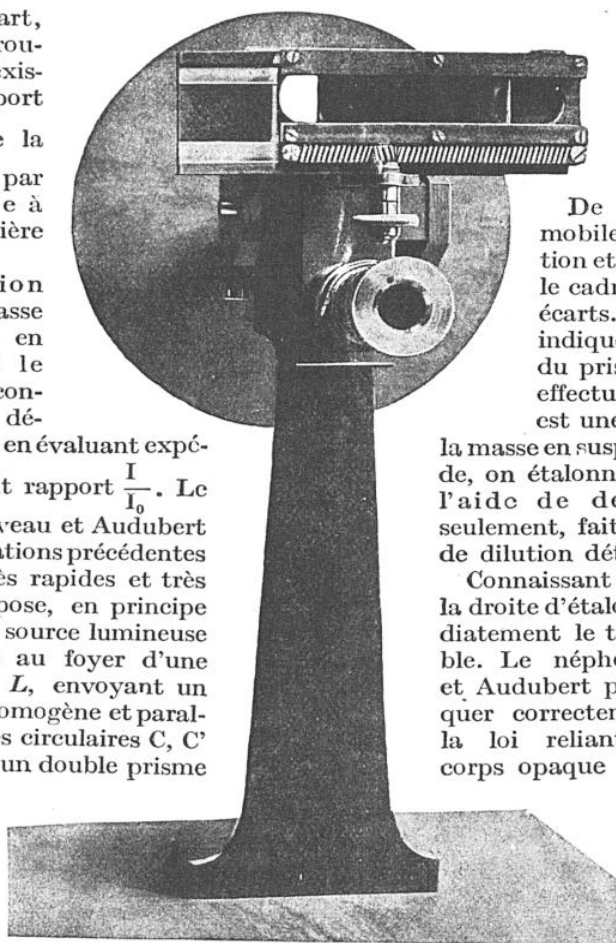
LE NÉPHÉLÉMÈTRE CHÉNEVEAU ET AUDUBERT MONTÉ POUR UNE EXPÉRIENCE
A gauche, l'appareil opacimétrique ; au milieu, une lentille ; à droite, la source lumineuse.

tration. D'autre part, ces mêmes savants trouvèrent la relation existant entre le rapport $\frac{I}{I_0}$ de l'intensité de la lumière transmise par un milieu trouble à l'intensité de la lumière incidente.

C'est une fraction continue de la masse totale M du corps en suspension dans le milieu trouble et, la connaissant, on pourra déterminer cette masse en évaluant expé-

rimentalement le dit rapport $\frac{I}{I_0}$. Le néphélémètre Cheneveau et Audubert basé sur les considérations précédentes rend ces mesures très rapides et très simples. Il se compose, en principe (fig. page 109) d'une source lumineuse intense S disposée au foyer d'une lentille convergente L , envoyant un faisceau lumineux homogène et parallèle sur deux fenêtres circulaires C, C' placées à la base d'un double prisme à réflexion totale $P P'$. L'œil de l'observateur, abrité de toute lumière parasite grâce à un écran EE , compare les éclaircissements de ces deux fenêtres à l'aide d'une lunette A qui en fournit des images contiguës. L'oculaire de la lunette porte, en outre, un écran coloré ne laissant passer qu'une bande étroite du spectre.

D'autre part, on met, dans le tube T , le milieu trouble ou la lame opaque à étudier tandis que devant l'autre fenêtre se trouve une petite lame H de verre noir à teinte neutre accolée à un prisme de verre blanc H' disposé en sens inverse. Les deux faisceaux lumineux transmis par le milieu opaque et par le verre noir viennent se juxtaposer dans la lunette A . Il suffit de déplacer la lame de verre à teinte neutre jusqu'à ce que son épaisseur, traversée par la lumière, équilibre par son absorption celle du liquide à étudier. Pour arriver ainsi à l'égalité des plages lumi-



LA LAME OPAQUE DU NÉPHÉLÉMÈTRE

On déplace cette lame à teinte neutre jusqu'à ce que son épaisseur, traversée par la lumière, équilibre par son absorption celle du liquide à étudier. Pour faciliter la tâche de l'expérimentateur, la lame se trouve montée dans un cadre mobile coulissant au moyen d'un pignon et d'une crémaillère dans un cadre fixe.

neuses continues, la lame se trouve montée dans un cadre mobile coulissant au moyen d'un pignon et d'une crémaillère dans un cadre fixe.

De son côté, le cadre mobile porte une graduation et un repère, inséré sur le cadre fixe, en mesure des écarts. Or, comme la théorie indique que le déplacement du prisme nécessaire pour effectuer la compensation est une fonction linéaire de la masse en suspension dans le liquide, on étalonne le néphélémètre à l'aide de deux déterminations seulement, faites avec des liquides de dilution déterminés.

Connaissant donc le déplacement, la droite d'étalonnage fournit immédiatement le titre du milieu trouble. Le néphélémètre Cheneveau et Audubert permet ainsi d'appliquer correctement et simplement la loi reliant l'absorption d'un corps opaque à sa concentration.

En définitive, les divers instruments spectrographiques facilitent singulièrement aujourd'hui la tâche des savants et des techniciens dans les laboratoires. Avec les photomètres et les spectrophotomètres, les chimistes parviennent à caracté-

tériser des traces de corps inobservables par les méthodes analytiques ordinaires. Au moyen de l'opacimètre intégrateur, en service dans quelques observatoires, les astronomes étudient facilement les clichés stellaires. Grâce au néphélémètre ou autres opacimètres, physiciens, ingénieurs et physiologistes déterminent l'opacité d'une substance solide translucide, d'une émulsion ou d'un milieu trouble quelconque. A l'aide de ces appareils précis et maniables, les uns observent la formation des précipités ou suivent la marche d'une réaction chimique tandis que d'autres procèdent au dosage des corps colloïdaux, etc.

JACQUES BOYER.

LE DÉVELOPPEMENT DE L'INDUSTRIE DES PÂTES ALIMENTAIRES EN FRANCE

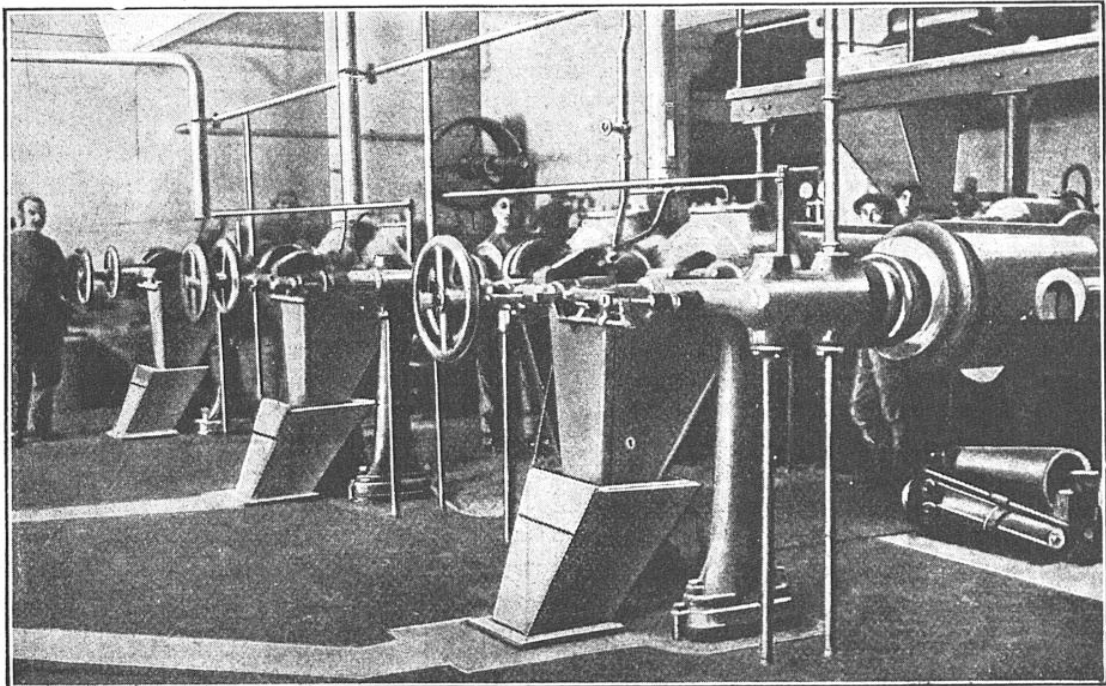
Par Alphonse MAUGUY

PARMI les nombreux et graves problèmes économiques que la guerre a posés, celui de l'alimentation se place certainement au premier rang. La question du blé et des produits qui en dérivent y joue un rôle important. C'est ainsi que les pâtes alimentaires, qui comptent au nombre des éléments nutritifs les moins chers, et, par conséquent, les plus populaires, sont en passe de donner naissance, chez nous, à une industrie qui se développe chaque jour davantage.

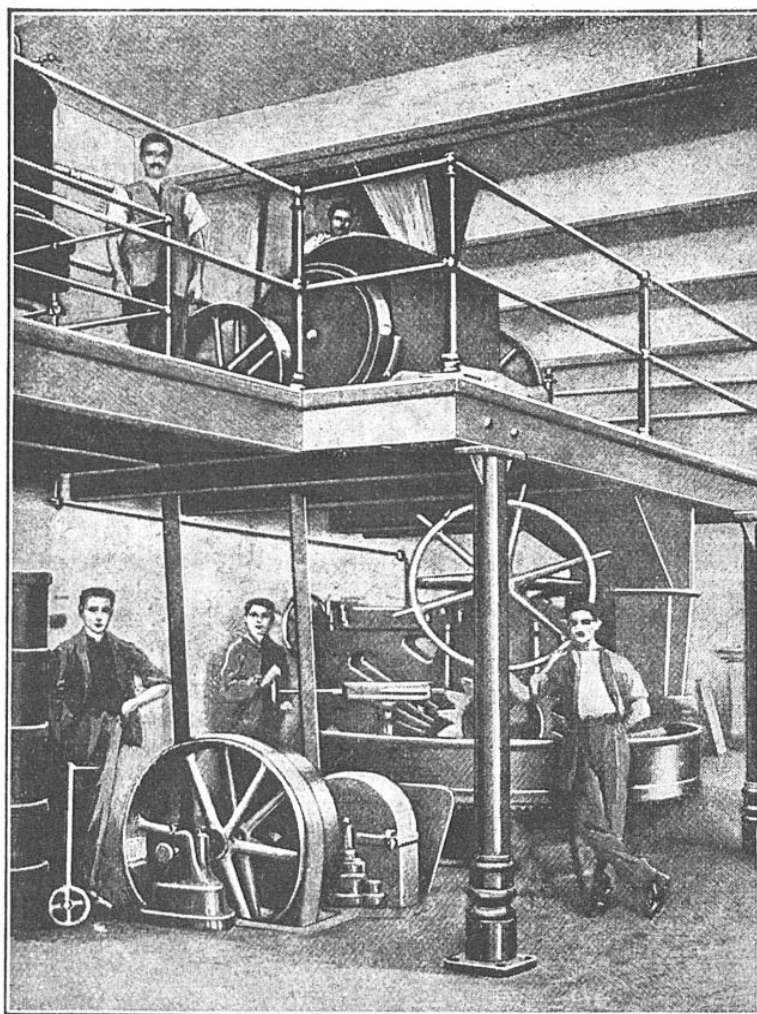
C'est en Italie, qui a donné, comme on le sait, son nom à ce produit, que l'on trouve actuellement les plus vastes installations, les machines les plus perfectionnées, le mode de travail le mieux réglé et le plus économique. Il n'y a, à parler franc, aucun mystère dans la fabrication mécanique des « pâtes d'Italie » et produits similaires. Leur bonne qualité dépend surtout de la matière pre-

mière employée, du mélange adopté, de la rapidité des opérations et surtout de la méthode de séchage que l'on fait subir à la pâte ; là réside tout le secret de la bonne fabrication et des résultats obtenus. Il est intéressant, néanmoins, de décrire les diverses étapes que parcourt la farine de semoule avant de devenir macaroni, tagliarini, vermicelle, lasagne et autres pâtes aux noms qui caractérisent bien leur origine italienne et que, sagement, nous n'avons pas cherché à trop franciser en les introduisant chez nous.

La semoule que l'on emploie provient des parties grasses du grain de blé renfermant les éléments les plus nutritifs ; elle peut être considérée comme un produit vivant, sensible au froid, à la chaleur, à l'humidité, et est, par conséquent, d'une manutention très délicate. La fabrication des pâtes, comme celle de tous les produits alimentaires,



BATTERIE DE PRESSES HORIZONTALES POUR LA FABRICATION DES PÂTES COUPÉES



LES PREMIÈRES ÉTAPES DE LA FABRICATION

La semoule est amenée par la trémie dans le mélangeur d'eau ; le mélange terminé, elle descend, sous forme de pâte, dans le pétrin à rouleaux qui achève ce mélange en quelques minutes.

d'ailleurs, exige une excessive propreté, condition essentielle pour leur bonne qualité et leur conservation. La première précaution à prendre avant d'introduire la farine dans la fabrication, est de l'épurer soigneusement, d'en éliminer les déchets de sacs dans lesquels elle est contenue, de ficelles qui lient ces sacs, d'en chasser toutes traces de passage des rongeurs et des charançons. Ainsi préparée, la semoule est d'abord versée dans un grand boisseau qui la mesure et la débite ensuite au mélangeur où on l'additionne d'une certaine quantité d'eau bouillante. Le mélange de la farine et de l'eau a pour but de faire absorber cette eau par la farine et, en certains cas, les œufs, de façon à constituer

une pâte dont l'homogénéité ne sera complète qu'après un pétrissage énergique, opération qui succède immédiatement à celle du mélange. Le soin d'employer de l'eau chaude au moins à 90 degrés pour ce premier travail a l'avantage de mélanger mieux et plus rapidement la farine à l'eau ; en même temps, cette température élevée provoque une sorte de stérilisation dont bénéficiera, par la suite, la qualité du produit. Le mélange de farine et d'eau se fait dans la proportion de 25 à 28 %. La quantité traitée est généralement de 100 kilogrammes de semoule, la cuve où s'effectue l'opération étant de cette contenance. A l'intérieur de cette cuve sont des palettes hélicoïdales en acier, dont le degré d'inclinaison est variable et peut se régler suivant la quantité de pâte dure ou tendre que l'on a à traiter. Le brassage se fait mécaniquement à l'aide de poulies et d'engrenages qui commandent le mouvement des palettes ; il s'opère rapidement et, condition essentielle de bon travail, peu de minutes suffisent pour obtenir un mélange complet, ayant la consistance nécessaire pour passer au pétrin. A l'aide d'un levier

spécial, on fait basculer la cuve qui se vide ainsi automatiquement, sans qu'elle ait eu à subir le contact des mains de l'ouvrier, dans une goulotte reliée au pétrin situé à un étage inférieur, comme on peut le voir sur la photographie ci-dessus, prise dans une importante usine sarde, à Cagliari.

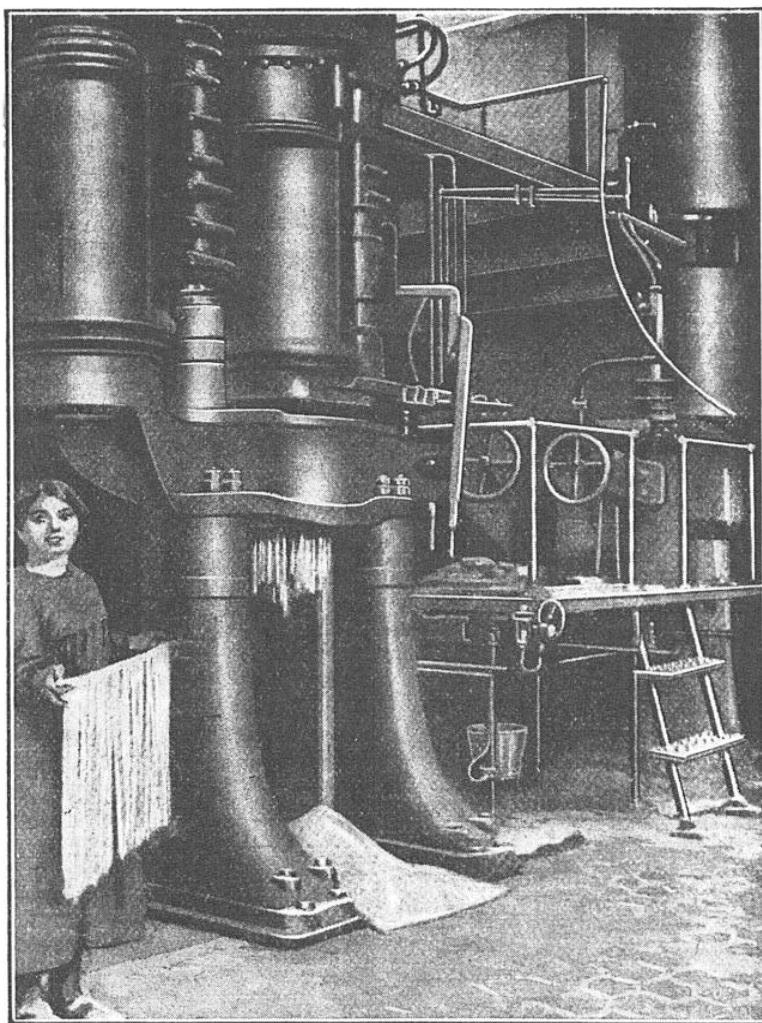
Le pétrin reçoit donc la pâte préparée par le mélangeur. Cet appareil se compose d'un grand plateau, au-dessus duquel sont disposés des rouleaux coniques cannelés, à grosse portée, indépendants les uns des autres et de hauteur réglable ; entre ces rouleaux sont les retourne-pâte, dont le rôle, comme leur nom l'indique, consiste à ramasser le bloc de pâte après son passage sous le rouleau et à le

présenter au rouleau suivant. Au contraire de ce qui se passe dans les moulins, les rouleaux cannelés, qui représentent ici les meules, sont fixes ; c'est le plateau qui pivote sur son axe, son mouvement de rotation étant commandé par un engrenage circulaire. La pâte, venue chaude du mélangeur, est donc transportée sous les rouleaux qu'elle entraîne au passage ; elle est écrasée, broyée par les cannelures des rouleaux, puis, reprise par le retourne-pâte, elle est remise en boule et présentée ainsi au rouleau suivant, qui la comprime plus fortement, ayant été, dans ce but, réglé à l'avance à l'aide d'un volant de commande, et rapproché davantage du plateau. Comme dans le mélangeur, le travail que subit la pâte dans le pétrin ne dure que quelques minutes, travail purement mécanique et à l'abri de toute souillure et de tout contact avec les éléments extérieurs contaminés.

Si l'on veut énumérer les différentes opérations par lesquelles passe la pâte, on remarque qu'elles sont au nombre de quatre, auxquelles correspondent quatre machines ou appareils spéciaux : le mélangeur, le pétrin, la presse-cloche et le séchoir. Comme nous le verrons plus loin, c'est cette dernière opération qui est la plus délicate et de laquelle surtout dépend la qualité du produit qu'on veut obtenir.

Du pétrin, la pâte passe directement à la presse-cloche qui, d'après le moule ou filière dont on l'aura munie, donne à la pâte la forme voulue, pâte longue, pâte coupée ou à potage, pâte laminée aux œufs, etc.

Toute souillure, avons-nous déjà dit, doit être évitée avec soin. Contrairement, en effet, aux procédés employés en boulangerie, où la fermentation joue un rôle important, celle-ci, dans la fabrication des pâtes alimentaires,



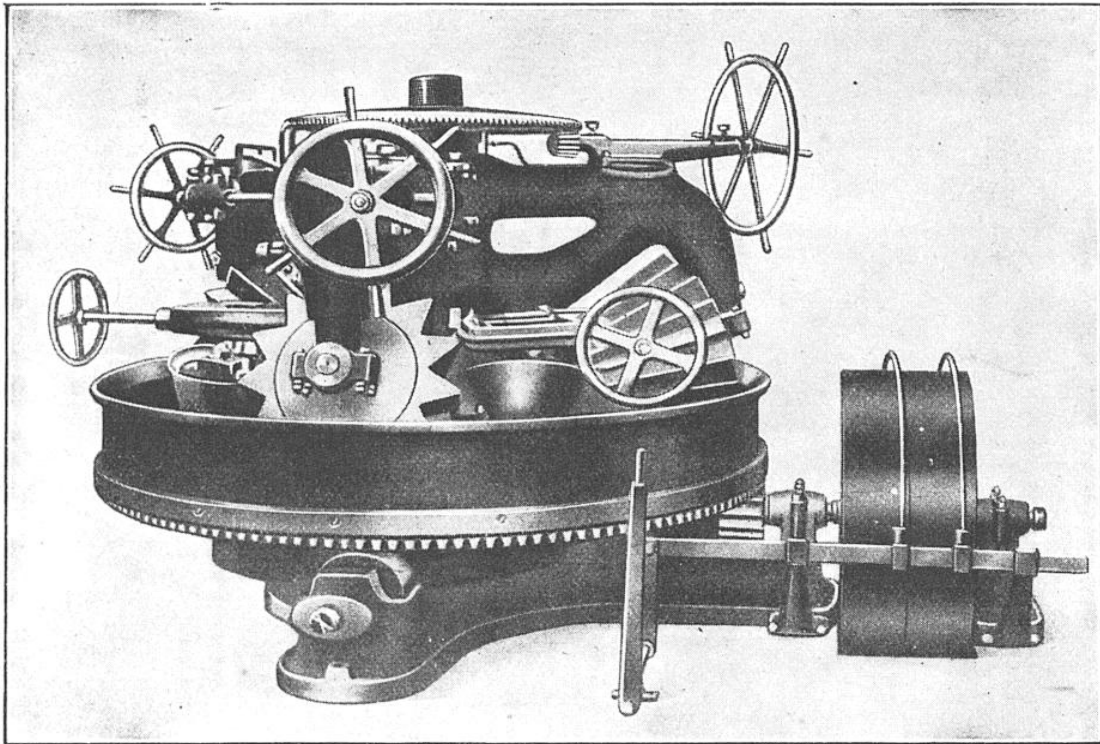
LE MACARONI SE FAIT MÉCANIQUEMENT

La pâte est comprimée, à l'aide d'une presse hydraulique, dans le cylindre supérieur, muni à sa base d'un moule à trous, à travers lesquels elle passe. Une ouvrière recueille les macaronis sur une canne.

est l'ennemi à redouter ; il ne faut donc pas laisser à la pâte un instant de repos. De la mélangeuse à sa sortie de la presse-cloche, elle ne doit pas être exposée à l'air sans être travaillée et triturée. Aussi le travail est-il automatique, depuis le moment où la semoule est versée dans le mélangeur jusqu'au moment où la pâte est découpée à la sortie du moule ; l'ouvrier n'a pas à y toucher. L'important, en conséquence, est que la durée des deux premières opérations, mélange et pétrissage, soit un peu moins longue que celle du travail de la presse-cloche. Il convient de continuer le pétrissage jusqu'à ce que la presse soit en état de recevoir le pain

de pâte, plutôt que de laisser reposer celle-ci sans être travaillée. Si l'on décompose le temps pris par ces diverses opérations successives, on voit qu'elles sont très courtes. Ainsi, une mélangeuse recevant 80 kilogrammes de semoule, additionnée d'eau bouillante, (ce qui, entre autres avantages, a celui de donner, à la sortie des presses, une pâte encore chaude et réduit ou supprime le réchauffage), dessert deux presses de 40 kilogrammes. Elle accomplit, avec le pétrin

l'on découpe en tronçons d'inégales longueurs. Ce sont ces tronçons ou pains de pâte que l'on introduit aussitôt dans la presse; quelques secondes suffisent pour effectuer les opérations de découpage et de chargement, le pétrin étant à la hauteur des cloches et celles-ci à portée de la main. Un seul ouvrier dessert très aisément deux mélangeuses ou deux pétrins et peut même assurer le remplissage d'une cloche. Avec le matériel français, le chargement de la semoule



PÉTRIN A ROULEAUX CANNELÉS RÉGLABLES : IL EST TOUJOURS FACILE DE RÉGLER LES ROULEAUX MÊME QUAND LA MACHINE EST EN MARCHÉ ET CHARGÉE

correspondant, son travail en sept minutes; c'est approximativement la durée du travail de la presse. On n'arrête le travail du pétrin qu'au moment où toute la quantité de pâte dont la presse a été chargée a passé à travers les moules ou filières et a été recueillie par les ouvrières. Une mélangeuse de 250 kilos et son pétrin correspondant accomplissent le travail en huit minutes. Dans ce dernier cas, le pétrin employé est du type que nous avons décrit sommairement plus haut, à trois roues dentées et deux retourne-pâtes.

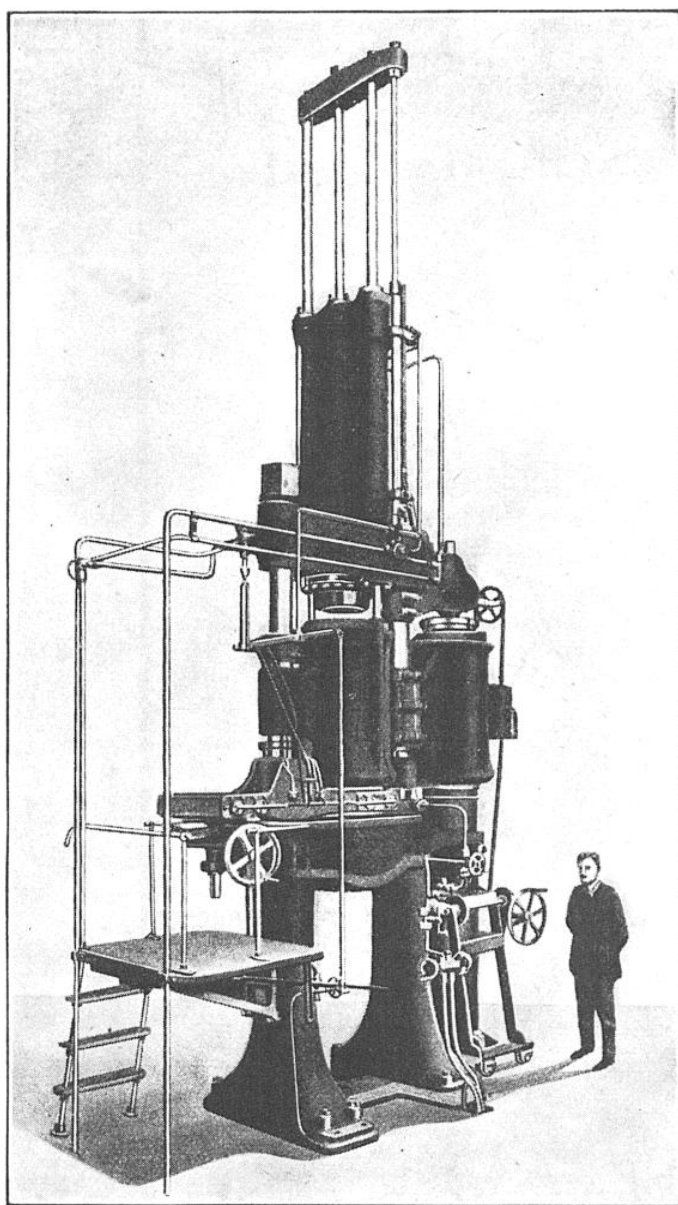
Quand le pétrissage est terminé et qu'on arrête le plateau circulaire, la pâte se présente sous la forme d'un anneau étroit que

demande environ quatre minutes, le pétrissage vingt minutes, l'enlèvement de la pâte dix minutes, soit une moyenne de trente-cinq minutes au total, alors que dans les fabriques italiennes, toutes parfaitement outillées, un homme peut pétrir, dans le même temps, cinq fois plus de pâte, ce qui abaisse le prix de la main-d'œuvre de 20 %.

Nous passons maintenant au travail de la presse-cloche. Cet appareil se compose d'une puissante presse hydraulique supportée par un solide bâti dont un des montants sert de pivot à deux corps de pompe cylindriques juxtaposés et solidaires l'un de l'autre. Ces cylindres sont, en fonte ou en acier, suivant

qu'ils doivent travailler à froid ou à chaud ; dans ce dernier cas, ils sont en fonte et munis d'une circulation d'eau qui entretient la température voulue à l'intérieur des presses. Le but de ces cylindres jumeaux est de pouvoir remplir de pâte le cylindre en attente pendant que le piston de la presse hydraulique comprime le contenu de l'autre cylindre et le fait passer à travers la filière qui donnera à la pâte le format voulu. L'ensemble de l'appareil est d'assez grande dimension, surtout en hauteur ; dans la partie supérieure, la presse hydraulique ; au milieu, les cylindres ; en bas, compris entre les montants de la presse, un espace libre d'une hauteur sensiblement égale à celle des cylindres. C'est dans cet espace

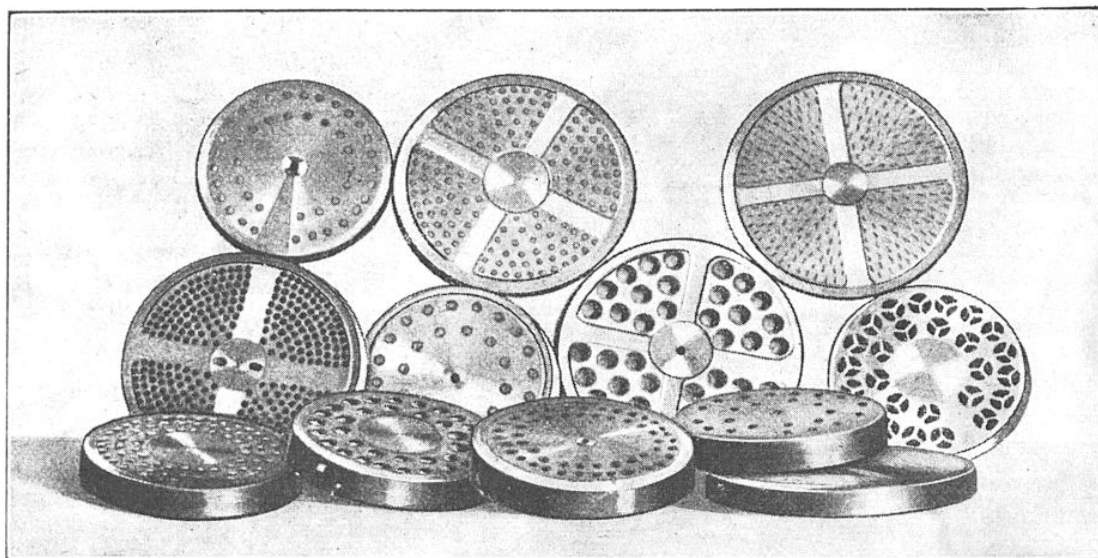
que l'on recueillera le faisceau de pâte sorti des cylindres sous la pression du piston hydraulique. (Figure ci-dessus). Afin de faciliter le travail de l'ouvrier chargé de la surveillance et de l'alimentation des presses, une galerie, à laquelle on accède par trois ou quatre marches, court le long de la batterie d'appareils, dont voici le fonctionnement :



PRESSE HYDRAULIQUE VERTICALE A DEUX CLOCHES
Cette machine permet d'obtenir un travail continu, une des cloches, ou cylindres, se remplissant pendant que l'autre débite son produit par la filière inférieure.

Dans le cylindre en attente, celui qui n'est pas placé directement sous la presse hydraulique, on dispose d'abord les pains de pâte provenant du pétrin. Ce cylindre ainsi rempli, on le fait pivoter et on l'amène sous la presse, l'autre cylindre se trouvant de la sorte placé à son tour en attente. Le piston descend alors lentement et exerce sur la pâte une pression d'environ cent cinquante atmosphères, pression moyenne d'après la méthode napolitaine pour les pâtes molles traitées à chaud. Sous l'effet de cette pression, la pâte traverse la filière placée au-dessous du cylindre dont elle constitue en quelque sorte le fond, et descend à l'air libre sous la forme de macaroni, vermicelle, nouilles et autres pâtes longues, pleines

ou creuses, de sections variées. L'ouvrier pressier en prend une poignée qu'il coupe et qu'il dispose aussitôt sur une baguette qu'une ouvrière lui présente. Ces baguettes de bois, sur lesquelles les filaments de pâte ont été écartés les uns des autres, sont portées aussitôt sur un chariot spécial et, de là, au séchoir où nous les retrouverons



DIFFÉRENTS MODÈLES DE MOULES A TRAVERS LESQUELS PASSE LA PÂTE SOUS PRESSION POUR PRENDRE SA FORME DÉFINITIVE

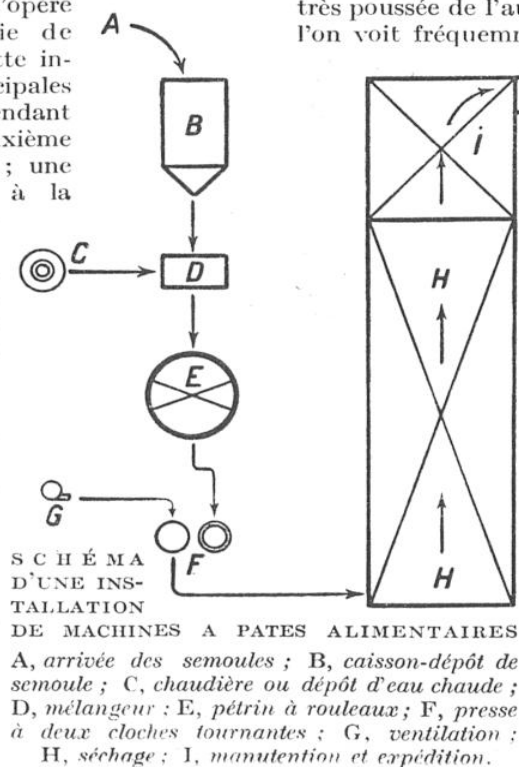
tout à l'heure. Le piston de la presse, en atteignant le fond du cylindre, a rencontré un dispositif spécial qui arrête sa course et, en même temps, commande sa remontée : à l'encontre de la descente, très lente, cette remontée du piston s'opère rapidement, l'économie de temps étant, dans cette industrie, une des principales sources de bénéfice. Pendant cette opération, le deuxième cylindre a été rempli ; une manœuvre semblable à la précédente le ramène sous la presse, dont le travail est ainsi continu. Notons qu'une ventilation saisit les pâtes à la sortie même des presses et empêche la déformation du produit. Plus les pâtes sont douces et homogènes, plus les produits fabriqués ont un aspect satisfaisant.

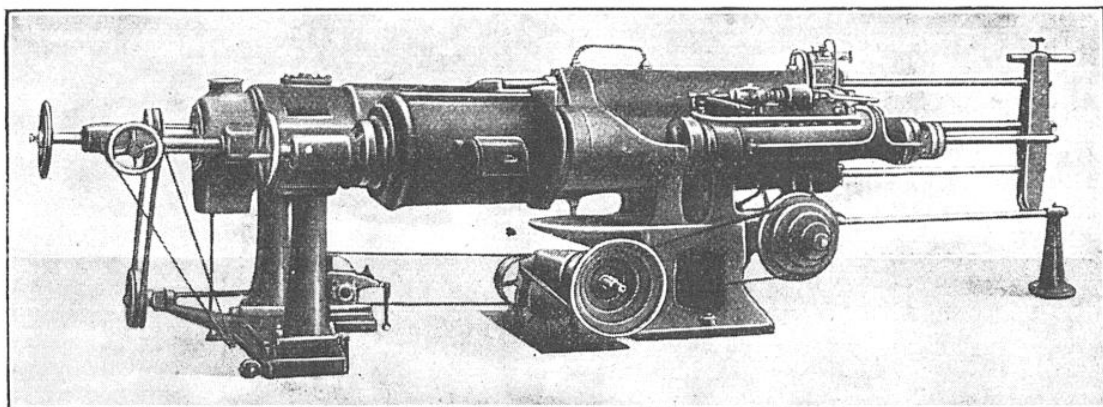
A titre d'indication, on compte, en moyenne, pour la compression et la sortie de la pâte, une durée de onze minutes, et une minute quinze secondes pour la remontée

du piston, soit un total de douze minutes quinze secondes pour l'ensemble de l'opération. En résumé, les presses ne nécessitent pas d'ouvrier homme ; leur extrême simplicité, la douceur de la manœuvre, la recherche très poussée de l'automatisme sont telles que l'on voit fréquemment une presse desservie

par quatre gamines, dont trois coupent la pâte, l'étalent sur les cannes, tandis que la quatrième, au niveau des cloches, assure leur manœuvre, le nettoyage du moule et le déclenchement du piston. Actuellement, une presse française exige au minimum un chef de pression, un aide et deux femmes, et son rendement est inférieur de près des deux tiers à celui des fabriques italiennes. Pour les presses à grande capacité, à moule externe, le chargement se fait par-dessous l'appareil, hydrauliquement ou mécaniquement.

Les pâtes coupées et les pâtes à potage sans œufs sont faites dans des presses horizontales,



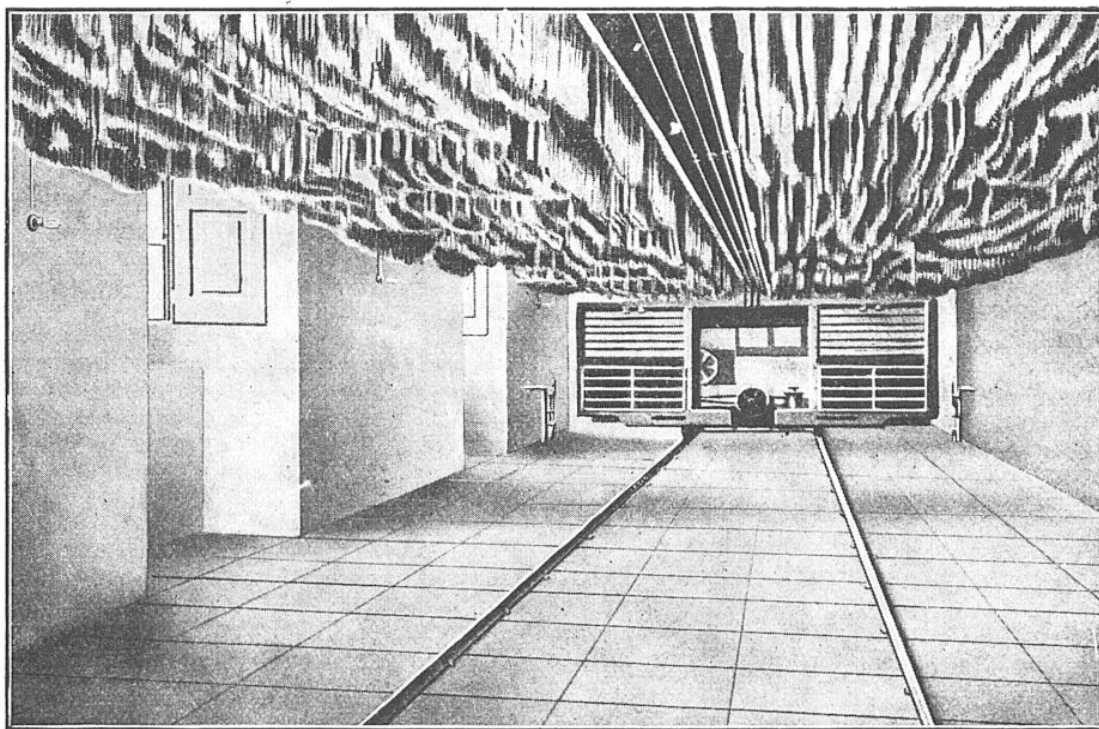


PRESSE HORIZONTALE A DEUX CLOCHES POUR LA FABRICATION DES PÂTES COUPÉES

comportant les mêmes dispositions et le même fonctionnement que les presses verticales ; mais elles permettent à l'ouvrier une surveillance plus facile du réglage de la sortie des pâtes et de leur coupage. A la suite du moule ou filière, une lame tranchante est disposée à une distance variable de celui-ci ; cette lame pivote rapidement sur un axe fixé au centre du moule et sec-

tionne à la longueur désirée les pâtes au fur et à mesure de leur sortie. Recueillies autrefois sur des chemins de toile roulants, elles sont, aujourd'hui, dans les installations nouvelles, prises au moment de leur chute sous le couteau, par des transporteurs à vent qui les emmènent automatiquement, sans main-d'œuvre, vers les appareils de séchage.

Les pâtes laminées, aux œufs, ne passent



CHAMBRE SPÉCIALE INSTALLÉE POUR LE SÉCHAGE DES PÂTES LONGUES

Un chariot portant des ventilateurs actionnés électriquement circule à l'intérieur de la chambre, de façon à y brasser l'air successivement dans toutes ses parties.

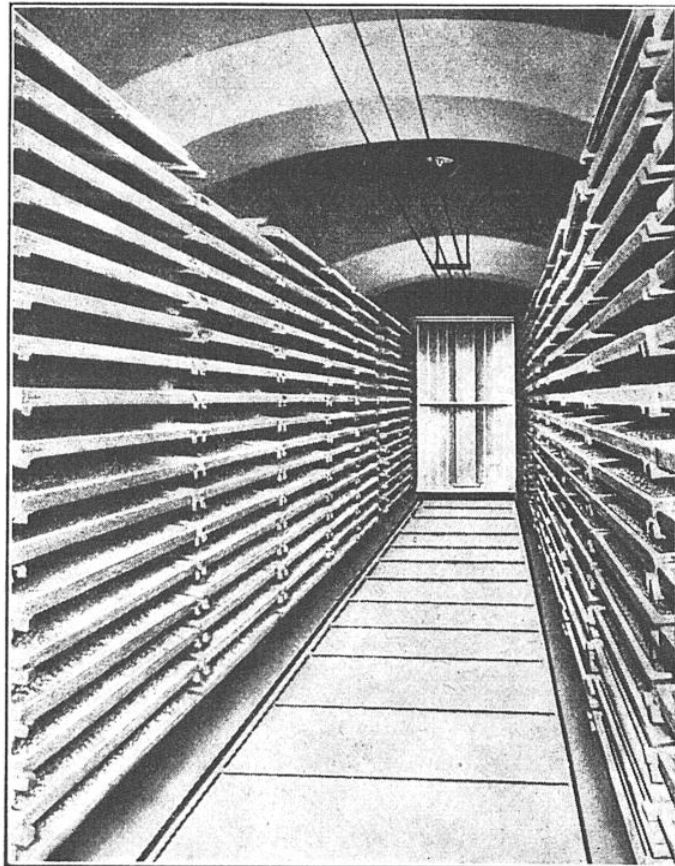
pas dans la presse-cloche ; du pétrin, les pains de pâte sont portés au laminoir et transformés en feuilles de un à deux millimètres d'épaisseur. A la suite du laminoir, ces feuilles sont prises immédiatement par des mécanismes spéciaux qui les découpent en formes diverses ; c'est ainsi que se font les nouilles, nouillettes, lazagni de différentes

largeurs et les oreillettes, les papillons, etc... qu'en Italie on désigne sous le nom de pâtes de Bologne. Pour ces dernières, on utilise une découpeuse-fileuse dont le fonctionnement est particulièrement ingénieux. La pâte, en se déroulant, y est prise entre deux plateaux métalliques en forme de V, munis de pointes disposées en cercle. Ces deux plateaux, en s'appliquant l'un sur l'autre, plient la pâte et la découpent en petits cercles dentelés ; en même temps, des tiges, disposées en conséquence, relèvent vers son centre une moitié de ce petit cercle et la pincent de façon à lui donner la

forme d'un papillon, d'une corbeille, de petites cuvettes, etc. Dans la composition de cette pâte, on introduit les œufs, ou plutôt une sorte de mixture composée de jaunes d'œufs ; le contenu d'un verre à liqueur mélangé à dix litres d'eau suffit pour traiter 50 kilos de farine de semoule. A ces pâtes, dites de Bologne, les fabricants italiens ajoutent parfois, au cours du pétrissage, de la tomate, des épinards ou d'autres condiments qui donnent goût et couleur.

Reste maintenant la question du séchage qui, comme nous l'avons déjà dit, est la partie la plus délicate de la fabrication ; c'est de cette dernière opération que dépendent la qualité, la conservation et le bon aspect des pâtes. Le meilleur de tous les séchages est, sans contredit, le séchage à l'air libre, employé par les Napolitains. Mal-

heureusement, en France, le climat, d'une part, l'exiguïté des terrains dont on dispose, d'autre part, obligent les industriels à pratiquer le séchage mécanique. Nous avons déjà dit que les pâtes sont disposées, à leur sortie des presses sur des baguettes ou cannes pour être ainsi transportées dans les séchoirs. Ce procédé permet d'obtenir les pâtes sous forme d'épingles à cheveux d'environ 60 centimètres de longueur, que l'on découpe, par la suite, pour la facilité du paquetage, en quatre morceaux de 25 centimètres, laissant un déchet, vendable d'ailleurs, de



CHAMBRE DE SÉCHAGE POUR LES PÂTES COUPÉES

Cette chambre est semblable à la précédente, sauf que les pâtes, qui ne peuvent être suspendues, comme le macaroni, sont disposées sur des rayons de claies.

16%. Les autres avantages du séchage sur canne sont de supprimer l'emploi des cartons, papiers ou châssis plus ou moins propres sur lesquels on recueillait les pâtes ; d'obtenir des produits parfaitement rectilignes et de les mettre dans les meilleures conditions de séchage, la pâte étant ainsi entièrement baignée par la chaleur et la ventilation, sans aucun contact. Sur une canne, on étale généralement 2 kilogrammes et demi de vermicelle et 4 k. 500 de maca-

ronis. Les pâtes longues sont séchées sur cannes, mais les pâtes coupées, les pâtes à potages et les pâtes laminées doivent être disposées sur châssis. Tous ces produits sont transportés dans des salles spéciales et y sont installés de la façon suivante : les pâtes sur cannes au plafond, les pâtes sur châssis, sur les côtés. Dans l'espace laissé libre au milieu de la salle, un système de ventilateurs électriques, portés par un châssis sur rails, exécute un mouvement de va-et-vient sur toute la longueur de la salle ; l'air, ainsi brassé par les ventilateurs, enveloppe les pâtes dans tous les sens. On peut exposer dans une même salle jusqu'à 5 ou 600 kilogrammes de pâtes, dont le séchage s'opère automatiquement, sans contrôle ni surveillance. On retire les pâtes séchées dans un délai de vingt-quatre heures pour les petites pâtes, de deux jours pour les vermicelles et nouilles et de deux à quatre jours pour les macaronis. Une température de 15 à 20 degrés suffit ; elle pourrait être moindre, mais aux dépens de la durée de l'opération.

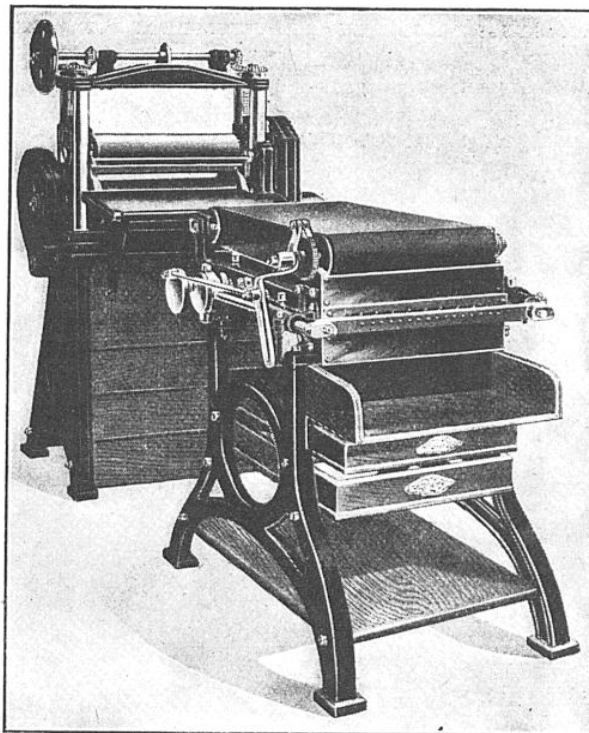
L'état hygrométrique de l'air joue, toutefois, un rôle assez important dans l'opération du séchage ; ainsi, à l'air libre par temps chaud et sec, il faut deux jours et demi à trois jours ; par temps humide, le délai peut être d'une semaine. Dans les pays froids et humides, où le séchage mécanique est employé, on dispose, à l'intérieur des salles, pour y maintenir une température convenable, constante, quelles que soient les conditions extérieures, quelques radiateurs. On utilise également des appareils dénommés aérothermes, placés au fond de la salle et indépendants du chariot qui transporte les

ventilateurs. D'après les indications fournies par un hygromètre et en calculant le nombre d'heures de séchage écoulé, on se rend compte s'il convient d'envoyer un supplément de chaleur sèche ou d'humidité pour accélérer ou diminuer la rapidité du séchage. C'est là la mission de l'aérotherme, sorte de ventilateur, actionné dans un appareil à circulation de vapeur, et allant chercher

au dehors l'air extérieur qu'il réchauffe ou qu'il charge au besoin d'humidité. Ce procédé reproduit, en somme, artificiellement et avec une fréquence plus grande, le procédé du séchage naturel que pratiquent les Napolitains : pâtes soumises quelque temps au vent et au soleil, placées ensuite, au repos, dans une cave, puis ressorties et rentrées à nouveau jusqu'à ce que le point de dessiccation le meilleur soit exactement atteint.

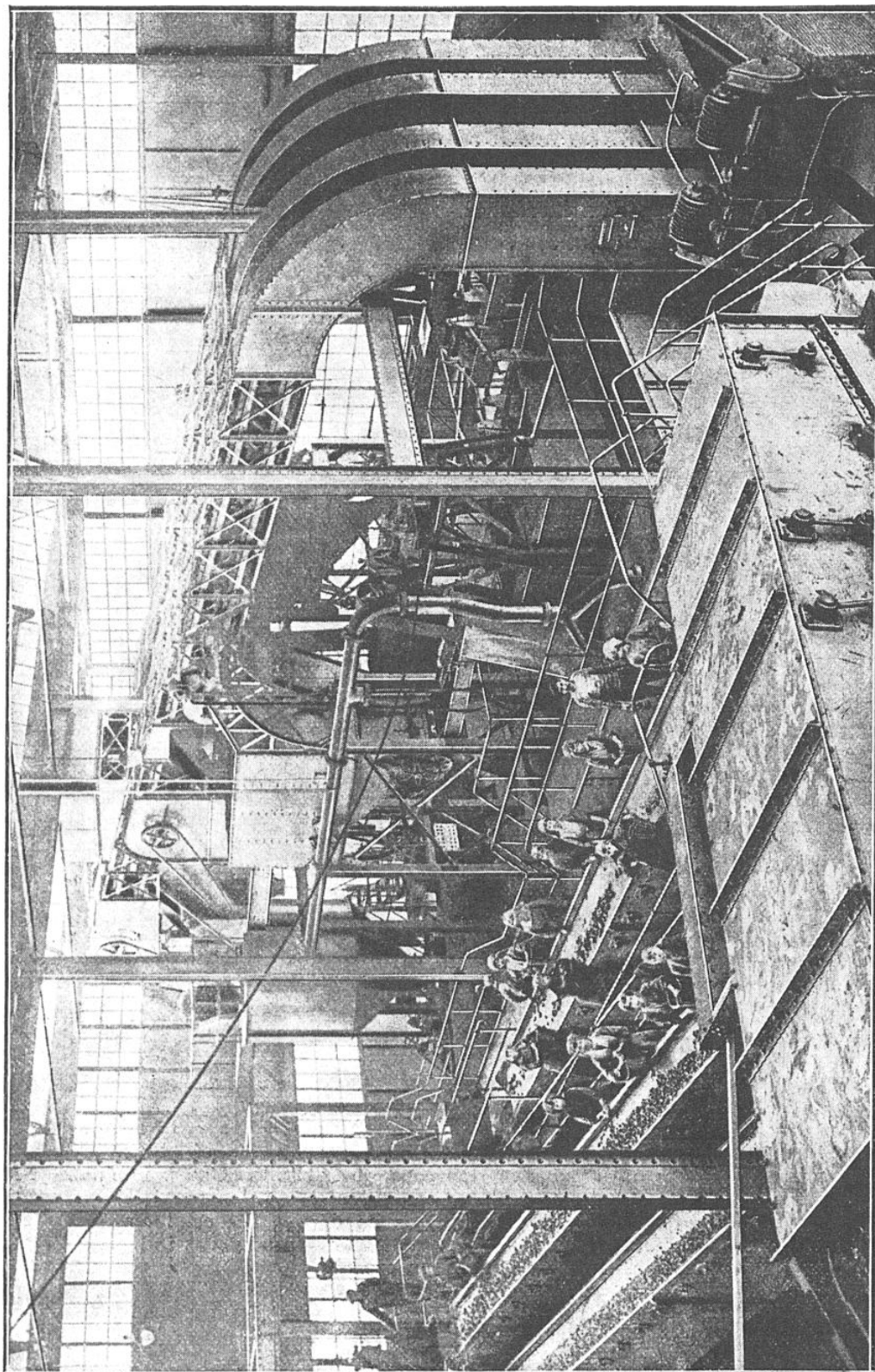
Un mauvais séchage donne des pâtes aigres, sûres et moisisées ; trop séchées, les pâtes sont gercées et cassantes ; insuffisamment séchées, elles moisiront dans les boîtes. Les pâtes bien séchées, au contraire, sont transparentes, lisses, ont une couleur jaune ambrée, présentent une certaine souplesse à la main, sont plus pesantes et offrent de remarquables qualités physiques de résistance à la brisure et de flexibilité. Une bonne pâte peut se conserver un an. Le matériel que nous venons de décrire est celui employé dans les maisons qui produisent industriellement et en grandes quantités les pâtes alimentaires ; de nouvelles fabriques, à Nice et à Saint-Quentin, notamment, s'installent en vue de grosses productions.

A. MAUGUY.



LAMINOIR A CYLINDRES LISSES POUR NOUILLES

La pâte est ainsi amenée sous forme d'une feuille que des lames coupent en longues et étroites lanières. Ce même appareil, muni de dispositifs spéciaux supplémentaires, permet de donner à la pâte alimentaire des formes diverses que l'on désigne plus particulièrement sous le nom de « pâtes d'Italie ».



VUE D'ENSEMBLE D'UN HALL DE TRIAGE DE CHARBONS AUX MINES DE LENS (PHOTOGRAPHIE PRISE AVANT LA GUERRE)
Les « clapeuses » retiraient à la main les pierres et impuretés contenues dans le charbon qui passait devant elles, transporté par une toile sans fin.

L'ÉPURATION DE LA HOUILLE PAR LE TRIAGE ET LE LAVAGE

Par Hughes CARPOT

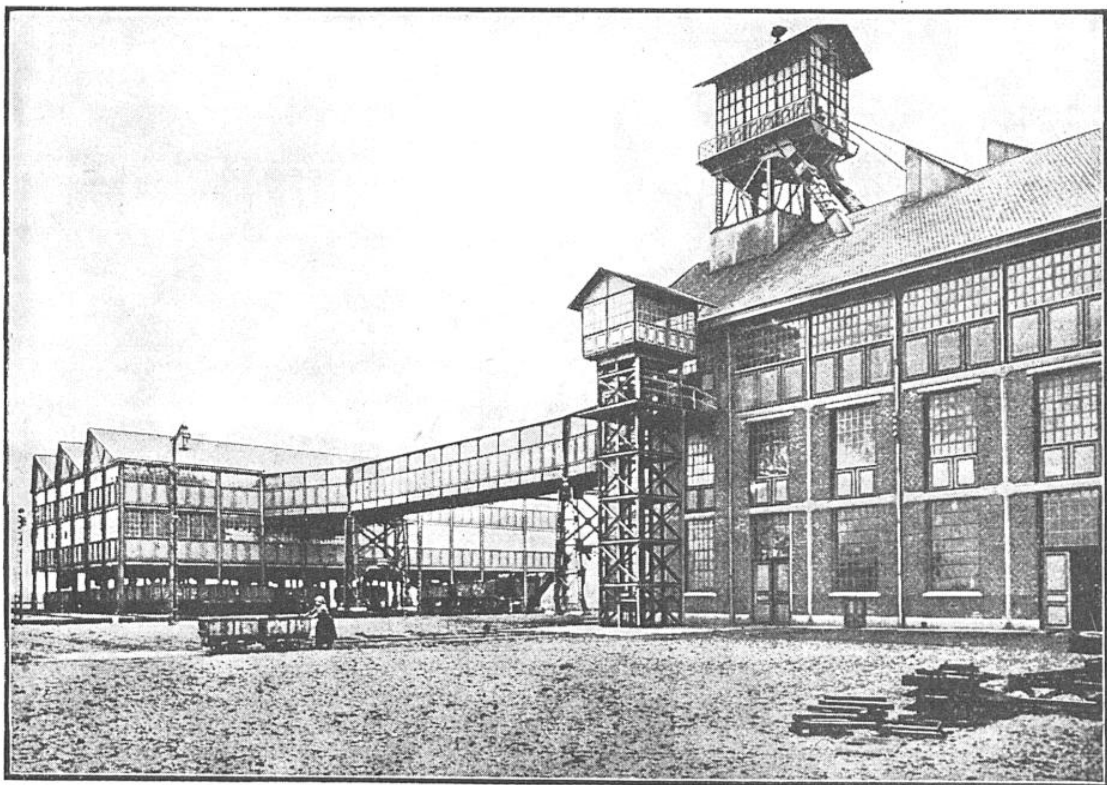
C'EST sous l'empire de la nécessité d'épurer nos charbons sales, imitant en cela la plupart de nos voisins, qui ne sont pas mieux partagés que nous sous ce rapport, que les procédés de lavage des menus de houille ont pris naissance en France et s'y sont développés autant que partout ailleurs. Ils furent d'abord assez imparfaits ou insuffisants, étant par trop rudimentaires; mais, grâce aux méthodes Bérard, Evrard, etc., des progrès furent successivement et assez rapidement réalisés dans cette voie, si l'on est pas encore arrivé à la perfection.

Puis les Allemands appliquèrent à la houille les principes et les appareils qui leur

réussissaient si bien, depuis longtemps, dans le lavage des différents minerais et roches métallifères; ils construisirent des « ateliers » complets dont tous les éléments, déjà connus, étaient combinés méthodiquement et appropriés aux conditions diverses des charbons. Ils les importèrent en Belgique d'abord, où ils obtinrent un succès remarquable, puis dans le Nord de la France, d'où ils se répandirent bientôt dans le Centre et le Midi.

Au point de vue des méthodes d'exploitation des couches carbonifères, les procédés d'épuration des charbons peuvent avoir également une grande importance.

Un puits, placé sur un gîte houiller, doit

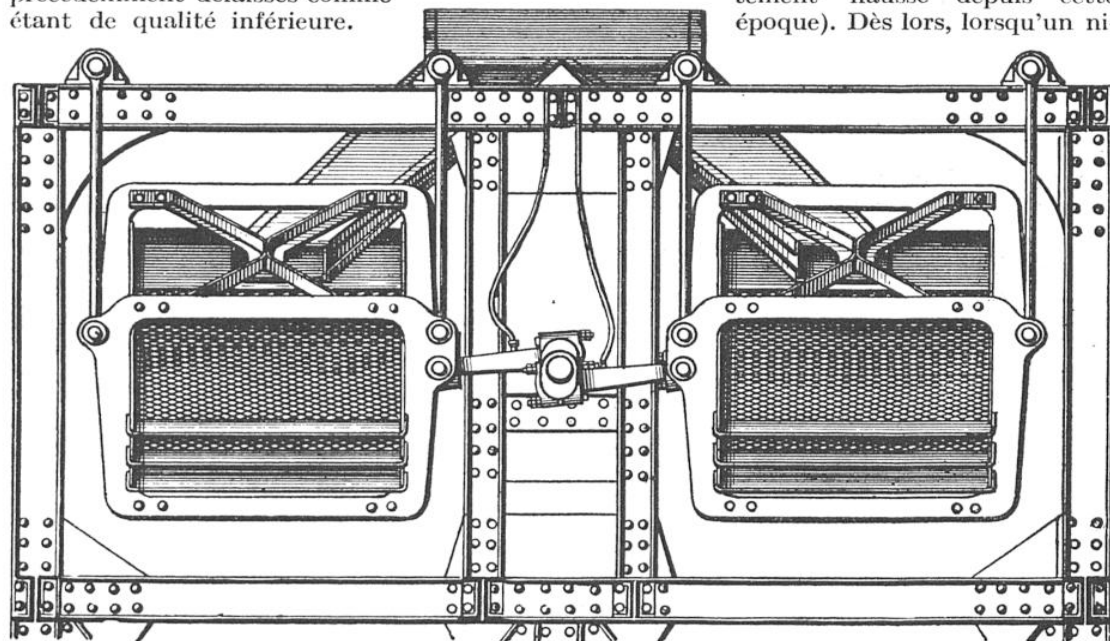


VUE EXTÉRIEURE D'UNE INSTALLATION DE TRIAGE ET DE LAVAGE DE CHARBONS AUX MINES DE LENS (CETTE INSTALLATION A ÉTÉ COMPLÈTEMENT DÉTRUITE PAR LES ALLEMANDS)

l'exploiter en descendant par étages successifs et aussi complètement que possible. Lorsque les galeries de traverse et de direction d'un étage auront été abandonnées, tout ce qui aurait pu être enlevé et ne l'aura pas été sera perdu désormais. Les galeries s'écrouleront, et l'on ne peut reprendre un étage abandonné sans faire de nouveau des travaux préparatoires, c'est-à-dire sans des frais qui seraient excessifs pour des charbons précédemment délaissés comme étant de qualité inférieure.

ration et de lavage, et ils en sortirent classés et épurés, bons pour la consommation.

Certaines couches, qui ne fournissaient que des charbons barrés, chargés de 20 à 40 % de cendres, purent être exploitées dans des conditions normales en broyant tous les produits, les criblant à moins d'un centimètre et les épurant par le lavage, avec des frais journaliers ne dépassant pas 10 centimes par tonne. (Les prix ont fortement haussé depuis cette époque). Dès lors, lorsqu'un ni-



CRIBLE DOUBLE, A SECOUSSES, CONSTRUIT PAR M. EVENCE COPPÉE

Les charbons, avant leur lavage, arrivent dans les cribles par deux plans inclinés que l'on voit à la partie arrière du dessin. Ils sortent à l'avant par trois conduits (non représentés sur la figure) classés en trois grosseurs : fines, petits et gros menus.

Quand telle couche ou telle partie de couche de qualité inférieure fournissait des charbons d'un placement difficile, on passait outre, et l'on se bornait à exploiter les couches rémunératrices. La vente est une condition impérieuse ; on ne saurait se soustraire à ses exigences, en période normale, bien entendu ; on délaissait donc les parties désavantageuses. Au bout d'une certaine période, on regrettait souvent les sacrifices du passé et l'on faisait quelquefois des travaux neufs, toujours coûteux, pour reprendre les charbons délaissés.

Il semblait qu'en suivant cette méthode onéreuse, on obéissait à une nécessité ; mais un mouvement remarquable se prononça dans la seconde moitié du dernier siècle : les charbons, quelles que fussent leurs conditions de pureté ou de grain, purent être traités dans des usines spéciales de prépa-

veau d'exploitation était établi avec ses galeries de service pour le transport, l'aérage et l'exhaure (l'épuisement de l'eau), on pouvait déhouiller complètement toutes les couches, quelles que fussent leurs conditions de qualité et de pureté.

Le plus simple des systèmes de triage consiste à déverser, sur une table spéciale à charnière, environ un hectolitre de charbon tout venant, par gravité, d'une trémie-réservoir surélevée. Le tri fait, on bascule la table, et le charbon, débarrassé de toutes ses impuretés, est chargé dans le wagon. On procède ensuite à une nouvelle opération.

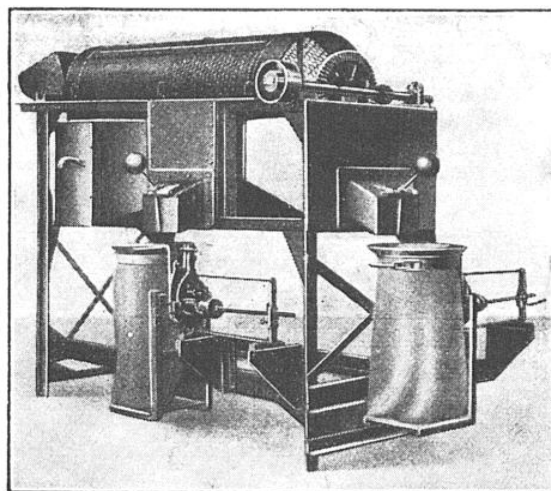
Mais ce procédé intermittent exige un grand nombre d'appareils, surtout quand le charbon est très impur ; de plus, les trieurs, abandonnés à eux-mêmes, fatigués par un travail fastidieux, peuvent le négliger, car il

n'est pas pratiquement possible d'établir une surveillance générale permettant de contrôler les opérations qui sont trop disséminées et trop individuelles.

C'est pourquoi on préfère, en général, employer des toiles sans fin sur lesquelles le charbon est régulièrement étendu et dont le cheminement lent fait passer celui-ci sous les yeux de deux files de trieurs rangés de chaque côté. Le travail collectif, commandé par le mouvement mécanique du répandage et de la toile sans fin, exécuté avec plus ou moins d'émulation, et étant surtout beaucoup moins fastidieux, semble produire de meilleurs résultats.

Le nombre des trieurs, qui sont presque toujours des femmes, dites « clapeuses », et des gamins, varie avec le degré d'impureté du charbon; ainsi, pour 4.000 hectolitres contenant approximativement 2 % de « rochers » et d'impurs, il faudra six trieurs, tandis que, s'il en contient 10 %, plus de vingt trieurs seront nécessaires.

L'organisation de ces triages continus comprend le plus souvent une série d'appareils qui ont pour but d'opérer la classification des grains sur des cribles successifs en transportant mécaniquement sur les toiles sans fin les charbons criblés. Ainsi, le charbon versé est reçu sur une grille qui sépare d'abord les gailletteries et les conduit sur une première toile de triage. Un tamis horizontal



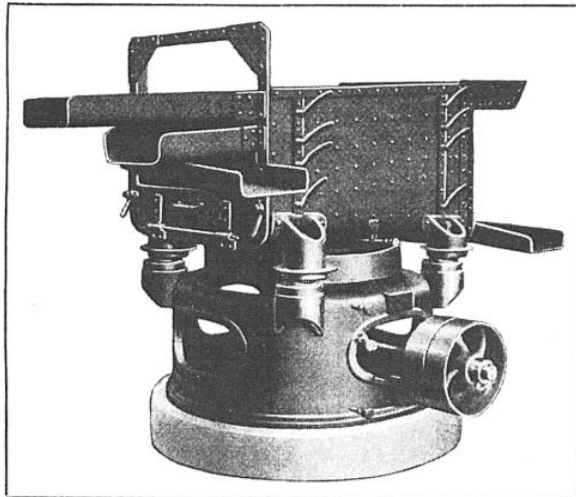
TROMMEL AVEC ENSACHEURS-PESEURS FONCTIONNANT AUTOMATIQUEMENT

Les fines (ou les menus) sortent par le couloir latéral et le refus se déverse par le couloir que l'on voit à l'extrémité avant de l'appareil.

à secousses sépare ensuite les menus en deux classes : le gros grain et le fin, qui tombent sur deux toiles parallèles à la première. Le gros grain peut encore être utilement trié, mais le fin, qui contient tout le poussier, est, le plus souvent, mis de côté pour subir le lavage dont il sera question plus loin.

La grille Briart a été un perfectionnement sur les précédentes; elle exige très peu de hauteur et ménage particulièrement les charbons tendres. On l'installe au-dessous de trémies qui reçoivent le charbon tout-venant arrivant des fosses. Chaque grille peut cribler 6.000 hectolitres par jour; les menus et les fines tombent dans le wagon qui les emporte, et les gailletteries sont reçues sur des chaînes articulées en tôle, de 0 m. 70 de largeur, posées sur essieux et roulettes; ces chaînes traversent d'abord les halls de triage, puis des distances, souvent assez grandes, qui les séparent du point où elles déversent leur charge dans des wagons ou des bateaux d'expédition. Huit à dix mètres de longueur suffisent pour le triage des pierres et des charbons dits « barrés ».

En raison de l'énormité du tonnage traité (des installations qui passent 2.000 à 3.000 tonnes par jour ne sont pas rares), du personnel considérable qu'il est nécessaire d'employer à ce travail, et dont le salaire va sans cesse en augmentant, on a bien essayé, dans divers pays, de remplacer le travail humain; ainsi, en



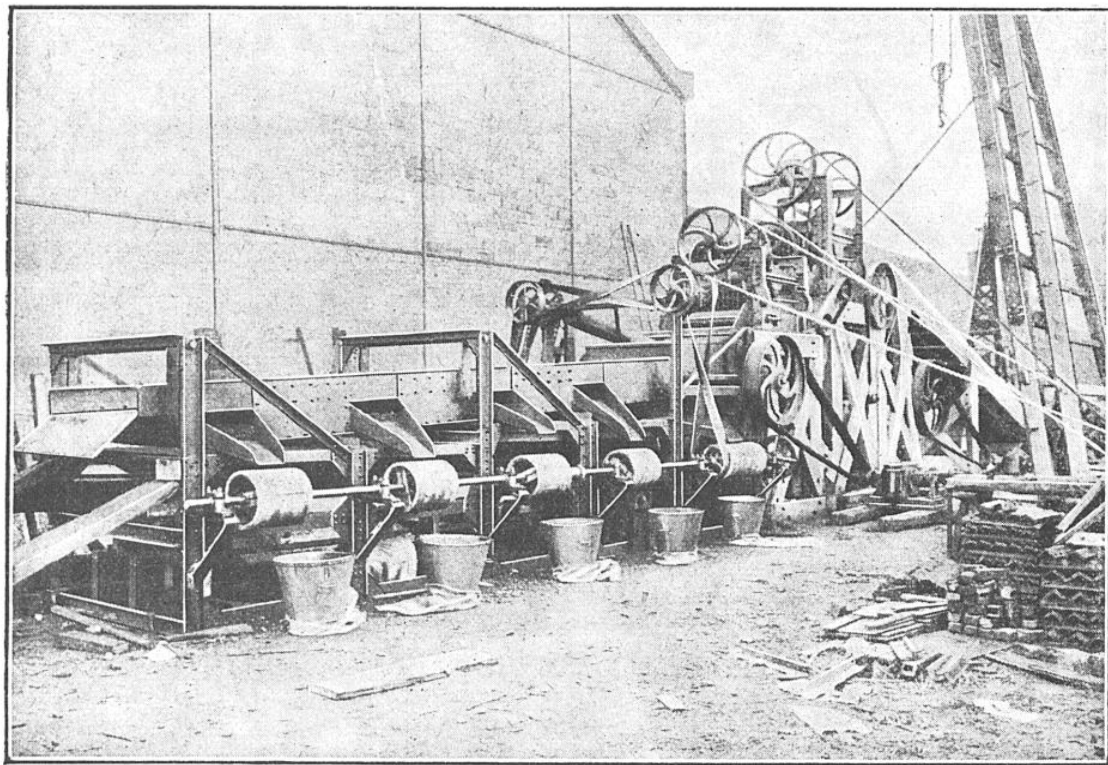
CRIBLE GIRATOIRE, SYSTÈME COXE, CONSTRUIT PAR M. PINETTE

Son système de suspension sur quatre colonnes, combiné avec son roulement sur des galets excentrés et taillés de façon à lui imprimer des secousses, lui donne les mêmes mouvements et lui fait accomplir le même travail excellent que le crible à main.

Amérique, on a construit, dans ce but, des appareils dont l'action est basée sur la différence de forme des charbons et des pierres. Ils sont, en effet, susceptibles de donner de bons résultats quand cette différence existe, quand, par exemple, les pierres sont plates et les charbons polyédriques. Ils se composent, dans ce cas, de grilles à barreaux entre

rares, le triage à la main n'a pu être remplacé, en ce qui concerne les *gailletins*, c'est-à-dire les morceaux d'une certaine dimension, supérieure, par exemple, à 0 m. 05 ou 0 m. 07.

Mais, en ce qui concerne les menus et les fines, ce triage à la main devient impraticable d'autant plus qu'il s'agit là d'énormes tonnages atteignant 70 à 80 % de l'extraction



TRIEUR ET CLASSEUR DE M. ALRICQ, POUR LE CHARBON OU L'ANTHRACITE

Le charbon ou l'anthracite est d'abord trié à la main sur une toile sans fin, puis un élévateur à godets le porte au sommet de l'appareil d'où il passe dans le concasseur, composé d'une série de pics alternativement levés et baissés par un arbre coudé. Les fragments tombent ensuite dans un couloir-crible, légèrement incliné, dont le fond est fermé par des tamis dont les mailles vont en augmentant de grosseur et qui est animé d'un mouvement de va-et-vient. Un couloir latéral correspond à chaque numéro de mailles, qui sont au nombre de cinq, et reçoit le charbon ou l'anthracite classé pour le déverser soit dans des sacs, soit sur des toiles sans fin qui le transportent au lieu de chargement. Les refus tombent par le couloir du bout.

lesquels passent les pierres et qui retiennent les charbons; on les nomme *slate-pikes*. Ou bien on utilise la variation d'adhérence, sur la toile sans fin légèrement inclinée, de ces pierres plates et des charbons polyédriques.

Mais les mines où ces différences de formes se rencontrent sont assez rares; de plus, on reproche à ces appareils de briser le charbon et d'en augmenter les menus, ce qui lui fait perdre une grande partie de sa valeur.

Done, sauf dans quelques cas que l'on peut compter, car ils sont relativement

totale; en outre, ces produits sont de bien plus faible valeur que les gros, et, sur ces petits calibres, les dangers de bris sont moindres.

Leur épuration s'opère universellement au moyen de l'eau, dans des appareils qui sont généralement à marche continue et qu'on désigne sous le nom générique de lavoirs.

Cette épuration est basée, en principe, sur la différence de densité qui existe entre les charbons et les impuretés qu'ils contiennent: pierres, schistes, etc., et sur les lois générales de la chute des corps dans l'eau.

En agitant convenablement l'ensemble avec de l'eau contenue dans une cuve, la partie la plus lourde, formée par les impuretés (d'une densité de 2,25 à 2,75) tombera d'abord au fond dès que l'agitation cessera, et la partie la plus légère, c'est-à-dire le charbon pur (densité 1,50 à 1,75) formera les couches supérieures du dépôt.

Mais il n'y aura pas de démarcation nettement tranchée entre les couches, et, de plus, les dites couches ne se composeront pas exclusivement, les unes de charbon pur, les autres d'impuretés. Ainsi, le fond du dépôt sera formé, pour la plus grande partie d'impuretés, celles-ci retenant une quantité plus ou moins grande de grains de bon charbon qu'elles ont entraînés avec elles; il en sera de même de la couche supérieure, dont le bon charbon aura retenu plus ou moins d'impuretés. Les couches intermédiaires seront formées d'un mélange d'autant plus riche en charbons purs ou en pierres qu'elles seront plus voisines du

sommet du lit de dépôt ou de sa base. A une certaine hauteur, même, on devra trouver une partie égale des uns et des autres.

En outre, il y a lieu de tenir compte de quelques considérations importantes. Ainsi un grain rond tombera plus vite au fond qu'un autre grain de même densité, mais plat ou allongé, ou de forme irrégulière, parce que, à poids égal, il présentera une plus grande surface à l'eau, qui opposera à sa chute une plus grande résistance; il en sera

de même de deux grains, également de même densité, mais de différentes grosseurs; le gros effectuera sa chute plus vite que le petit.

C'est pourquoi, avant le lavage, on procède généralement à un criblage, afin de séparer les grains de même grosseur; ce lavage est souvent accompagné d'un broyage après

qu'on a retiré de la masse les « gros » et les « moyens ».

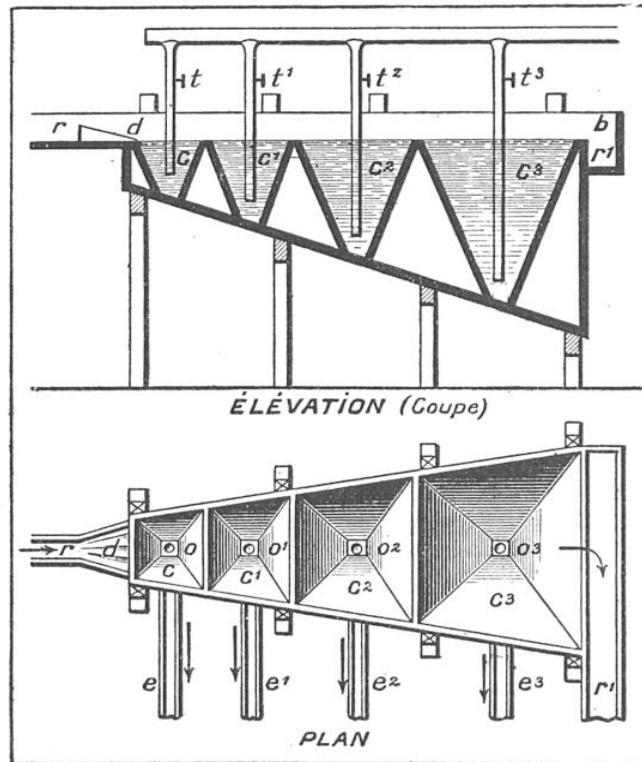
L'emploi de certains lavoirs perfectionnés permet cependant, au moins dans une certaine mesure, d'éviter ce long broyage préliminaire.

Le broyage donne aux grains une grosseur à peu près égale et une même forme, au moins approchée, ce qui facilite l'action des séparateurs-classificateurs hydrauliques dits lavoirs, lesquels sont construits de manière à surmonter le mieux possible les difficultés de séparation que nous venons d'exposer ci-dessus.

Quelquefois, les mines se contentent de classer le charbon en le faisant passer sur des grilles et en le triant à la main, comme il est dit plus haut.

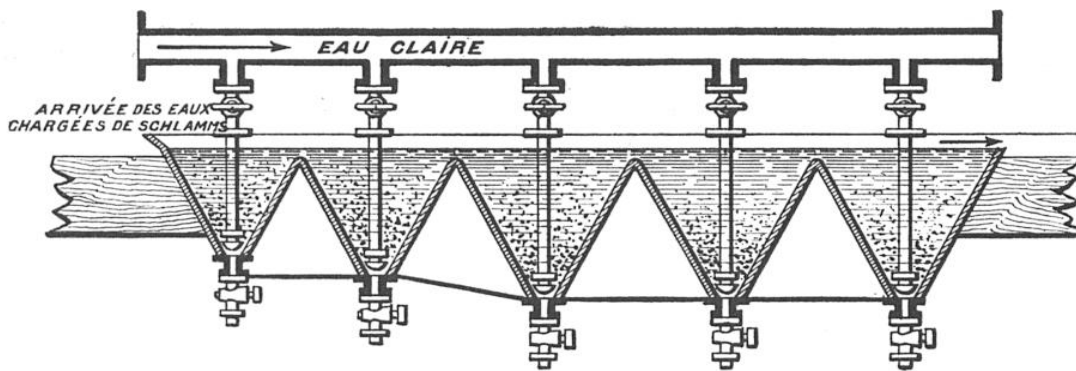
D'autres mines font un tri plus sévère à l'aide de trommels (ou tambours) pour le classement des menus et la séparation des fines, et de spitzkasten, pour le classement des fines, et aussi de lavoirs à feldspath.

Le trommel (fig. page 123) est un cylindre à claire-voie, semblable au blutoir utilisé en minoterie, dans lequel on introduit le charbon à classer et qui tourne sur son axe légèrement incliné sur l'horizontale. La paroi du cylindre est formée de grilles, de toiles métalliques ou



SPITZKASTEN, COUPE EN ÉLEVATION (EN HAUT) ET VUE EN PLAN (AU-DESSOUS)

c, c¹, c², c³, caisses juxtaposées, en forme de pyramides renversées; o, o¹, o², o³, ouvertures pour la sortie des fines classées; r, arrivée de l'eau courante chargée des fines à classer; d, entrée de l'eau dans la première caisse; b, sortie de la dernière caisse de l'eau chargée de «schlamms» ou boues; r¹, rigole pour l'évacuation de l'eau; t, t¹, t², t³, tuyaux amenant au fond des caisses l'eau formant le courant ascendant qui fait flotter les «schlamms»; e, e¹, e², e³, couloirs conduisant les fines classées aux lavoirs à feldspath.



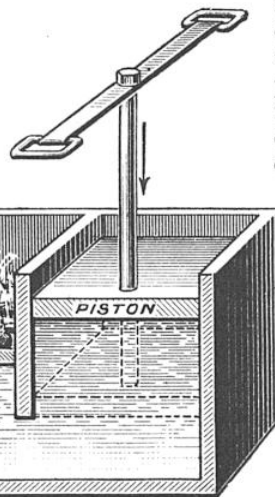
SPITZKASTEN DÉCANTEURS DE « SCHLAMMS » CONSTRUITS PAR LES ATELIERS COPPÉE

de tôles perforées, disposées de manière que les jours aillent toujours en croissant. Au-dessous de chaque série de jours de même grandeur se trouve un récipient, en sorte que, pendant le mouvement de l'appareil, les grains se classent, suivant leur grosseur, dans les récipients correspondants.

Les spitzkasten (caisses pointues) sont formées d'une série de récipients juxtaposés c , c^1 , c^2 , c^3 (fig. pages 125 et 126), en forme de pyramides renversées, de dimensions croissantes et communiquant entre elles par leur grande base. A chaque sommet de pyramide (dans le bas, sur le dessin) une petite ouverture de dimension réglable o , o^1 , o^2 , o^3 , sert à l'évacuation des fines classées. De l'eau claire est amenée au fond des caisses par les tuyaux t , t^1 , t^2 , t^3 , qui sont munis de robinets permettant de régler l'intensité du courant. Les charbons menus ou fines à classer, arrivant par r , et entraînés par un courant d'eau uniforme, déposent leurs grains d'autant plus vite que la grosseur, et, par conséquent, le poids de ceux-ci, sont plus considérables, tandis que le courant d'eau ascendant, fourni par les tuyaux t , t^1 , t^2 , t^3 , fait flotter les schlamms (boues formées par les pulvérulents) qui sont évacués par la rigole r^1 . Chaque caisse pyramidale recueille ainsi des grains de grosseur différente; ces grains sont entraînés aux lavoirs à feldspath par les canaux e , e^1 , e^2 , e^3 .

Les lavoirs à feldspath se composent d'une grille dont les trous sont assez grands pour laisser passer les grains que l'on va soumettre au lavage et sur laquelle on a mis une épaisseur de 6 à 8 centimètres de fragments angulaires de feldspath, dont la couche forme la masse filtrante. On fait passer dessus un courant d'eau tenant en suspension tous les grains sortant d'une caisse pointue (spitzkasten).

L'eau qui remplit le creux reçoit un mouvement de trépidation par les oscillations de faible course, mais accélérées, d'un piston qui donne 60 à 150 coups par minute; ce mouvement soulève un peu les fragments de feldspath; le courant d'eau et les oscillations sont réglés de telle sorte que les grains les plus lourds descendent dans les interstices du feldspath, traversent la grille et tombent au fond de la caisse, tandis que les grains de houilles, plus légers, sont entraînés par le courant.



BAC LAVEUR A PISTON, TRÈS SIMPLE, FONCTIONNANT A LA MAIN

Chacun peut construire soi-même cet appareil, avec quelques planches et une tôle perforée. Le charbon à laver est placé sur cette dernière.

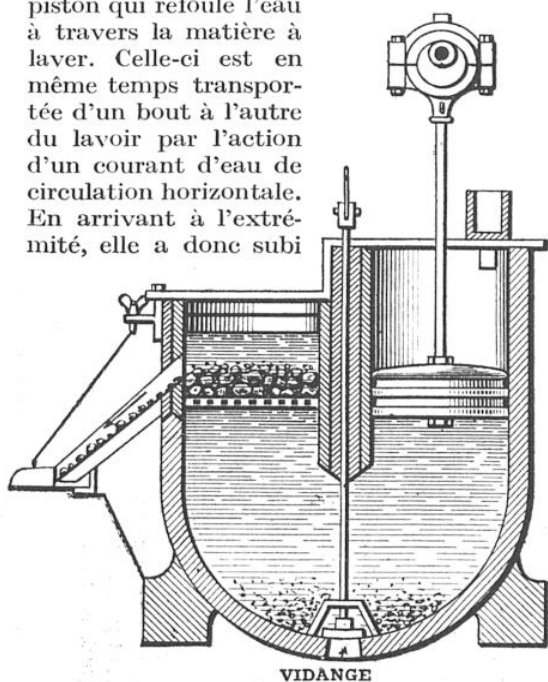
Ces fragments de feldspath peuvent être remplacés par toute autre roche : grès, basalte, spathfluor, ou même par des cailloux roulés quartzueux.

Les bacs à piston sont parmi les appareils les plus anciens et les plus employés. On en construit de nombreux modèles, peu différents les uns des autres. Celui dont nous donnons le dessin ci-dessus est d'une extrême

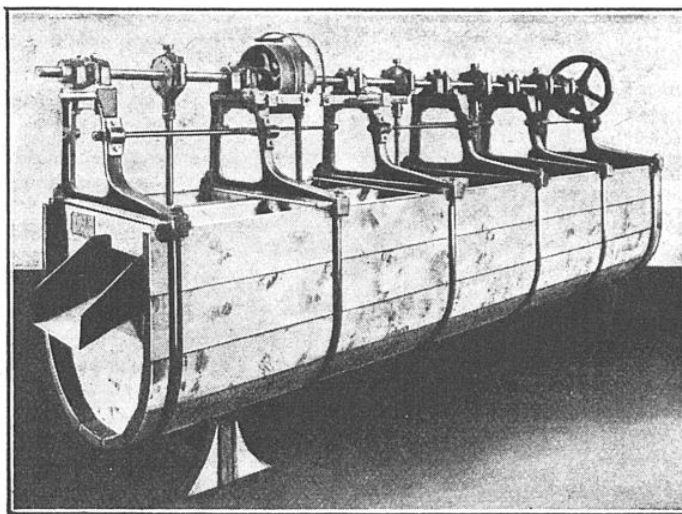
simplicité, son fonctionnement se comprend par la simple vue, et chacun pourra le construire lui-même pour son usage personnel avec une tôle perforée, une caisse étanche, deux planches, quelques clous et une poignée. Il lui servira pour laver lui-même son charbon (après un tri fait à la main) quand celui-ci lui sera livré avec trop d'impuretés pour pouvoir être utilisé convenablement. Car c'est là le seul remède à la situation actuelle, qui est déplorable.

Cet appareil primitif trouvera en outre un emploi tout indiqué pour traiter les cendres d'escarbilles de chaudières et récupérer le charbon qu'elles contiennent ; elles passent plus ou moins à travers les grilles des foyers ; le charbon est actuellement si précieux que c'est un devoir de n'en rien perdre. C'est là, d'ailleurs, ce qui se fait déjà dans un certain nombre d'usines.

Les bacs à pistons employés dans les charbonnages sont un peu plus compliqués que le précédent. Le charbon y est soumis à une série de projections de bas en haut et de chutes verticales par le mouvement d'un piston qui refoule l'eau à travers la matière à laver. Celle-ci est en même temps transportée d'un bout à l'autre du lavoir par l'action d'un courant d'eau de circulation horizontale. En arrivant à l'extrémité, elle a donc subi



COUPE DE L'UN DES COMPARTIMENTS DU BAC À PISTONS SYSTÈME MOREL



BAC À PISTONS INDUSTRIEL, COMPORTANT CINQ COMPARTIMENTS COMMUNICANTS, DE M. MOREL

Le charbon lavé vient sortir par le couloir que l'on voit à l'avant.

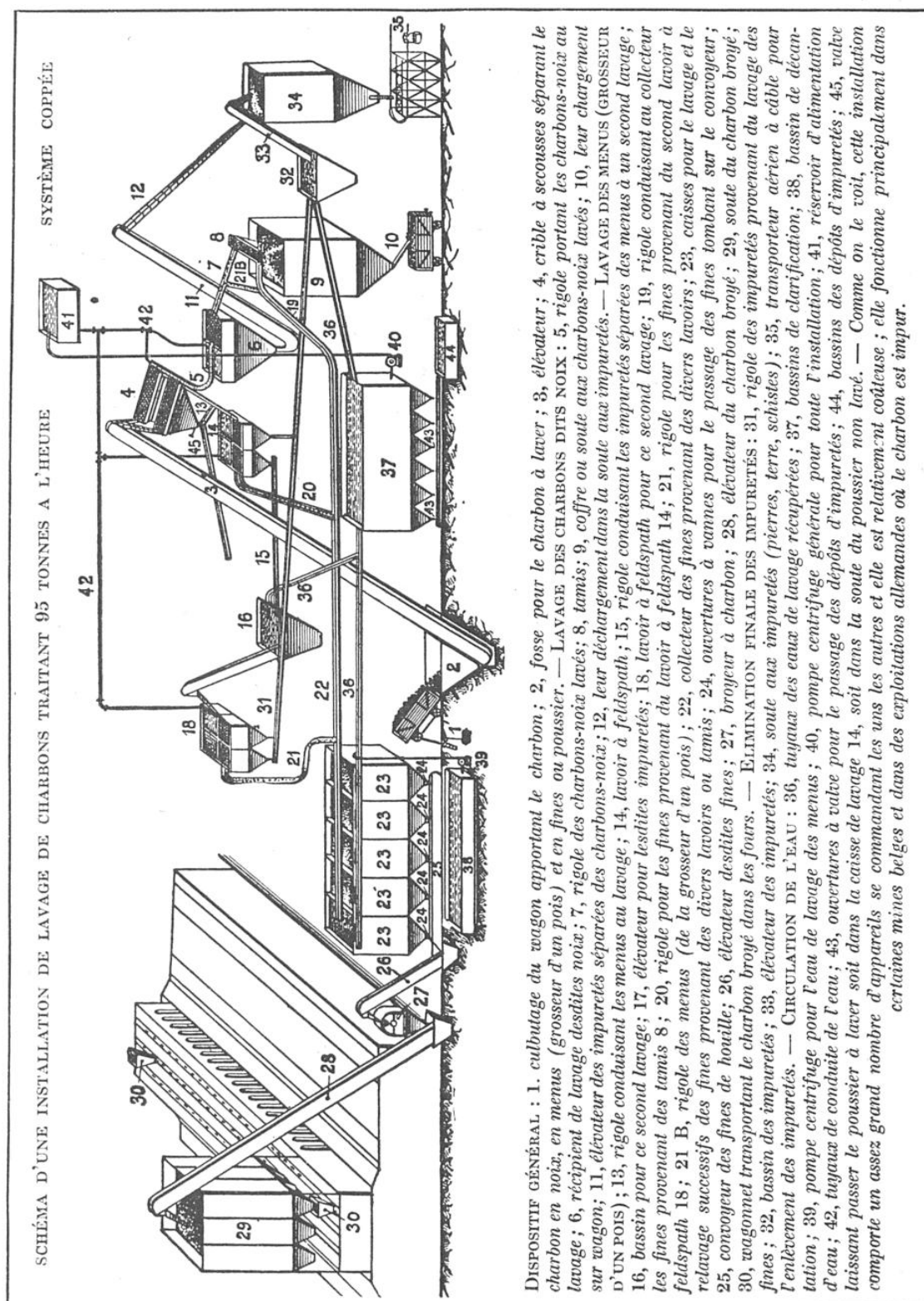
un certain nombre de chutes et se trouve classée par ordre de densités, les impuretés, plus denses, formant les parties inférieures, surtout si l'on a opéré sur des produits préalablement calibrés. Il suffit ensuite de séparer par un procédé quelconque le haut et le bas du lit de lavage pour recueillir le bon charbon.

Ce système de lavage par bacs à pistons est fréquemment utilisé et il fonctionne généralement d'une façon satisfaisante, sans dérangement, et donne de très bons résultats, surtout avec les gailletins, de 0 m. 01 à 0 m. 05.

Le laveur Lacrosette n'est autre que le bac à piston dans sa plus grande simplicité. Dans le mouvement de va-et-vient du piston, les matières les plus denses sont soulevées moins haut que la houille et retombent plus vite au fond. En quinze ou vingt coups de piston, la séparation est faite, ou à peu près. On enlève très facilement à la pelle tout ce qui dépasse le grillage ; au-dessous se trouvent de la houille impure, puis des schistes.

Dans le laveur à vapeur Evrard, l'eau, au lieu d'être soumise à l'action d'un piston, est mise en mouvement par des admissions successives de vapeur ; les charbons se classent automatiquement sous l'effet des vibrations communiquées au liquide par celles-ci.

Le laveur Bérard est également de la classe des bacs à piston, mais sa disposition, très bien comprise, en fait un excellent appareil. Avec une longueur de 2 m. 50, il peut laver quatre tonnes de produits par heure, ramenant des charbons tenant 12 à 15 % de cendres, à une teneur de 6 à 7 %.

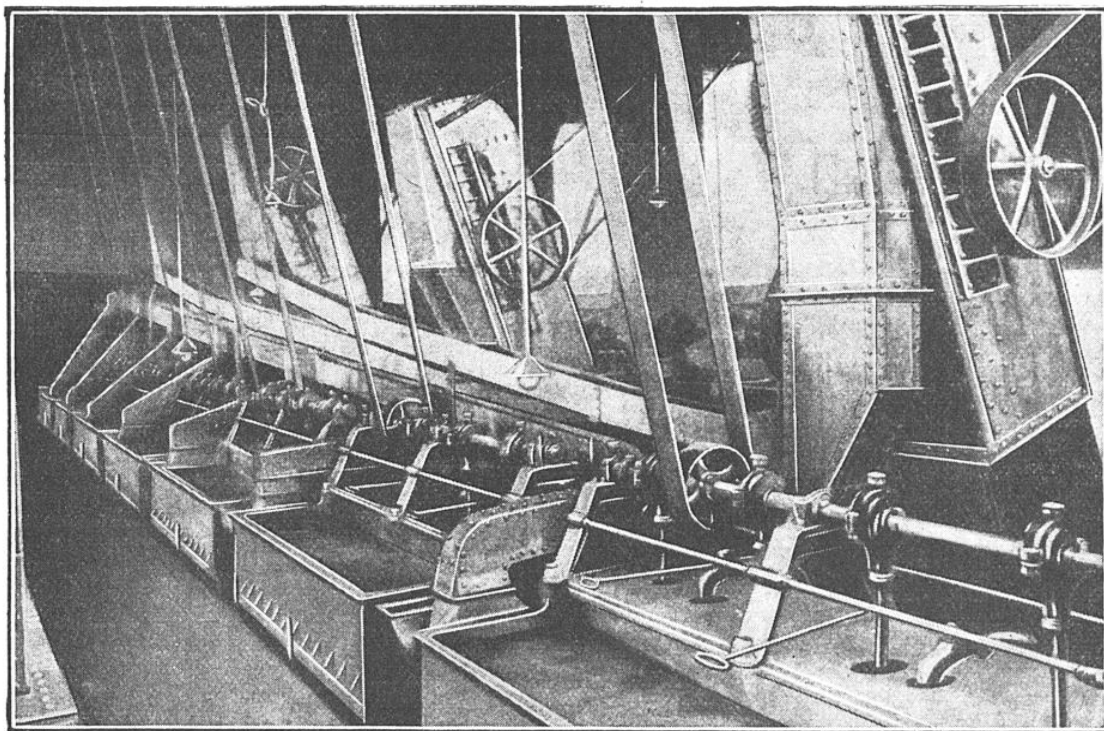


Le laveur Guillaumat est semblable au précédent, avec cette différence qu'au lieu d'un tamis, c'est une grille à barreaux qui est employée. Au-dessus de celle-ci, on maintient constamment, comme sur le tamis du laveur Bérard, une couche de schistes de 0 m. 20, servant de filtre aux produits à épurer.

Dans l'appareil Moynier, le mouvement communiqué à l'eau au moyen d'un piston est remplacé par une injection intermittente d'eau ; ce laveur a pour but principal de

Les menus traversent les mailles et tombent au fond du bac, tandis que les gros restent sur le tamis et sont évacués peu à peu au-dessus d'une cloison placée à hauteur convenable ; les schistes passent en dessous, et les charbons, au-dessus. Les menus qui ont traversé le tamis sont repris et repassés sur un tamis à mailles beaucoup plus fines.

Ce système, ainsi que quelques autres, basés sur le même principe, présente l'inconvénient, à la vérité fort grave, de



CRIBLES A FELDSPATH DES LAVERIES DES CHARBONNAGES DE RISCA (PAYS DE GALLES)

purifier les fines de 0 à 10 millimètres. L'injection se fait sous la grille qui reçoit les charbons, lesquels descendent dans une caisse située au delà et au-dessus d'un bassin de dépôt pour les eaux. Un compartiment latéral permet de recevoir les schistes.

Le laveur Baum est également du même système, mais le mouvement de pulsation de l'eau est obtenu, non plus par un piston, mais par l'air comprimé, dont l'admission et l'évacuation sont réglées avec précision par des tiroirs commandés par excentriques.

L'appareil Kremer est destiné à laver le charbon sans classification préalable. Celui-ci est amené sur un tamis à mailles de 0 m. 01, placé dans un bac laveur dont l'eau est mise en mouvement par une pompe foulante.

laisser perdre une assez grande quantité de charbons qui sont entraînés par les schistes.

Un système américain de lavage consiste à imprimer au mélange d'eau et de charbon, un mouvement giratoire assez rapide afin d'obtenir la classification de ce dernier.

Tel est le laveur Jeffrey-Robinson, qui se compose d'une cuve conique à l'intérieur de laquelle se meut une tige munie d'une série de bras verticaux et formant agitateur à l'aide d'un mouvement giratoire obtenu par engrenage. L'eau, envoyée par des pulsomètres, possède un mouvement ascendant qui remonte le charbon jusqu'au sommet du laveur, tandis que les impuretés tombent au fond. L'agitateur complète (plus ou moins bien) le classement. Le charbon sort par un

couloir qui s'amorce dans le haut du cône, et les schistes sont évacués de temps à autre par des valves automatiques installées dans le bas.

Les autres appareils laveurs américains, plus perfectionnés que le précédent, sont, pour la plupart, basés sur le principe du laveur-trieur Stevens, dans lequel le charbon, versé sur une grille, est déplacé par rapport à l'eau dans laquelle il plonge, de façon à séparer suffisamment, par entraînement, le charbon de ses impuretés, puis d'évacuer séparément celles-ci et le charbon lavé.

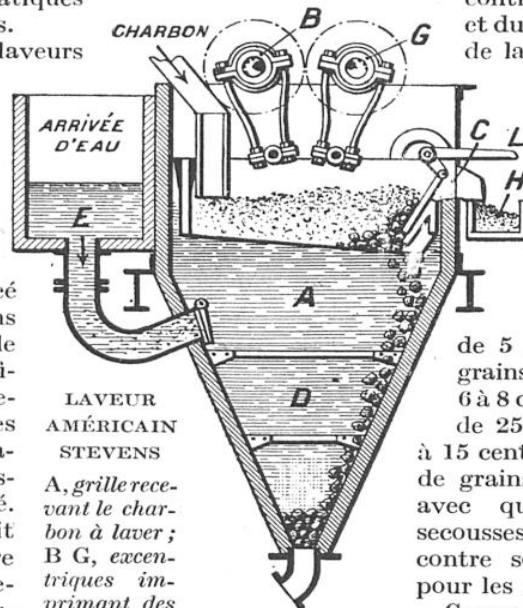
La grille *A*, qui reçoit le charbon brut (figure ci-contre) a un mouvement d'oscillation vertical sous l'action de deux excentriques *B* et *G*, dans un bac *D* à fond conique à l'intérieur duquel l'eau, arrivant par un conduit latéral *E*, se renouvelle constamment. L'abaissement brusque de la grille dans l'eau produit un soulèvement du charbon tandis que les pierres, schistes et autres impuretés, plus lourds, restent en contact avec la grille le long de laquelle ils s'écoulent simplement, dans le sens de la pente, jusqu'à une ouverture par laquelle ils tombent au fond du bac, d'où ils sont évacués par des vannes que l'on ouvre périodiquement, tandis que le bon charbon, entraîné par le courant d'eau, sort par le couloir *C*, que l'on

remarque en haut du cône, et la rigole *H*.

Le laveur Lührig-Coppée est à marche continue, et les surfaces du tamis et du piston sont égales. Le fond de la caisse est formé de deux plans inclinés en sens contraire, afin de diminuer les remous de l'eau à son arrivée sur le tamis. L'amplitude du mouvement d'oscillation donné à l'eau par le piston varie avec le diamètre des grains soumis au lavage; elle sera de 5 à 6 centimètres pour des grains de 10 à 25 millimètres, de 6 à 8 centimètres, pour des grains de 25 à 45 millimètres et de 8 à 15 centimètres pour une grosseur de grains de 45 à 80 millimètres, avec quarante-cinq à cinquante secousses se produisant par seconde, contre soixante et quatre-vingts pour les autres grosseurs de grains.

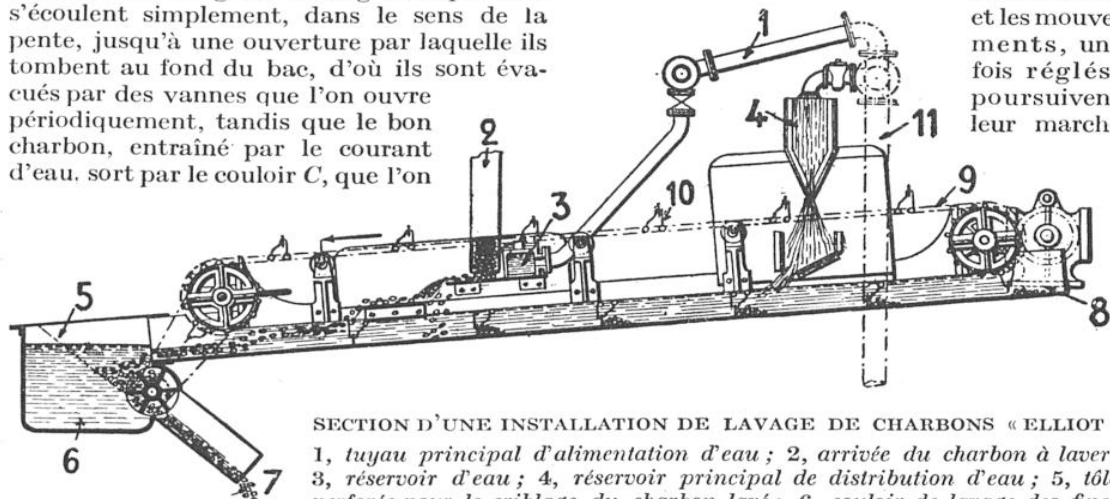
Ces « ateliers » de lavage, installés d'abord à Zwickau, en Allemagne, puis importés en Belgique et en France, sont surtout remarquables par la succession précise et méthodique des procédés de classification par courant d'eau; cette succession est étudiée de telle sorte qu'il n'y a pas de faux mouvements. Tous les transports verticaux et horizontaux sont exécutés mécaniquement ou automatiquement; chaque appareil reçoit très régulièrement son alimentation,

et les mouvements, une fois réglés, poursuivent leur marche



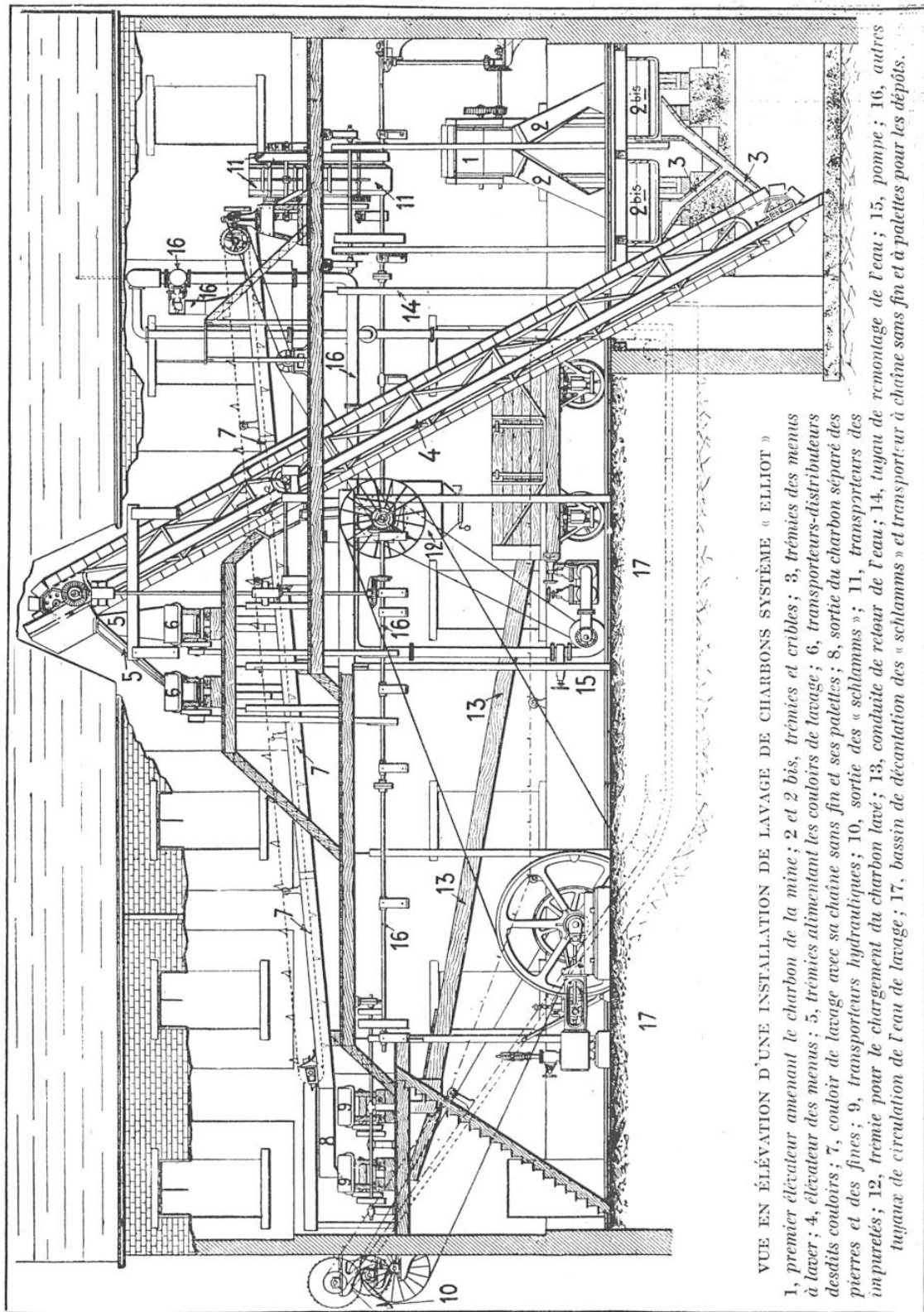
LAVEUR AMÉRICAIN STEVENS

A, grille recevant le charbon à laver; *B* *G*, excentriques imprimant des secousses à la grille; *D*, bac à fond conique; *E*, arrivée de l'eau; *C*, sortie du charbon lavé, qui est reçu dans le couloir *H*; *L*, levier de la vanne pour la sortie des pierres et impuretés tombant dans le bac.



SECTION D'UNE INSTALLATION DE LAVAGE DE CHARBONS « ELLIOT »

1, tuyau principal d'alimentation d'eau; 2, arrivée du charbon à laver; 3, réservoir d'eau; 4, réservoir principal de distribution d'eau; 5, tôle perforée pour le criblage du charbon lavé; 6, couloir de lavage des fines en section transversale; 7, sortie du charbon épuré; 8, sortie des pierres et des schistes remontés par les palettes; 9, chaîne sans fin du couloir de lavage; 10, palettes (voir la figure de la page suivante).



VUE EN ÉLEVATION D'UNE INSTALLATION DE LAVAGE DE CHARBONS SYSTÈME « ELLIOT »

1, premier élévateur amenant le charbon de la mine ; 2 et 2 bis, trémies et cribles ; 3, trémies des menus à laver ; 4, élévateur des menus ; 5, trémies alimentant les couloirs de lavage ; 6, transporteurs-distributeurs desdits couloirs ; 7, couloir de lavage avec sa chaîne sans fin et ses palettes ; 8, sortie du charbon séparé des pierres et des fines ; 9, transporteurs hydrauliques ; 10, sortie des « schlamm » ; 11, transporteurs des impuretés ; 12, trémie pour le chargement du charbon lavé ; 13, conduite de retour de l'eau ; 14, tuyau de remontage de l'eau ; 15, pompe ; 16, autres tuyaux de circulation de l'eau de lavage ; 17, bassin de décantation des « schlamm » et transporteur à chaîne sans fin et à palettes pour les dépôts.

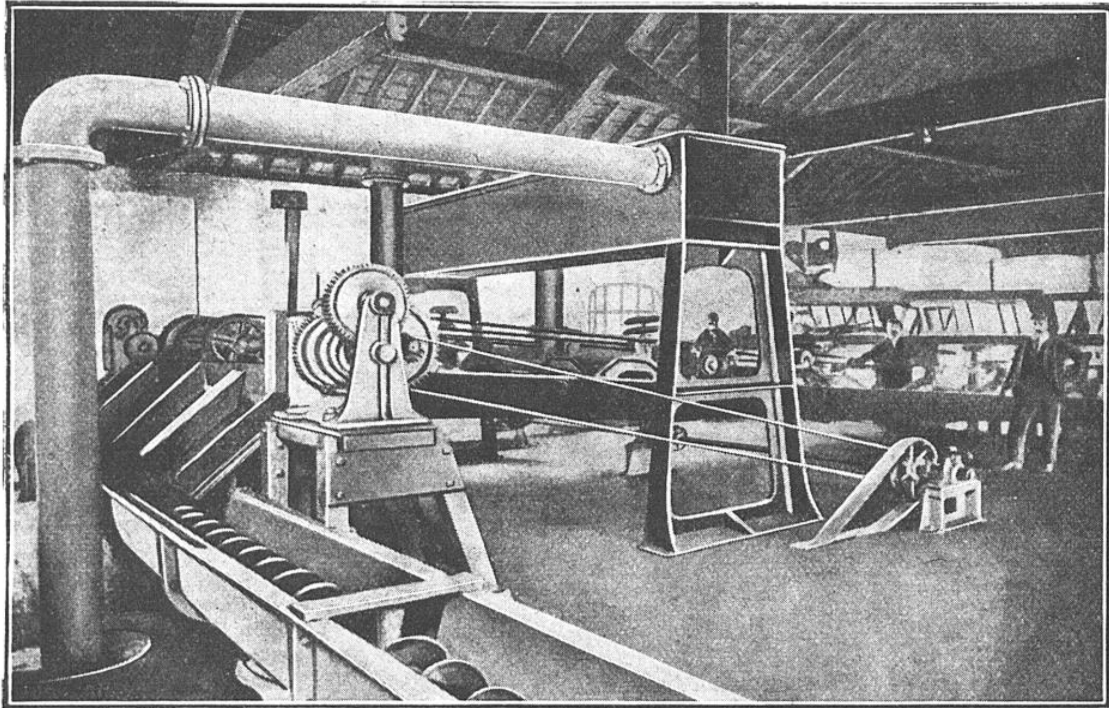
sans surveillance, chaque appareil concourant avec discipline au résultat général.

Le laveur belge E. Coppée, dont nous donnons des vues en coupe et des photographies, est à peu près semblable au précédent.

Le laveur Elliot, à palettes, se compose d'un couloir en tôle faiblement incliné, parcouru par un courant d'eau et par une chaîne sans fin munie de raclettes. Le charbon arrive au milieu du couloir ; il est entraîné

absorbe peu de force motrice pour son fonctionnement. Il est construit en Angleterre, où on le trouve dans de nombreux charbonnages, ainsi qu'au Canada. Il était également utilisé dans nos houillères du Nord. Des charbons contenant 16 à 20 % de cendres peuvent être ramenés par lui à 8 ou 9 %.

Le rhéolaveur est aussi un appareil datant d'assez loin qui a été modernisé. Il se compose, comme le précédent, d'un long couloir



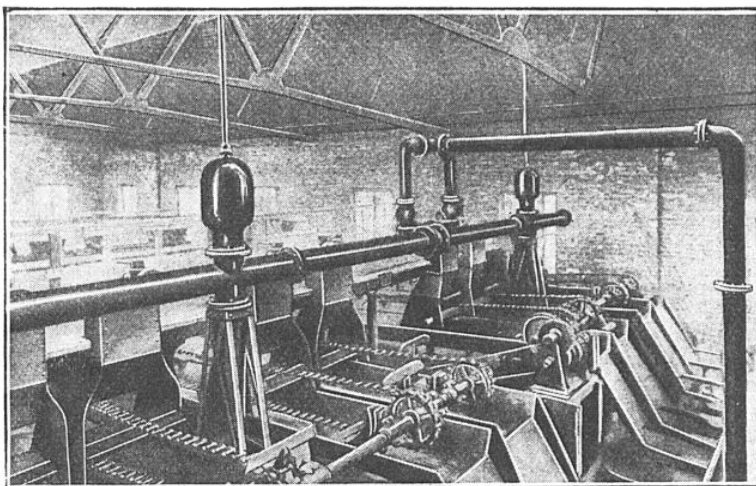
TÊTES DES COULOIRS DE LAVAGE « ELLIOT » VERS LESQUELLES LES PALETTES DES CHAINES FONT REMONTER LES PIERRES ET AUTRES IMPURETÉS

Ces pierres et ces impuretés tombent, par des plans inclinés, dans un couloir d'évacuation d'où une vis d'Archimède, qu'on voit au premier plan de la photographie, les entraîne au dehors.

par l'eau et passe par-dessus les raclettes qui se meuvent en sens inverse de celui du courant d'eau. Il arrive ainsi, de proche en proche, jusqu'à une table à secousses qui forme caisse filtrante. Les schistes qui, en raison de leur plus forte densité, tombent dans le fond du couloir, sont emportés par les raclettes vers la tête de celui-ci, puis évacués. L'eau, qui s'écoule à travers la table à secousses, est remontée par une pompe au sommet du couloir et sert à nouveau.

L'appareil, qui était assez ancien, a été récemment modernisé et complété par une table de lavage préliminaire. Sa conduite est facile, son encombrement restreint, et il

à très faible pente dans lequel un courant d'eau entraîne le charbon à traiter, et qui est interrompu, de distance en distance, par des rainures dans lesquelles tombent les produits les plus lourds, constitués par les impuretés. Au droit de ces rainures, et ceci représente le perfectionnement apporté à l'appareil, est disposé le rhéolaveur proprement dit, à courant d'eau vertical, lequel replace dans le couloir, pour la raison qui va être dite, les charbons classés tombés fortuitement dans les rainures. Ce courant ascendant, par suite d'un réglage convenable de l'arrivée de l'eau, possède une allure pulsatoire, et le mouvement de l'eau, au droit des rainures, se



PARTIE INFÉRIEURE DES COULOIRS DE LAVAGE PAR OU SE DÉVERSE LE CHARBON LAVÉ

compose d'une succession d'ascensions lentes et d'arrêts. Or, d'après la loi de la chute des corps dans l'eau, la vitesse de la chute, dans les premiers instants, ne dépend que de la densité ; dans les périodes de repos, les pierres prennent donc progressivement de l'avance sur les charbons, et le courant ascendant, qui suit immédiatement, ne tarde pas à replacer ceux-ci dans le couloir.

En sortant des laveurs, les charbons sont transportés mécaniquement dans des tours d'égouttage dont la capacité dépasse souvent mille tonnes. On les y laisse plus ou moins longtemps, suivant leur grosseur (les gros s'égouttent plus vite que les fines), jusqu'à ce qu'ils ne contiennent plus que 5 à 6 % d'eau, ce qui demande plusieurs jours si la houille est menue. On peut accélérer la dessiccation en ayant recours à des appareils sécheurs à plaques métalliques chauffées ou à des fours. On peut aussi faire usage d'essoreuses.

La Link Belt Co, de Chicago, construit une machine de ce genre à alimentation et rotation continues, mais essorant le charbon par petites charges successives. Nous en donnons le dessin page 134, d'après le journal américain *Iron Age*.

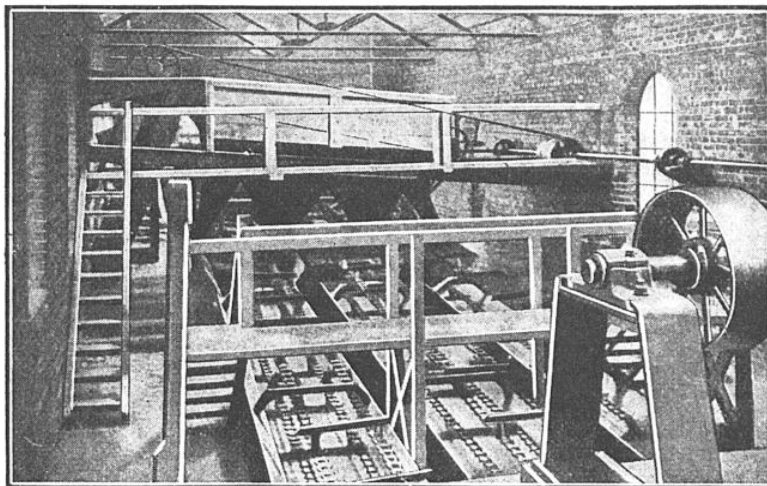
Elle se compose d'un

boitard *A*, muni d'une trémie de chargement au centre de laquelle passent deux arbres concentriques *B* et *C*, recevant, d'un renvoi commun, des vitesses légèrement différentes, par deux paires de roues d'angle *D* et *E*. Sur l'arbre *B*, qui est central, se trouve calé, à sa partie supérieure, un distributeur rotatif *F*, et, à sa partie inférieure, une roue *G*, munie de cames, dont le fonctionnement sera expliqué un peu plus loin.

Sur l'arbre extérieur *C*, qui est creux, sont calés, d'autre part, un tambour conique *H*, muni d'un tamis également conique

L, ainsi qu'un plateau *M*, pourvu, sur toute sa périphérie, de panneaux mobiles autour de charnières ; ces panneaux se rabattent chaque fois que leur déplacement, relativement et par rapport à la rotation de l'arbre *B*, les amène au-dessus des cames de la roue *G*, laquelle est solidaire de cet arbre.

Le charbon est déversé continuellement dans la trémie du boitard *A* et tombe, par le distributeur rotatif *F*, sur le plateau *M* pour s'amasser contre le tamis. La rotation de celui-ci, ainsi que celle du plateau, soumet le charbon à un essorage énergique, et l'eau qui l'imprégnait en est ainsi séparée et est rejetée par l'effet de la force centrifuge



COULOIRS DE LAVAGE OU CIRCULENT DES DOUBLES CHAINES PORTANT LES PALETTES QUI ENTRAÎNENT LE CHARBON

le long d'un cône *N*, pour s'écouler ensuite à l'extérieur par une gouttière *O*.

Chaque fois que, par suite du mouvement différentiel entre le plateau *M* et la roue à cames *G*, un des panneaux mobiles dudit plateau passe au-dessus d'une came, il s'abaisse d'un mouvement lent, et le charbon qu'il porte tombe dans la trémie inférieure du boitard.

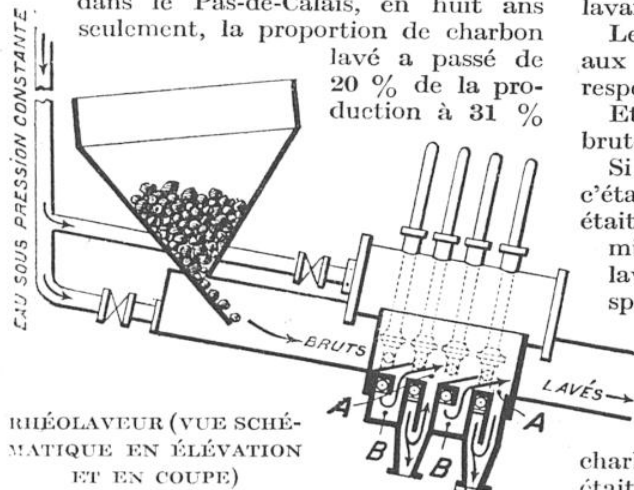
La machine est convenablement réglée pour que les cames se trouvent calées de la largeur d'un panneau mobile en arrière du distributeur; le panneau qui passe sous ce distributeur est, par suite, toujours complètement vide.

On règle le degré d'essorage à donner au charbon, pour telle ou telle vitesse de rotation du tambour conique *H*, en modifiant la différence entre la vitesse de rotation de ce tambour, qui est la même que celle du plateau *M*, et la vitesse du distributeur *F*, c'est-à-dire la durée entre deux ouvertures successives de chaque panneau mobile du plateau, et, par conséquent, la durée du séjour du charbon au contact du tamis et de l'action de la force centrifuge qui s'exerce sur ce charbon.

Ce système élimine la presque totalité des frottements entre le charbon et les divers organes de l'essoreuse (fig. ci-dessus).

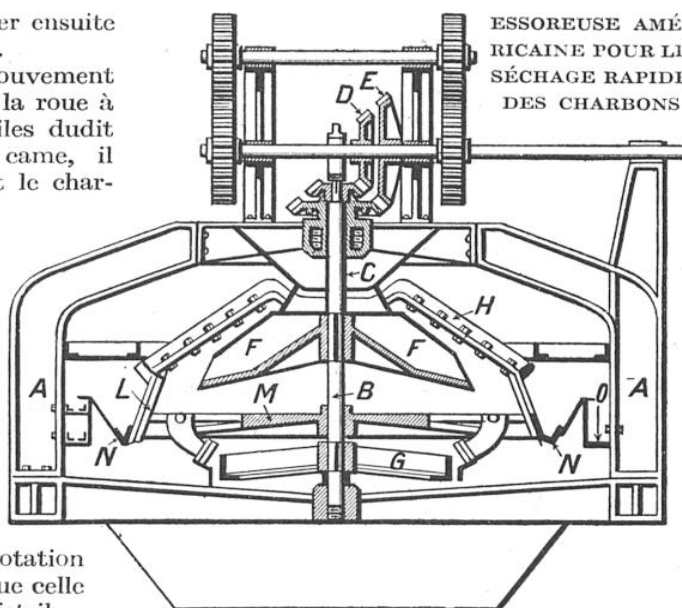
La proportion de charbon passé aux lavoirs et les déchets, par rapport à la production houillère totale, est allée jusqu'au début de la guerre en croissant régulièrement chaque année, dans tous les bassins français. Ainsi,

dans le Pas-de-Calais, en huit ans seulement, la proportion de charbon lavé a passé de 20 % de la production à 31 %



RHÉOLAVEUR (VUE SCHEMATIQUE EN ÉLEVATION ET EN COUPE)

A A, rainures pratiquées dans le couloir que parcourt le charbon; B B, courant d'eau ascendant dans les rainures, à allure pulsatoire.



ESSOREUSE AMÉRICAINE POUR LE SÉCHAGE RAPIDE DES CHARBONS

A, boitard; B et C, arbres concentriques; D et E, paire de roues d'angles; F, distributeur rotatif; G, roue munie de cames; H, tambour conique; L, tamis conique joint au tambour; M, plateau pourvu à sa périphérie de panneaux mobiles; N, cône recevant l'eau séparée du charbon par la force centrifuge; O, gouttière pour l'écoulement de l'eau.

(près de 6 millions $\frac{1}{2}$ de tonnes contre 3 millions $\frac{1}{4}$). Dans le Nord, en moins de cinq ans, elle a passé de 43 % à 51 %.

Voici d'ailleurs quelle était, avant la guerre, cette proportion dans les divers bassins : Pas-de-Calais, 31 % ; Nord, 51 % ; Loire, 37 % ; Saône-et-Loire, 71 % (A Epinac, on lavait 98 $\frac{1}{2}$ % de la production de la mine).

Les proportions de déchets, par rapport aux quantités passées aux lavoirs, étaient respectivement de 18, 23, 22 et 20 %.

Et les déchets, rapportés à la production brute, étaient de 3, 11, 5 $\frac{1}{2}$ et 9 $\frac{1}{2}$ %.

Si on épurait davantage les charbons, c'était d'abord parce que le consommateur était plus exigeant. Ensuite, parce que les mines utilisaient mieux leurs déchets de lavage pour leur propre chauffage (foyers spéciaux de chaudières, gazogènes, etc.).

Enfin, la fabrication du coke et des agglomérés avait pris beaucoup d'importance et employait une grande quantité de fines lavées.

Si le consommateur payait son charbon plus cher, il avait un produit qui était plus propre et d'un meilleur rendement qu'à l'époque où il était bon marché. Aujourd'hui, le charbon est sale et hors de prix.

H. CARPOT.

QUELQUES DISPOSITIFS NOUVEAUX DE SIPHONS INDUSTRIELS

Par Clément CASCIANI

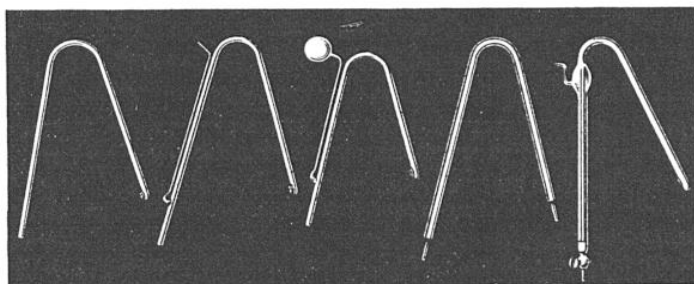
Le siphon est un des instruments les plus simples, les plus utiles et les plus fréquemment employés aussi bien dans les laboratoires que dans l'industrie, et aussi pour les usages domestiques. Il se compose, comme chacun sait, d'un tube en U renversé, à branches inégales, et il est destiné à transvaser les liquides d'un niveau élevé à un niveau plus bas en passant par-dessus un obstacle, tel que le bord des bœaux ou récipients quelconques qui les contiennent.

Pour qu'il puisse fonctionner, il faut qu'il soit « amorcé », et cet amorcement peut s'opérer de diverses façons, soit en le renversant, les bouts des deux branches étant tournés vers le haut et sur un même plan horizontal; on le remplit alors de liquide, on obture les deux bouts avec les doigts et on le retourne en plongeant la branche la plus

dans lesquels on ne peut plonger, sans inconvénient, le doigt ou la main, tels que les acides corrosifs; généralement, alors, on soude un tube étroit vers l'extrémité de la longue branche et on le recourbe vers le haut, et c'est par ce tube que l'on aspire. L'aspiration peut aussi être réalisée par ce tube à l'aide d'une pompe ou d'une poire en caoutchouc; pendant qu'elle s'opère il faut fermer l'ouverture de la longue branche à l'aide du doigt, (que l'on recouvre au besoin d'un doigtier en caoutchouc), d'un bouchon

ou d'un robinet, et ne l'ouvrir que quand le siphon est plein.

L'adjonction d'une boule vers le haut du tube augmente la sécurité en empêchant mieux le liquide d'arriver jusqu'aux lèvres si l'aspiration se fait par la bouche, laquelle aspiration n'est possible que si le siphon est de petit volume.



SIPHONS EN VERRE, MODÈLES DE LABORATOIRES

De gauche à droite : siphon simple; siphon à tube d'amorcement latéral partant du bas de la grande branche, pour liquides corrosifs; siphon à tube latéral et à boule; siphon de Bloch à tubes concentriques; siphon pour transvaser les acides (l'amorcement se fait par un petit tube coudé deux fois, soudé au renflement de la grande branche extérieure).

courte dans le récipient que l'on veut vider, en opérant de telle façon que les deux branches restent toujours pleines de liquide. Ou bien on plonge la petite branche dans le liquide et on aspire avec la bouche par le bout de la grande branche, qui doit toujours être à un niveau inférieur à celui de la petite branche. Quand ce niveau est relativement très bas, on peut même réaliser un siphon dans lequel l'eau ou le liquide que l'on veut transvaser, au lieu de couler simplement, sera capable de jaillir dans une chambre ménagée à la partie supérieure (fig. page 136).

Mais ce procédé ne peut être employé avec les liquides qu'il serait dangereux d'introduire accidentellement dans la bouche et

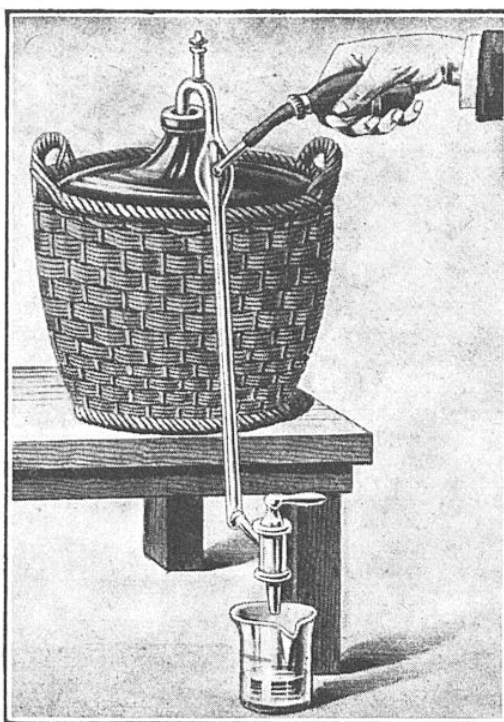
Si le liquide émet des vapeurs dangereuses à respirer, on peut employer un siphon à la partie supérieure duquel on a soudé une boule, sans communication avec l'extérieur, (fig. ci-dessus), que l'on chauffe; l'air qu'elle contient se dilate, se dégage par son excès de force élastique, et, par le refroidissement, le liquide dans lequel on a plongé le siphon qui communique avec la boule s'élève dans la petite branche, puis redescend par la grande, celle-ci ayant été préalablement bouchée avec le doigt, réalisant ainsi l'amorcement. Une partie du liquide pourra même pénétrer dans la boule qui, pendant le fonctionnement, contiendra de l'air à une pression réduite. Cette boule peut être remplacée

par une poire en caoutchouc, laquelle, revenant à sa forme première, après avoir été pressée, produit une forte succion qui amorce l'instrument.

On peut encore employer un siphon qui s'amorce en soufflant. Il se compose d'un gros tube extérieur fermé par un bouchon à ses deux bouts (fig. page 139). Le bouchon de son extrémité supérieure est percé de deux trous qui donnent passage, l'un à un bout de tube par lequel on soufflera, l'autre au tube même, recourbé en forme d'U, constituant le siphon proprement dit, dont la branche la plus courte plonge jusqu'au fond du gros tube. Le bouchon d'en bas porte un petit trou central.

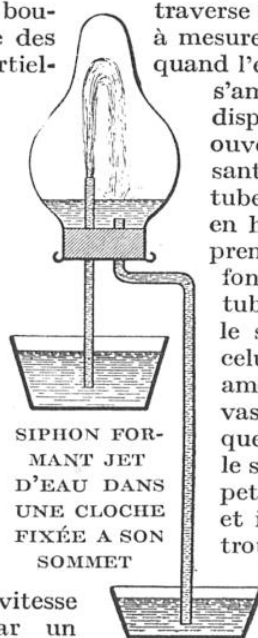
Le gros tube étant enfoncé dans le liquide à siphonner, on souffle alors dans le bout de tube du haut, ce qui oblige le liquide qui s'est introduit dans le gros tube en passant par le trou du bouchon inférieur (en vertu du principe des vases communicants) à repasser partiellement par celui-ci, ce qui fait baisser le niveau ; mais, comme ce trou est très petit et, de plus, presque obturé par son application plus ou moins forte sur le fond du vase, il se crée dans le gros tube une pression d'air forçant le liquide à monter dans la petite branche du siphon et à sortir en descendant par l'autre branche. Le siphon sera alors amorcé et il continuera à fonctionner quand on cessera de souffler. Le bas du gros tube ne doit alors pas être trop exactement appliqué sur le fond du vase, afin que le trou du bouchon dont il est pourvu ait son orifice bien dégagé ; au besoin, on le maintient soulevé très légèrement.

Les siphons peuvent encore être employés à obtenir des écoulements à vitesse constante en les faisant porter par un



SIPHON PNEUMATIQUE A ROBINET
DE P. ROUSSEAU ET A. LELIÈVRE

Il reste toujours amorcé et permet de vider sans danger les touries d'acides.



SIPHON FORMANT JET
D'EAU DANS
UNE CLOCHE
FIXÉE A SON
SOMMET

branches, la plus longue, qui traverse le fond du vase ; l'autre branche, plus courte, ne la traverse pas et se remplit d'eau au fur et à mesure qu'on en verse dans le vase ; quand l'eau atteint le sommet, le siphon s'amorce et le vase se vide. L'autre dispositif se compose d'un tube droit ouvert en haut et en bas, traversant le fond du vase, et d'un autre tube plus large, concentrique, fermé en haut, ouvert en bas, contenant le premier, mais ne traversant pas le fond ; le liquide monte entre les deux tubes, et, quand son niveau atteint le sommet du petit tube intérieur, celui-ci s'emplit et forme un siphon amorcé qui enlève toute l'eau du vase. Ce sont les vases de ce genre que l'on appelle « verres de Tantale » ; le siphon est caché à l'intérieur d'une petite statuette représentant Tantale et il est placé de telle sorte qu'il se trouve amorcé un peu avant que le niveau n'atteigne les lèvres du personnage fabuleux : le vase se vide alors complètement.

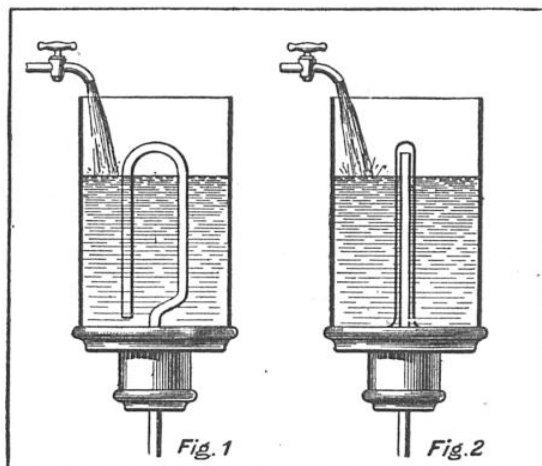
flotteur qui repose sur le liquide que l'on veut transvaser, comme on peut le voir sur la figure page 137. Le tube de décharge, qui forme une sorte de cadre rectangulaire, repose sur un flotteur ; l'eau s'écoule par un ajutage fixé au bas du tube avec une vitesse qui dépend de la distance séparant cet ajutage de la surface du liquide, et, comme cette distance reste constante, l'écoulement conserve régulièrement la même vitesse et le même débit.

Les siphons peuvent aussi servir à vider complètement un vase dès que l'eau qu'on y verse atteint un certain niveau. On peut adopter l'une des deux dispositions représentées page 137. Le tube en U renversé, ouvert aux deux bouts, a l'une de ses

Certaines sources, dites intermittentes, peuvent être considérées comme des siphons naturels dans le genre de celui que nous venons de décrire. Comme on le voit sur la figure de la page 138, qui la représente en coupe, une grotte ou caverne reçoit de l'eau de diverses sources qui s'y accumule et ne peut en sortir que par une canalisation sinueuse de forme siphonoïde, *ABC*, débouchant au dehors. Tant que le niveau de l'eau dans la grotte n'atteint pas le point le plus élevé *B* de cette canalisation, faisant l'office de siphon, celui-ci ne s'amorce pas ; mais il s'amorce de lui-même quand ce niveau arrive en *B* et l'eau jaillit alors au dehors jusqu'à épuisement de la cavité, à la condition, bien entendu, que la canalisation de sortie soit suffisamment large ; il sortira, en effet, plus d'eau par seconde que les sources n'en amèneront dans le même temps et l'eau baissera bientôt au-dessous du point de départ et de la canalisation. Le siphon sera alors désamorcé et les mêmes phénomènes se reproduiront à intermittences régulières, tout comme si, dans les vases des figures ci-dessus, on faisait arriver peu à peu de l'eau par le robinet en quantité inférieure à celle que les siphons sont capables d'évacuer dès qu'ils se trouvent amorcés par l'arrivée de l'eau à leur sommet.

Si la cavité est située très profondément, l'afflux des sources qui y arrivent, très peu influencé par les pluies ou la fonte des neiges pourra être très régulier, et, par suite, l'intermittence se reproduira à intervalles à peu près identiques.

Lorsque le siphon est destiné à maintenir le niveau constant dans un réservoir, à en



VERRES DE TANTALE SE VIDANT AUTOMATIQUEMENT QUAND LE NIVEAU DE L'EAU ATTEINT LE SOMMET DU SIPHON

Fig. 1 : Siphon formé d'un seul tube recourbé dont la grande branche traverse le fond du vase; fig. 2: siphon formé de deux tubes concentriques, le plus petit, ouvert aux deux bouts, traversant le fond du vase, le plus gros, fermé en haut, portant dans le bas des petits trous par lesquels pénètre l'eau.

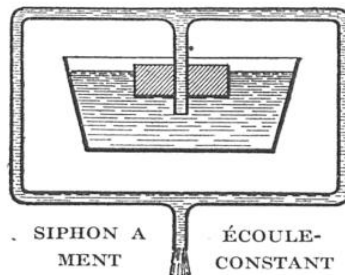
veau sera dépassé, l'eau s'écoulera par le tuyau coudé, et, soulevant un clapet placé dans la partie supérieure du tube, entraînera l'air contenu dans les branches du siphon, provoquant par là son amorcement. Ce dispositif est très employé.

Au cours de ces dernières années, on a imaginé et construit des systèmes nouveaux

dans le but de rendre l'amorcement plus facile et plus rapide, et aussi pour mieux adapter l'instrument à des destinations industrielles et particulières.

Un des dispositifs les plus simples, en ce qui concerne la rapidité et la facilité de l'amorcement, est celui de M. Neugebauer. Son siphon se remplit automatiquement lorsqu'il est simplement plongé dans le liquide. Sa petite branche est fortement coudée dans le bas et prolongée vers le haut, au-

dessus de son embouchure, en un deuxième siphon dont le sommet est situé un peu plus bas que celui du premier. Si on le plonge dans le récipient contenant le liquide à siphonner de manière que le sommet du



Le tube, replié à droite et à gauche, et formant une sorte de cadre, est porté par un flotteur qui lui fait suivre le niveau du liquide.

deuxième siphon soit complètement immergé, celui-ci se remplit, et le liquide arrive dans la petite branche du siphon principal jusqu'au niveau qu'il occupe dans le réceptacle ; mais il ne s'arrête pas là. Par suite de la force vive des colonnes d'eau montantes, il passe par-dessus le sommet du siphon principal. L'instrument tout entier se remplit alors automatiquement et se trouve ainsi amorcé.

Le siphon de M. Echivard reste constamment amorcé, même lorsqu'il est retiré du liquide. La partie inférieure de ses deux branches est recourbée

vers le haut jusqu'à une même hauteur de telle façon que, lorsque l'instrument est plein de liquide, celui-ci ne peut s'en échapper, à la condition que les sommets de ces parties recourbées vers le haut soient maintenues constamment dans un même plan horizontal (fig. page 139). La partie recourbée de la grande branche porte un ajutage par lequel le liquide s'échappe, et, sur son extrémité supérieure, pour l'amorçement, on adapte un tube pourvu d'un entonnoir dans lequel on verse, le plus vivement possible et sans arrêt, une quantité de liquide au moins égale à la contenance du siphon.

Un siphon ne reste pas constamment amorcé ; l'air qui est toujours contenu en dissolution dans l'eau s'en échappe peu à peu, par l'effet de la diminution de pression qui est une conséquence

de l'aspiration, et vient occuper la partie supérieure qu'il finit par remplir, ce qui arrête l'écoulement. Un arrêt peut également se produire par suite d'une rentrée accidentelle d'air dans le siphon. Pour parer à cet inconvénient, divers systèmes sont em-

ploqués. Nous nous bornerons à décrire ici celui que M. Cuau a fait breveter sous le nom de siphon à réamorçement automatique, dans lequel l'air qui s'accumule à la partie su-

périeure est expulsé périodiquement (fig. à la page 140).

L'appareil se compose essentiellement d'un robinet à trois voies *R*, interposé sur le parcours de la canalisation siphonoïde *S*, se terminant par un tube vertical *T*. A la tubulure du robinet à trois voies correspond une canalisation *C* contenant de l'eau sous pression moyenne.

Sur la conduite *S*, en amont du robinet *R*,

se trouve piquée une soupape *s* pouvant s'ouvrir sous une charge déterminée. Les eaux s'échappant, soit du tube *T*, soit de la soupape *s*, sont recueillies dans le bac *B*, d'où elles peuvent s'écouler par un ajutage siphonoïde réglable *A*. Le bac *B* est suspendu par un dispositif convenable et équilibré par un contrepoids *P* établi de telle sorte que, lorsqu'il est plein, son poids l'emporte sur *P*, et qu'inversement *P* l'emporte sur le poids du bac lorsque celui-ci est complètement vide.

L'organe de liaison *x* vient s'enrouler sur deux poulies, dont

l'une est calée sur la clé du robinet à trois voies *R*, et l'agencement est établi de telle façon que l'on puisse manœuvrer ce robinet en opérant des tractions dans un sens ou dans l'autre sur le lien *x* sans qu'un glissement quelconque de

celui-ci sur les poulies se produise.

Le déversoir siphonoïde *A* du bac *B* est disposé ainsi : un petit tube concentrique à un autre tube plus gros et muni de la vanne de réglage *V* traverse le fond du bac et est coiffé d'une cloche *c* dont le bord inférieur est

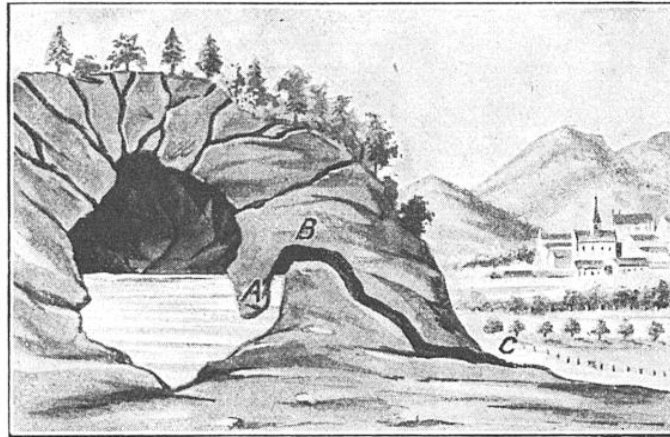
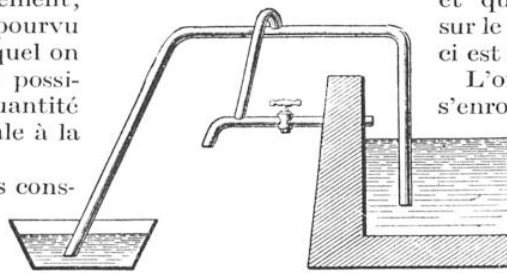


FIGURE MONTRANT EN COUPE UNE SOURCE INTERMITTENTE

Le réservoir se vide par le canal A B C, formant siphon, lequel s'amorce quand le liquide arrive en B et se désamorce quand son niveau descend au-dessous de A.



SIPHON S'AMORÇANT AUTOMATIQUEMENT QUAND L'EAU ARRIVE AU NIVEAU DU PETIT TUBE TRAVERSANT LA PAROI

maintenu à une certaine distance du fond dudit bac. L'extrémité inférieure du petit tube peut coulisser sans aucune espèce de gêne dans un tuyau d'évacuation *E*.

Au haut du siphon principal se trouve une cloche d'assez grand volume, surmontée d'une ventouse dont un flotteur peut obturer l'orifice de sortie, et dont le tuyau d'échappement *e* se recourbe en siphon et vient plonger librement dans un bac contenant un liquide (eau ou mercure), lequel, lorsqu'il arrive à une certaine hauteur *h*, variable selon le liquide employé, équilibre la plus grande dépression qui s'est produite dans le siphon.

La petite branche du siphon principal est munie d'un clapet de retenue *r*, très ingénieux.

Si l'on suppose le siphon amorcé et en fonctionnement normal, les choses sont réglées de telle sorte que le débit de *A* est égal à celui de *T*; le bac est au bas de sa course et le robinet *R* à trois voies est tourné de façon qu'il n'interrompt pas le passage de l'eau dans le siphon, mais qu'il ferme le conduit *C* de l'eau sous pression. Si, pour une cause quelconque, le siphon se désamorce, le débit de *T* devenant nul, le bac se vide, puis *A* se désamorce; sous l'action du contrepoids *P*, le robinet prend alors une position telle que le conduit *C* est ouvert sur le siphon, mais seulement en amont du robinet, tandis que la partie en aval (c'est-à-dire vers *T*) est isolée. L'eau sous pression venant de *C* se précipite de suite dans le siphon, le clapet *r* se ferme immédiatement et l'air qui remplit la cloche, ainsi que la ventouse, s'échappe par *e* jusqu'au moment où le niveau de l'eau, atteignant le flotteur de la ventouse, toute issue se trouve fermée à l'eau sous pression.

La soupape *s* s'ouvre alors et l'eau commence à tomber dans le bac *B*; le siphon-cloche *c* étant désamorcé, l'écoulement ne se produit pas par *A*, le poids de *B* augmente et un basculement se produit, lequel ramène le robinet *R* à sa position première.

L'écoulement de l'eau sous pression venant

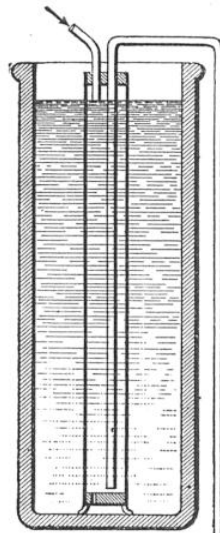
de *C* cesse, *s* se ferme, *T* recommence à débiter, *A* s'amorce et le siphon principal reprend son fonctionnement normal.

Lorsque l'arrêt de l'écoulement est dû au dégagement lent et progressif de l'air dissous dans l'eau et venant se rassembler dans le haut du siphon, le désamorçage absolu est précédé d'une période plus ou moins longue pendant laquelle le débit va constamment en diminuant. Un perfectionnement apporté à l'appareil permet d'éviter cette phase transitoire qui précède le réamorçage : il suffit d'expulser périodiquement et avant le désamorçage l'air dégagé. A cet effet, la cloche étanche (fig. page 141), disposée au point haut du siphon et en communication avec lui, peut être munie d'un niveau *n* permettant de suivre les variations du volume d'air emmagasiné; son intérieur peut communiquer avec l'atmosphère par un tube *e* recourbé plongeant par son bout inférieur dans du mercure. Si la

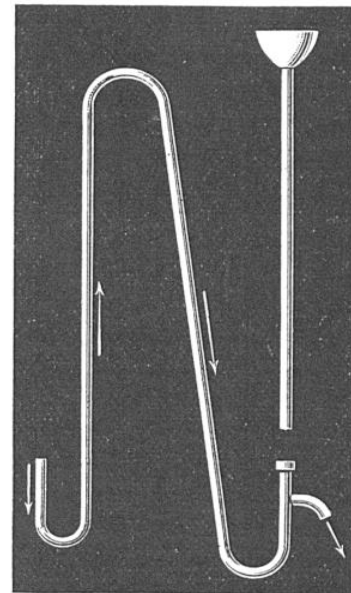
pression de l'air emmagasiné est inférieure à la pression atmosphérique, le mercure monte dans le tube et l'air extérieur ne peut pénétrer dans le siphon; si, au contraire, par suite d'une manœuvre quelconque, l'air de la cloche est au-dessus de la dite pression, celui-ci pourra s'échapper par barbotage rapide dans le mercure.

Cette manœuvre peut être effectuée, soit à la main, en fermant les deux branches du siphon et en y envoyant de l'eau sous pression, soit automatiquement au moyen du petit dispositif suivant :

La grande branche du siphon *S*, recourbée



SIPHON S'AMORÇANT EN SOUFFLANT DANS LE TUBE QUI EST INDICUÉ PAR UNE PETITE FLÈCHE



SIPHON DE M. ECHIVARD, RESTANT CONSTAMMENT AMORCÉ

Quand il est retiré du liquide, le bas des branches, recourbé vers le haut, forme bouchon hydraulique. Dans le prolongement du bouchon hydraulique de la grande branche est l'entonnoir servant au remplissage du siphon pour son amorçage initial.

vers le haut et munie au sommet de son renflement d'un purgeur d'air, automatique ou non, porte deux séries de robinets. Chacune est composée d'un robinet de réglage suivi d'un robinet à flotteur. Le groupe R^1 sert à l'évacuation des eaux s'écoulant du siphon en marche normale. Le groupe R^2 peut mettre en communication le siphon avec une conduite d'eau sous pression P , la pression d'eau disponible devant être sensiblement supérieure à celle nécessaire pour créer dans la cloche du sommet du siphon principal la pression d'évacuation de l'air.

Dans ces conditions, la petite branche du siphon plongeant dans le liquide à siphonner étant munie d'un clapet de retenue, l'on voit qu'il suffira, pour produire l'expulsion de l'air contenu dans

la cloche du siphon, de fermer R^1 puis d'ouvrir R^2 . Inversement, l'air ayant été chassé, il faudra ensuite, pour reprendre la marche normale, fermer R^2 et ouvrir R^1 .

On peut procéder automatiquement à ces manœuvres en faisant plonger les flotteurs de chacun des robinets dans de petits réservoirs v^1, v^2 , munis à leur partie inférieure d'écoulements réglables e^1, e^2 . Un piquage, fait sur la conduite sous pression P , et muni d'un robinet à pointeau réglable r , alimente un réservoir de chasse automatique V . L'on conçoit qu'en réglant convenablement le débit de r , l'on puisse produire des vidanges périodiques du temps que met la cloche à se remplir complètement d'air.

Les eaux siphonnées dans V tombent dans un réservoir de répartition v et de là sont conduites aux réservoirs v^1 et v^2 , des robinets de réglage r^1 et r^2 étant montés aux points voulus sur les canalisations d'adduction.

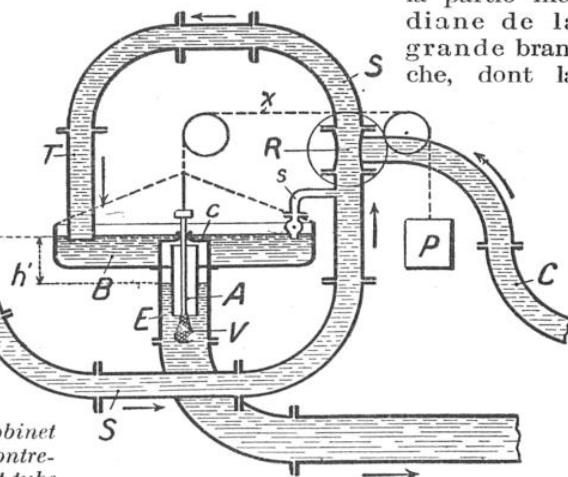
Ceci posé, on voit qu'en réglant convenablement r^1, r^2, e^1, e^2 , on pourra produire dans l'ordre désiré les manœuvres nécessaires; v se vidant ainsi que v^1, v^2 , les flotteurs reprendront d'eux-mêmes leur position inférieure qui correspond, comme on peut s'en rendre compte, à la marche normale du siphon.

Ce système est ingénieux, mais il paraît un peu compliqué et d'un emploi difficile.

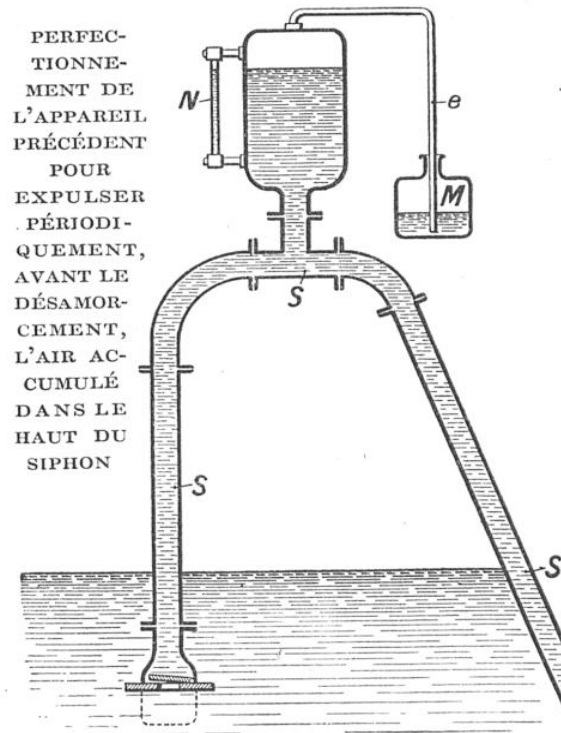
M. Kehrig a construit un siphon qui s'amorce par la manœuvre d'un tube en caoutchouc à gros renflement adapté vers la partie médiane de la grande branche, dont la

Cet appareil expulse périodiquement l'air qui s'accumule dans le haut du tube. —

A, déversoir siphonoïde réglable; B, bac recevant l'eau du siphon S soit par le tube T, soit par la soupape s; C, arrivée d'eau sous pression; P, contrepoids; x, lien reliant le bac au contrepoids en passant sur des poulies; R, robinet à trois voies sur la clé duquel est calée la poulie du contrepoids; V, vanne de réglage; c, cloche coiffant le petit tube du déversoir siphonoïde A, qui traverse le fond du bac et aboutit à la vanne de réglage; E, tuyau d'évacuation dans lequel peut coulisser librement ledit petit tube; e, petit siphon faisant communiquer la cloche placée dans le haut du grand siphon avec un petit bac contenant un liquide, la hauteur h correspondant à la hauteur de ce liquide dans le tube et équilibrant la plus grande dépression produite dans le siphon; r, clapet de retenue de la petite branche du siphon; H, différence de niveau entre l'eau à siphonner et celle du bac B quand celui-ci, étant rempli, est à son niveau le plus bas; h' , différence de niveau entre l'eau du bac B et celle du sommet du tuyau d'évacuation E, après son passage par le réversoir siphonoïde A, quand le bac B est rempli. Malgré sa complication apparente, cet appareil donne des résultats satisfaisants.



partie inférieure porte à son extrémité une manche également en caoutchouc, dont le bout est aplati de façon à fermer le passage à l'air, constituant ainsi deux valves appliquées l'une sur l'autre (fig. page 142). A chaque extension du tube en caoutchouc formant poire, qui suit sa compression par la main de l'opérateur, il y a aspiration de l'air du siphon, lequel sera chassé au dehors à

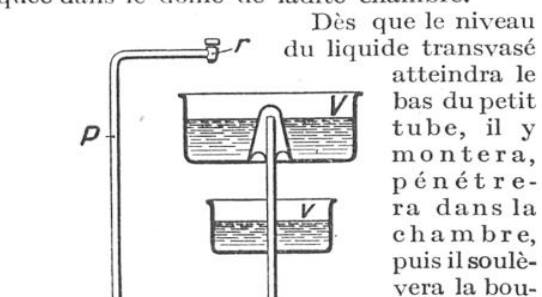


S, grand siphon; e, petit siphon faisant communiquer la cloche étanche disposée au point haut du grand siphon avec le mercure M; N, niveau d'eau de la cloche étanche; R¹R², robinets de réglage; r¹r², robinets à flotteur; P, conduite d'eau sous pression, v¹v², petits réservoirs des flotteurs munis d'écoulements réglables e¹, e²; r, robinet de réglage du conduit d'eau sous pression; V, réservoir de chasse automatique; v, réservoir de répartition.

la compression suivante, car la résistance que lui oppose le liquide contenu dans la petite branche, qui plonge dans le récipient à siphonner, le force à écarter les valves de la manche pour son évacuation, celles-ci agissant comme clapets. A l'intérieur de la partie inférieure de la grande branche du siphon reliant le tube renflé en caoutchouc à la manche, se trouve un autre tube plus petit, concentrique, dont les extrémités débouchent de la branche à une certaine distance l'une de l'autre; c'est entre ces deux

points de sortie du petit tube qu'on place la bonde ou bouchon, qui ferme complètement l'orifice du fût ou récipient à remplir. La possibilité de faire coulisser cette partie inférieure de la grande branche du siphon dans la bonde permet de régler le niveau auquel on veut arrêter l'écoulement du liquide, ce niveau correspondant au point où débouche l'orifice inférieur du petit tube intérieur. L'orifice supérieur de ce petit tube aboutit extérieurement dans une chambre sur le siège de laquelle repose une boule creuse de petit diamètre formant clapet.

Pendant le fonctionnement, l'air du fût (lequel est complètement clos par la bonde) passe par le petit tube et, soulevant la boule, est expulsé par une ouverture spéciale pratiquée dans le dôme de ladite chambre.

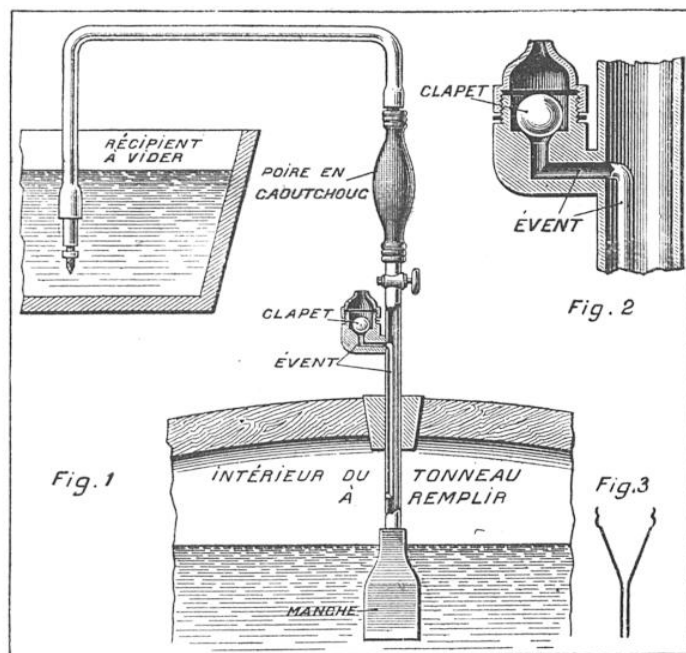


le, plus légère que lui, qui viendra alors faire application contre le dôme, fermant l'orifice de sortie et arrêtant ainsi l'écoulement, puisque l'évacuation de l'air du fût

ou du récipient ne pourra plus se faire.

Le siphon de M. Nicholson, récemment breveté, se caractérise par ce fait, très intéressant, qu'il prévient le désamorçement qui se produirait dans le cas où l'orifice d'entrée cesserait d'être recouvert par le liquide à siphonner (fig. page 142).

Il se compose d'un siphon principal pourvu d'un bouchon hydraulique (formé en recourbant vers le haut le bout du tube) à l'entrée et à la sortie, et d'un siphon supplémentaire faisant suite au bouchon hydraulique de la



SYSTÈME DE M. KEHRIG POUR ARRÊTER AUTOMATIQUEMENT L'ÉCOULEMENT QUAND LE LIQUIDE SIPHONNÉ ARRIVE A UN NIVEAU DONNÉ

Fig. 1: vue en coupe partielle; fig. 2: vue en coupe de l'évent à une échelle agrandie; fig. 3: vue de côté de la manche en caoutchouc terminant la grande branche et formant valve double.

grande branche ou branche de sortie du siphon principal, le tout formant un siphon composé. Un tuyau d'évent, également pourvu d'un bouchon hydraulique, est soudé au siphon en un point situé entre la courbure du siphon supplémentaire et le bouchon hydraulique de ladite grande branche du siphon principal. Ce bouchon hydraulique du tube d'évent se prolonge vers le haut jusqu'au-dessus du niveau de la courbure du siphon supplémentaire, laquelle est au même niveau que l'entrée du bouchon hydraulique de la branche courte ou branche d'entrée du siphon principal.

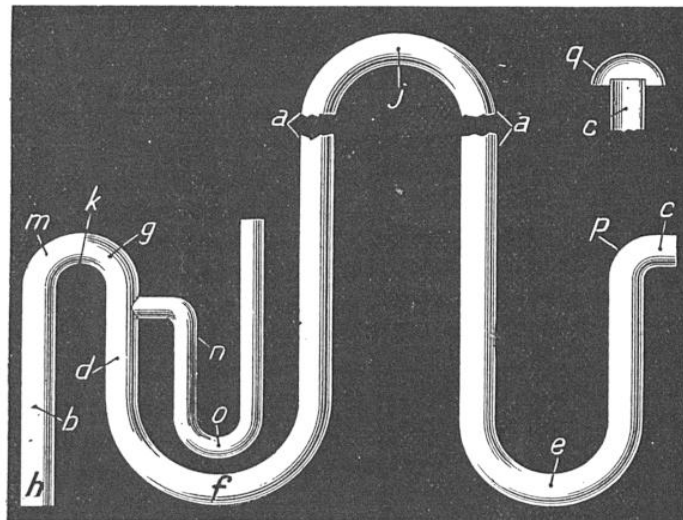
Le tube d'évent est fermé à l'air pendant l'amorçement seulement, qui se fait à la façon ordinaire. Pendant le fonctionnement, il est partiellement rempli de liquide qui agit comme obturateur.

A mesure que le liquide si-

phoné diminue dans la cuve à vider, la pression tendant à le faire passer par le haut du siphon principal diminue également, et le « tirage » exercé par le siphon supplémentaire aspire le liquide contenu dans le tuyau d'évent de manière que l'air pénètre dans le siphon et coupe la colonne de liquide qui y passe. L'écoulement s'arrête alors presque immédiatement, mais le siphon principal reste plein et prêt à fonctionner quand le niveau du liquide dans la cuve montera, donnant plus de pression.

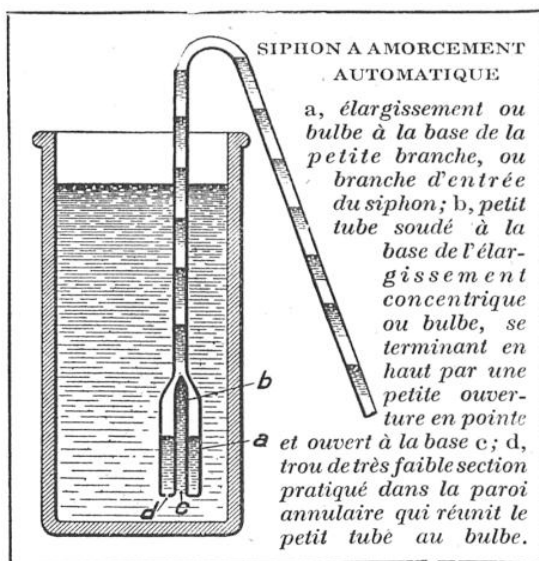
Le tuyau d'évent a, en réalité, pour objet d'arrêter le fonctionnement avant que l'air ne puisse être aspiré à travers le bouchon hydraulique d'entrée, ce qui provoquerait instantanément le désamorçement de l'appareil.

Ce siphon composé est parfaitement automatique et il se règle facilement de lui-même pour un écoulement quelconque, depuis



SIPHON DE M. NICHOLSON NE SE DÉSAMORÇANT PAS DANS LE CAS OU L'ORIFICE D'ENTRÉE CESSE D'ÊTRE RECOUVERT PAR LE LIQUIDE

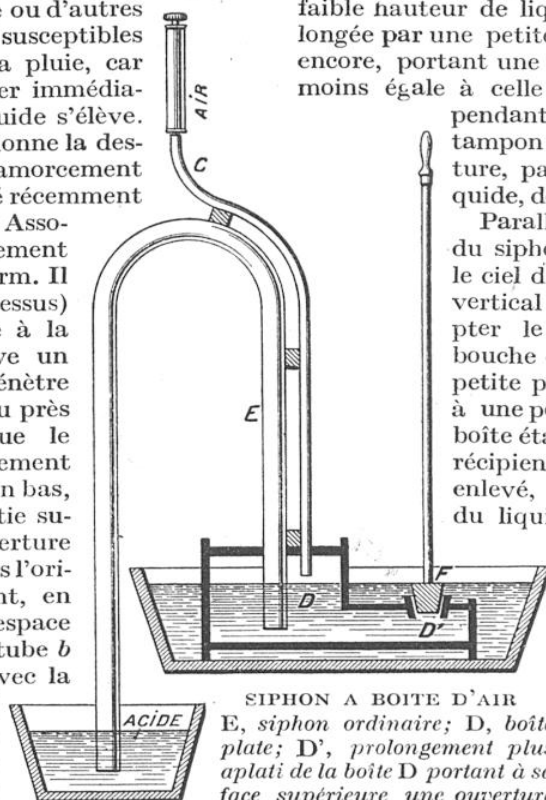
a a, siphon principal; c, entrée de la petite branche; p, courbure d'entrée; e, bouchon hydraulique de la branche d'entrée; j, sommet du siphon principal; f, bouchon hydraulique de la grande branche ou branche de sortie; d g m b, siphon supplémentaire; h, orifice de sortie; k, bord inférieur de la courbure du siphon supplémentaire, au même niveau que l'orifice d'entrée e du siphon principal; n, tube d'évent du siphon supplémentaire; o, bouchon hydraulique du tube d'évent; c, (figure en haut, à droite) autre forme, droite, de l'orifice d'entrée; q, chapeau protecteur.



quelques gouttes jusqu'à pleine section.

Il a été établi pour fonctionner sur une arrivée intermittente de liquide, et il est particulièrement applicable au drainage des ateliers de charbonnage ou d'autres industries qui sont susceptibles d'être inondés après la pluie, car il se met à fonctionner immédiatement dès que le liquide s'élève.

L'*Electrical Review* donne la description d'un siphon à amorcement automatique, qui a été récemment présenté à l'American Association for the Advancement of Science, par M. Storm. Il se compose (fig. ci-dessus) d'un siphon ordinaire à la base duquel se trouve un élargissement *a* où pénètre un tube *b*, ayant à peu près le même diamètre que le tube du siphon proprement dit; ce tube *b*, ouvert en bas, est terminé, à sa partie supérieure, par une ouverture effilée qui s'engage dans l'origine de l'élargissement, en laissant toutefois un espace annulaire libre. Ledit tube *b* est soudé à la base avec la partie inférieure du siphon, de sorte que l'entrée du liquide dans l'appareil s'opère par l'ouverture *c* inférieure de ce tube. Toutefois, dans la partie



SIPHON A BOITE D'AIR
E, siphon ordinaire; D, boîte plate; D', prolongement plus aplati de la boîte D portant à sa face supérieure une ouverture pour l'entrée du liquide à siphonner; F, tampon d'aspiration; C, tube vertical pour l'amorcement en soufflant par l'extrémité supérieure dudit tube.

annulaire qui réunit les deux tubes, on a ménagé un trou *d* de faible section.

Pour l'amorcement de l'appareil, appelé Stansiphon par son inventeur, il suffit de le plonger rapidement dans le liquide, à une profondeur de deux à trois fois la hauteur du bulbe. Le liquide jaillit alors dans la branche verticale par l'extrémité effilée du tube *b*; mais, en même temps, il pénètre aussi dans l'espace annulaire du bulbe par le trou *d* et il déplace l'air qui s'y trouvait, lequel, en passant par l'espace annulaire qui entoure la pointe du tube *b*, se mélange au liquide et l'émulsionne en quelque sorte.

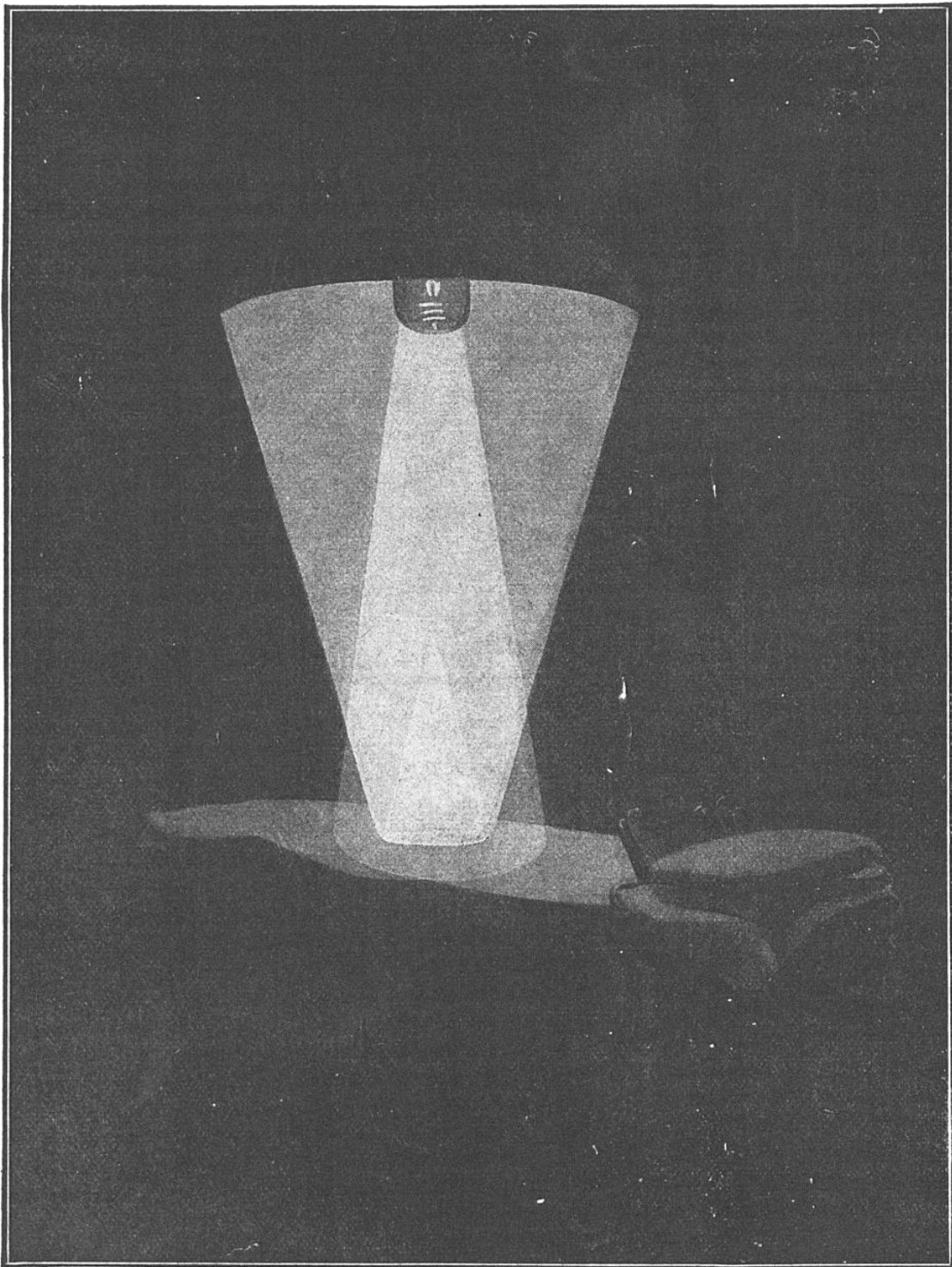
Enfin, le siphon dit à boîte d'air, imaginé par MM. W. Iwanowski et L. Didier, pour acides ou liquides dangereux, comprend un dispositif d'amorcement très efficace, surtout lorsque la hauteur du liquide dans le récipient à vider est faible. L'appareil (fig. ci-dessous) se compose d'un siphon ordinaire *E* dont l'une des branches plonge, au travers d'une soudure étanche, presque jusqu'au fond d'une boîte plate *D* (elle doit être d'autant plus plate qu'il s'agira de vider un récipient contenant une très faible hauteur de liquide). La boîte est prolongée par une petite capacité *D'*, plus plate encore, portant une ouverture de section au moins égale à celle du siphon et obturée,

pendant l'amorcement, par un tampon *F* à tige. Cette ouverture, par laquelle pénètre le liquide, doit toujours être noyée.

Parallèlement à la branche du siphon, vient se piquer sur le ciel de la boîte un petit tube vertical *C*, disposé pour s'adapter le mieux possible à la bouche de l'opérateur ou à une petite pompe à main, ou encore à une poire en caoutchouc. La boîte étant posée à plat dans le récipient à vider, le tampon enlevé, il faut que le volume du liquide qui la remplit soit égal à environ une fois et demie la contenance du siphon.

On peut ainsi vider très facilement des récipients n'ayant pas plus de cinq à six centimètres de hauteur de liquide. Cet appareil est, notamment, applicable à la vidange de l'acide sulfurique.

C. CASCIANI.



RECONSTITUTION APPROCHÉE DE L'ÉCLAIRAGE FOURNI PAR LE « SCIALYTIQUE »

Le champ opératoire étant éclairé par un grand nombre de sources élémentaires disposées en cercle, le chirurgien ne peut jamais se porter ombre à lui-même durant son intervention.

LE CHIRURGIEN, POUR OPÉRER DE NUIT, AVAIT BESOIN D'UN ÉCLAIRAGE SPÉCIAL

Par André CROBER

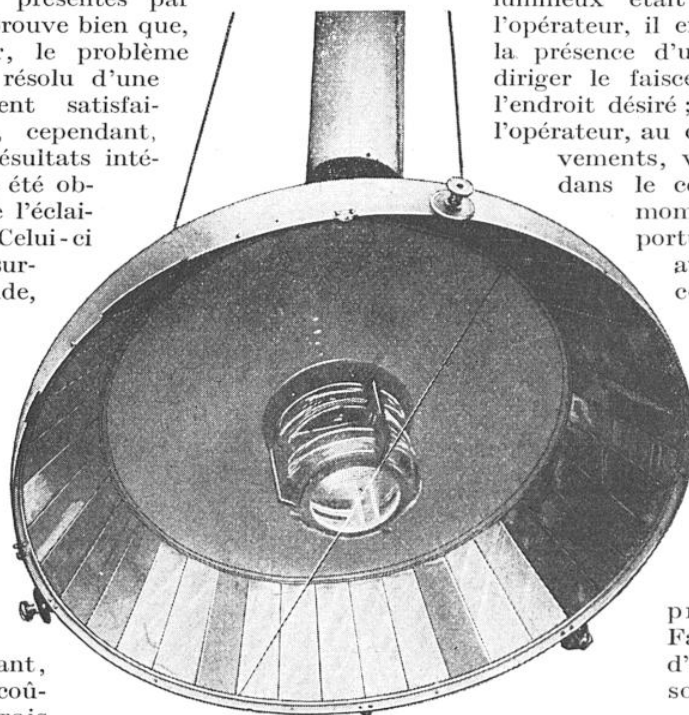
L n'est point sans doute de chirurgien qui n'ait désiré avoir à sa disposition un éclairage intense, égal, lui permettant d'intervenir sans gêne, avec un champ opératoire également éclairé jusque dans ses moindres détails. Le grand nombre d'appareils appropriés présentés par les spécialistes prouve bien que, jusqu'à ce jour, le problème n'avait pas été résolu d'une façon entièrement satisfaisante. Il faut, cependant, noter que des résultats intéressants avaient été obtenus à l'aide de l'éclairage indirect. Celui-ci donne, sur une surface assez grande, une belle lumière produite par de fortes lampes, dont le faisceau lumineux est réfléchi par des miroirs convenablement disposés. C'est un progrès considérable mais chèrement acheté, l'installation étant, en effet, très coûteuse et les frais d'entretien et d'utilisation relativement élevés.

A côté de cette installation, et très inférieurs par la puissance d'éclairage et la zone éclairée, se plaçaient des appareils utilisant des lampes plus ou moins puissantes dont la lumière était réfléchi par des miroirs de formes et de dimensions variées. Ces appareils étaient supportés par le chirurgien lui-même ou par un aide, soit à la main, soit par l'intermédiaire de tiges plus ou moins rigides mais pouvant être facilement orientées.

Dans la première solution, le chirurgien ou son aide était très sensiblement gêné par l'appareil qui était plus ou moins lourd, relativement encombrant, causait des éblouissements et, en outre, dégageait une chaleur intempestive. Si, au contraire, l'appareil lumineux était indépendant de l'opérateur, il exigeait néanmoins la présence d'un aide attentif à diriger le faisceau lumineux sur l'endroit désiré ; de plus, souvent, l'opérateur, au cours de ses mouvements, venait s'interposer dans le cône lumineux au moment le plus inopportun, ce qui pouvait avoir de très graves conséquences.

Tous ces inconvénients paraissent être supprimés avec le *Scialytique* (du grec *Skia* : ombre, et *lûo* : je dissous), appareil d'éclairage imaginé par M. L. Véraïn, professeur à la Faculté des Sciences d'Alger, pour les besoins chirurgicaux.

Le principe de l'appareil est fort simple. Soit *S*, une source qui doit être de préférence peu étendue ; plaçons-la au foyer d'une optique de révolution *A*, telle que celles que l'on emploie en marine pour les feux fixes. Le profil de cette optique sera, en général, à échelons, de façon à lui permettre d'avoir une ouverture notable sans atteindre pratiquement des poids exagérés. Le flux lumineux émis par la lampe est recueilli en presque totalité par l'optique et transformé, après réfraction, en une nappe horizontale de



L'OPTIQUE A ÉCHELONS ET LES MIROIRS PLANS

Les miroirs, au nombre de cinquante, sont disposés autour de l'optique, sur un tronc de cône, et inclinés de façon que le recouvrement des faisceaux se produise à environ 90 centimètres au-dessous de la source.

lumière rayonnante, comprise entre deux plans parallèles P et P' . Si, autour de l'optique, sur un cône admettant le même axe, nous disposons un certain nombre de miroirs trapézoïdaux, tels que M , chacun d'eux renverra la lumière qu'il reçoit vers le bas ; on voit tout de suite qu'il y aura un maximum d'éclairement dans le plan de l'écran E où se rencontrent tous les faisceaux représentant la totalité de la lumière captée par l'optique. Mais cette lumière ne tombe pas dans une direction unique. Grâce à l'optique et aux miroirs, la source S a été divisée en un grand nombre de sources élémentaires, disposées en couronne autour de l'axe du système. Si un corps opaque vient à être interposé entre une de ces sources et l'objet à éclairer, on remarquera que ce dernier n'est pas dans l'obscurité, puisqu'il continue à recevoir de la lumière des autres sources élémentaires.

Tel est le principe du Scialytique. L'appareil peut recevoir des formes et des dimensions différentes suivant le but auquel on le destine. Le modèle, spécialement adapté aux salles d'opérations chirurgicales comporte une optique de 135 millimètres de diamètre, et autant de hauteur ; les miroirs sont au nombre de cinquante ; ils sont disposés autour de l'optique, sur un tronc de cône de 90 centimètres de diamètre à la base, et inclinés de façon que le recouvrement des faisceaux se produise à environ quatre-vingt-dix centimètres au-dessous de la source. Cette dernière est une lampe électrique à filament métallique de 100 bougies, amplement suffisante en raison de l'excellente utilisation du flux lumineux assurée par l'optique. L'éclairage que l'on obtient sur le champ opératoire est, en effet, sept à huit fois supérieur à celui que l'on obtiendrait avec la source nue placée à la même distance. C'est là, accessoirement, un gros avantage de l'appareil, qui, par suite de sa faible consom-

mation, peut être alimenté par une batterie d'accumulateurs de quelques kilogrammes, lorsqu'on ne dispose pas, ce qui est assez souvent le cas, d'une distribution électrique.

Le dispositif optique est complètement enfermé dans une coupole métallique emboutie, fermée en bas par une glace. La lampe est introduite à la partie supérieure de l'appareil et soutenue par une tige traversant le bouchon de l'orifice ; sa position est réglable par un dispositif approprié.

Le Scialytique présente encore cet avantage que ses faisceaux lumineux

sont, pour ainsi dire, canalisés dans l'espace d'une façon telle que le chirurgien ou ses aides ne peuvent jamais, normalement, apercevoir la source lumineuse. Ils peuvent donc lever la tête sans crainte d'être aveuglés et la demi-

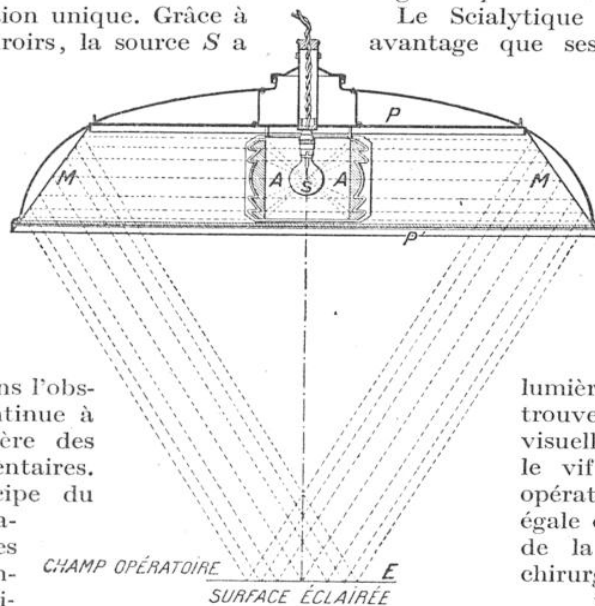
lumière dans laquelle ils se trouvent favorise leur acuité visuelle, en faisant ressortir le vif éclairage du champ opératoire. Voyant avec une égale clarté tous les recoins de la zone opératoire, le chirurgien peut opérer plus facilement, donc plus rapidement et aussi plus sûrement.

L'appareil peut rester fixe, étant donné que la surface qu'il éclaire est beaucoup plus étendue que les

zones opératoires. Mais, si l'on désire avoir des rayons normaux, le Scialytique peut être très facilement incliné grâce à sa suspension parfaitement équilibrée ; un léger effort suffit à modifier l'inclinaison de l'appareil, qui s'immobilise de lui-même dans sa nouvelle position. La manœuvre est facilitée par trois poignées amovibles, en métal nickelé. Ces poignées sont stérilisées en même temps que les instruments ; elles sont mises en place au moment de l'opération, de façon à permettre au chirurgien ou à ses aides de modifier à la demande l'orientation de l'appareil au cours de l'opération.

ANDRÉ CROBER.

Nous tenons à remercier ici M^{me} la doctoresse Landais et M. le docteur de Martel pour l'obligeance avec laquelle ils nous ont permis de nous documenter sur le Scialytique de M. Véraïn.



COUPE TRANSVERSALE SCHÉMATIQUE

Le flux lumineux est transformé, après réfraction par l'optique A, en rayons horizontaux que renvoient vers le bas les miroirs M ; il y a maximum d'éclairement dans le plan de l'écran E où se rencontrent tous les rayons captés par l'optique.

LES PRODUITS QU'ON OBTIENT PAR LA DISTILLATION DES BOIS

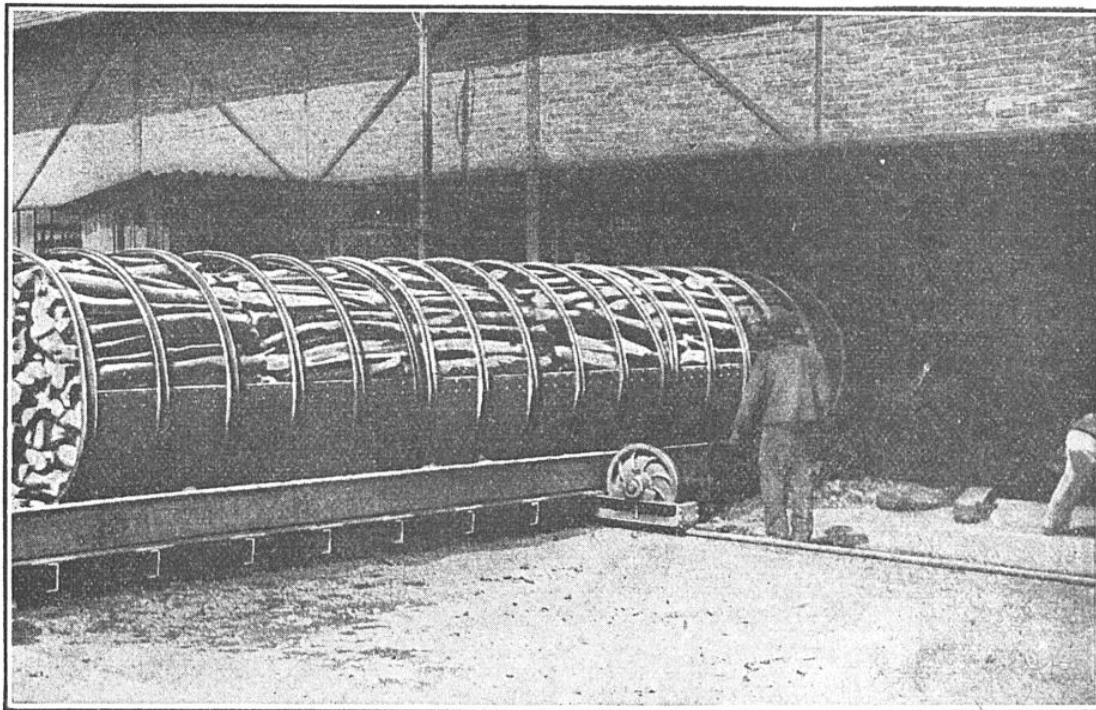
Par Charles LORDIER
INGÉNIEUR CIVIL DES MINES

AUTREFOIS, les bûcherons construisaient des meules en forêt, y mettaient le feu par une cheminée centrale et obtenaient du charbon de bois, de qualité souvent médiocre, avec un très faible rendement.

Le procédé de la carbonisation en vase clos, outre qu'il donne un charbon de bois de qualité plus constante et meilleure, permet de recueillir une quantité très appréciable de sous-produits qui ont pris peu à peu une importance supérieure à celle du charbon de bois lui-même. C'est un phénomène économique analogue à celui qui a révolutionné l'industrie du gaz d'éclairage, dans laquelle

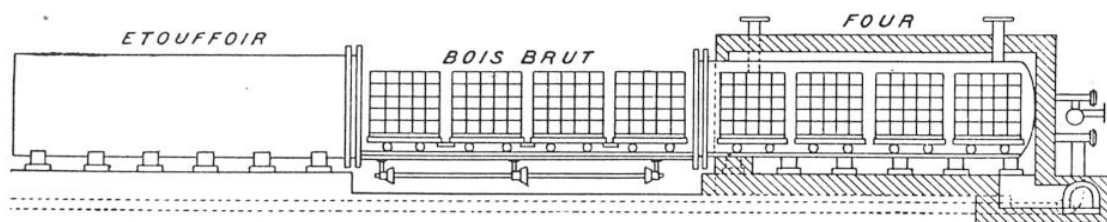
le coke et le gaz lui-même sont devenus des accessoires, tandis que le traitement des goudrons et des autres résidus de la distillation de la houille constitue aujourd'hui la principale source de revenus des entreprises gazières, qui en retirent de gros bénéfices.

L'industrie de la carbonisation du bois a pris une telle importance que nous serons obligé de n'en considérer ici qu'une partie, en laissant de côté le traitement des bois résineux, qui constitue une industrie spéciale dans laquelle on n'emploie, en France, que le procédé des meules dans quelques départements du Midi tels que les Landes.



INTRODUCTION DU BOIS DANS UNE CORNUE DE DISTILLATION HORIZONTALE

Le bois, débité en morceaux d'un mètre de longueur, est maintenu par des arceaux métalliques qui contrainent, ainsi que la forme de la caisse des wagonnets, à donner à l'ensemble du chargement une forme parfaitement cylindrique. La cabine du pont roulant de service contient un treuil électrique sur lequel s'enroule la chaîne qui sert à tirer le train de wagonnets à l'intérieur de la cornue et à l'en faire sortir.



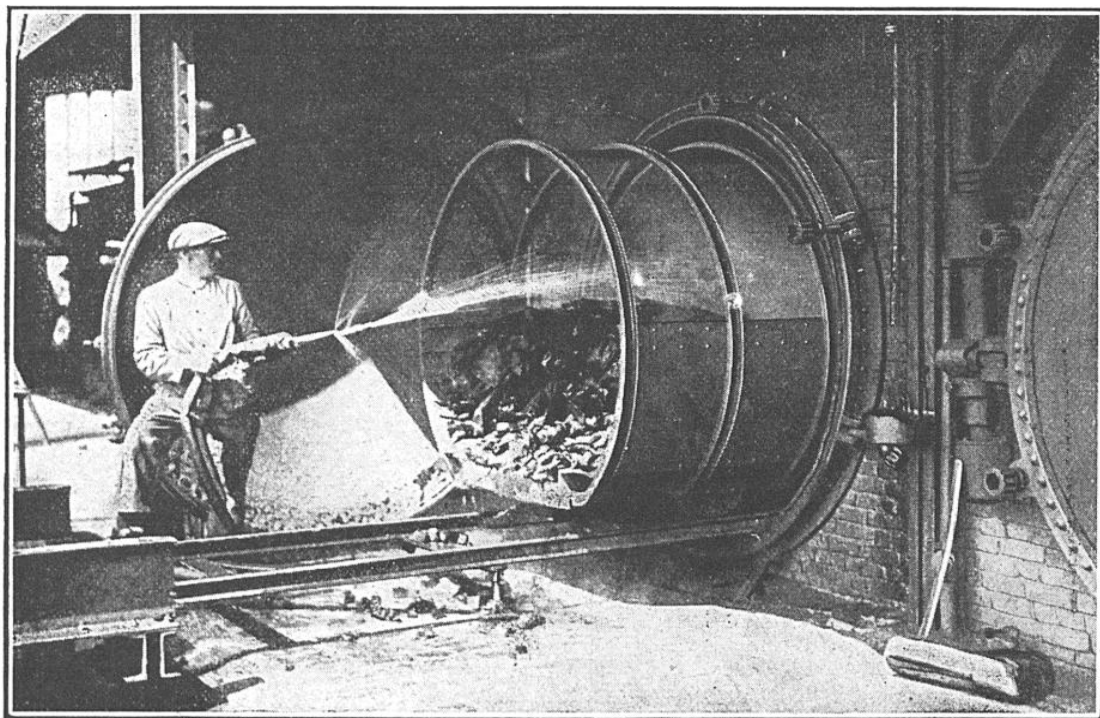
FOUR HORIZONTAL (EN COUPE) AVEC ÉTOUFFOIR ET CHARIOT TRANSBORDEUR

A chaque chargement, on amène le transbordeur devant la porte de la cornue dans laquelle on introduit un train formé de quatre wagonnets chargés de bois brut. Pour défourner, on ouvre la porte et les wagonnets sont refoulés dans l'étouffoir, représenté à gauche, en traversant le pont remis en place à cet effet.

Bien que la carbonisation soit une industrie d'origine essentiellement française elle a pris surtout une grande extension aux Etats-Unis et au Canada, où il existe une centaine d'usines traitant en moyenne 250 stères par jour chacune. L'Allemagne ne carbonisait pas plus de bois que la France avant la guerre, mais elle avait une situation importante, tant par la fourniture du matériel que par la littérature technique, car les ouvrages traitant de cette question étaient presque tous édités en Allemagne.

Les besoins créés par la guerre ont donné une vigoureuse impulsion à l'industrie française de la distillation des bois, sous la poussée de spécialistes éminents. Il existe aujourd'hui des usines capables de traiter au total 2.000 stères par jour. Cet élan, qui a rendu les plus grands services à la Défense nationale, ne s'arrêtera sans doute pas, car les besoins de la paix seront encore plus considérables peut-être que ceux du temps de guerre.

En effet, la carbonisation des bois fournit, d'un côté l'acide acétique, si utile en tannerie



SORTIE DU CHARBON DE LA CORNUE APRÈS LA DISTILLATION DU BOIS

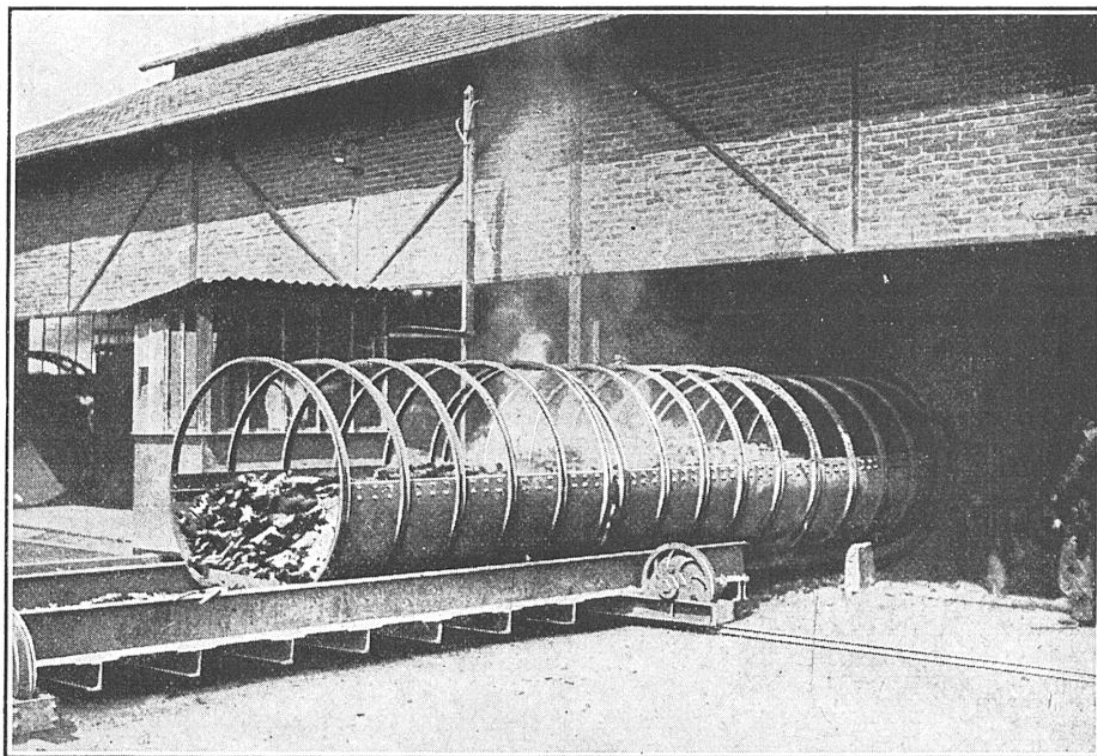
La distillation fournit des gaz qui s'échappent du four par des tuyauteries spéciales vers les alambics de traitement dans lesquels a lieu le dégoudronnage. Le charbon de bois est introduit dans l'étouffoir placé devant chaque cornue où il se refroidit à l'abri de l'air. Au sortir de la cornue, un ouvrier lance un jet d'eau sur le charbon, qui risquerait de devenir incandescent au contact de l'air extérieur.

et en teinturerie, car il est indispensable pour la fabrication de l'aniline. Ce corps sert aussi de base à la préparation des acétates de soude et de chaux, qui jouent un grand rôle dans nombre de fabrications industrielles.

L'acétate de chaux permet de fabriquer l'acétone, que les Anglais emploient comme dissolvant pour la fabrication de leurs poudres de guerre. L'acétone sert aussi pour préparer le celluloïd, certains vernis et pour obtenir

alcool méthylique, qui, suivant son état de pureté, sert à divers usages : notamment comme dissolvant, dénaturant de l'alcool d'industrie, base de la fabrication de divers éthers, du formol, des couleurs d'aniline, etc.

On recueille également dans les cornues des fours de distillation où l'on traite le bois, un goudron dont on peut extraire un certain nombre de produits pharmaceutiques très employés : créosote, gaïacol, etc., etc...



MANŒUVRE D'INTRODUCTION DU CHARBON DE BOIS DANS UN ÉTOUFFOIR

Le train de wagonnets contenant le charbon de bois est tiré par un câble d'acier qui s'enroule sur le treuil du transbordeur après avoir passé sur une poulie d'acier à gorge fixée au fond de l'étouffoir.

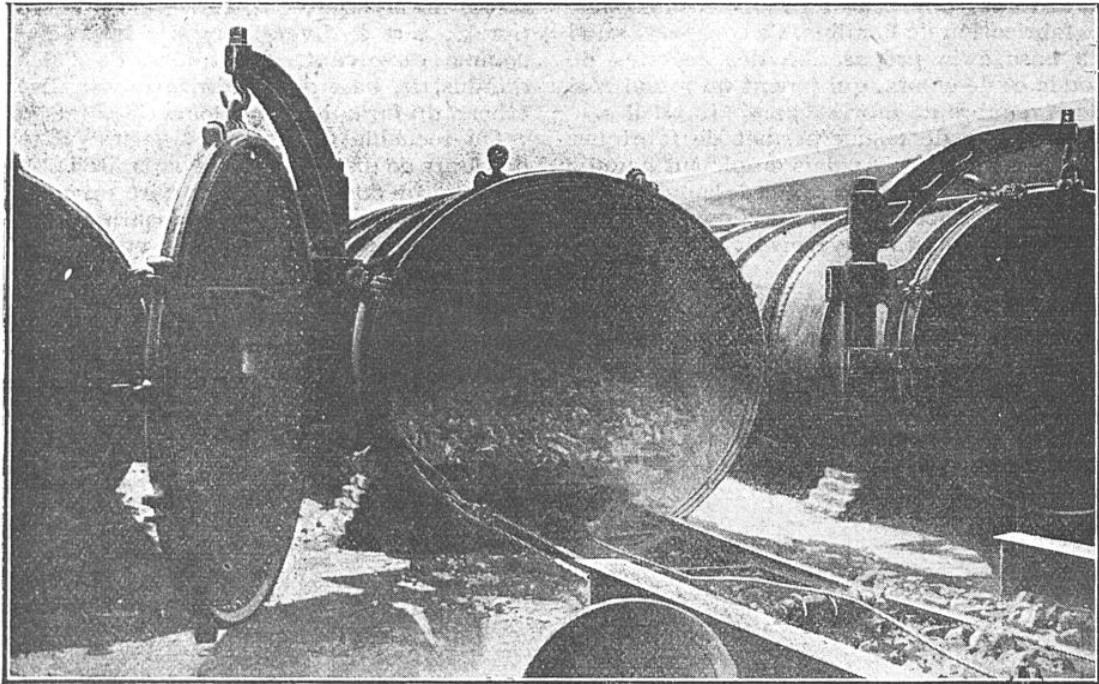
le chloroforme si employé aujourd'hui en chirurgie. En partant de l'acétone comme matière première, on obtient une série d'intéressants produits synthétiques divers très employés en parfumerie et en pharmacie.

En partant des acétates de soude et de chaux, on peut obtenir ceux de méthyle et d'amyle, qui forment la base des dissolvants employés pour la préparation des vernis et des enduits pour toiles d'avions. De l'acétate d'amyle, on tire des essences artificielles de fruits qui permettent de préparer à bon marché des bonbons et des sirops.

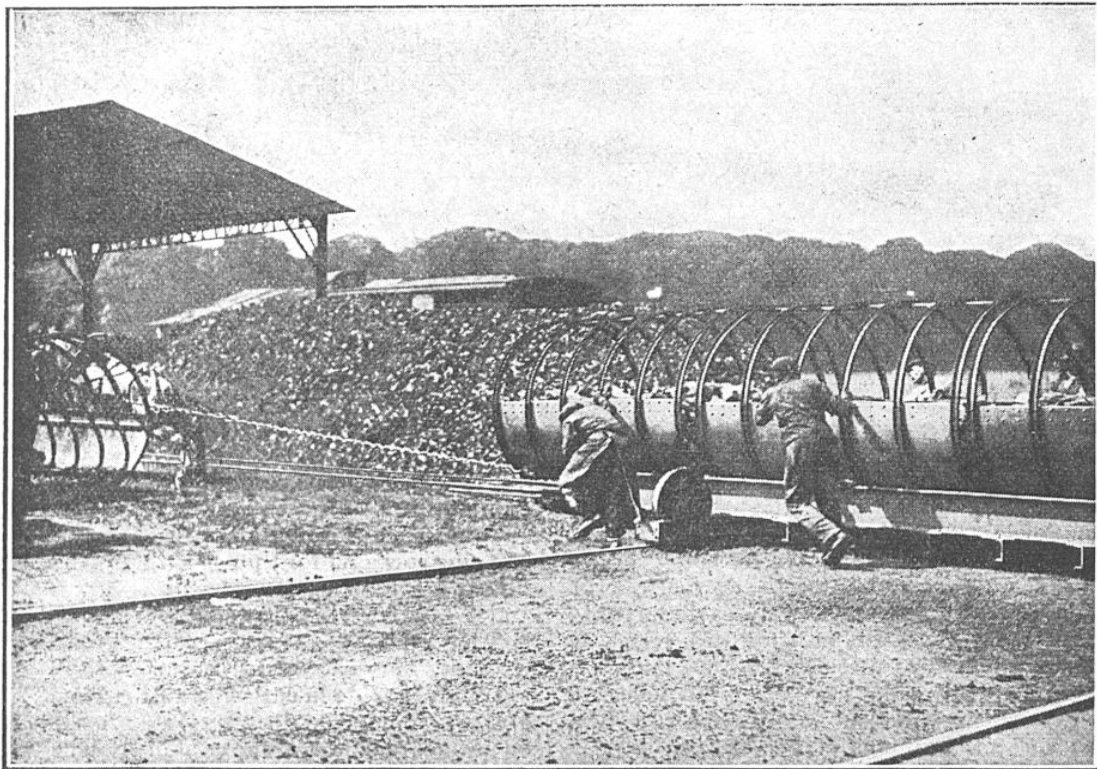
Un autre sous-produit important de la carbonisation des bois est le méthylène, ou

Enfin, le charbon de bois lui-même, spécialement préparé, entre dans la composition des poudres et trouve de nombreux emplois en métallurgie ainsi que dans tous les cas où ses qualités d'absorption et de séparation de certains corps lui font jouer le rôle principal : filtres à eau, épurateurs, etc... Granulé et traité par certains procédés, le charbon de bois a servi pendant la guerre pour l'établissement des masques contre les gaz asphyxiants.

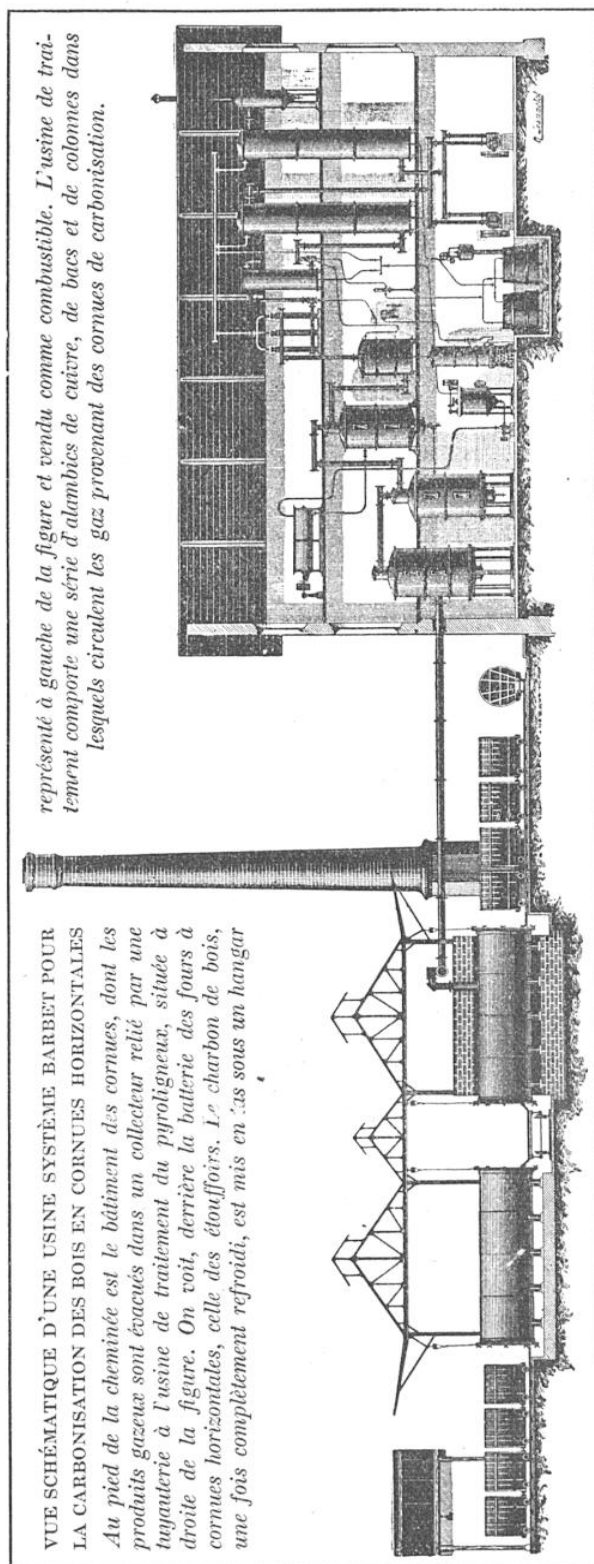
L'industrie de la carbonisation, qui semble être un élément de destruction de nos forêts, en permet réellement une exploitation méthodique ; elle joue même un rôle de régulateur vis-à-vis de notre production forestière. La



VIDANGE D'UN ÉTOUFFOIR APRÈS LE REFROIDISSEMENT DE SON CONTENU



MISE EN TAS DU CHARBON DE BOIS ÉTEINT A SA SORTIE DE L'ÉTOUFFOIR



carbonisation moderne s'adresse à deux catégories de bois bien distinctes : les bois à feuilles larges : hêtre, chêne, châtaignier, charme, orme, etc... qui donnent du méthylène, de l'acide acétique et des goudrons. Les bois à feuilles aciculaires, qui sont les résineux, appartenant en général à la famille des Abiétinées, fournissent moins de méthylène et d'acide acétique, mais plus de goudron, et surtout des produits spéciaux très intéressants comme l'huile de pin, l'essence de térébenthine, etc...

Avant de décrire les appareils qui servent à distiller les bois d'une manière rationnelle pour en tirer toute la quintessence, il est indispensable de dire en quelques mots de quoi se compose le bois et ce qu'il devient sous l'action prolongée de la chaleur en vase clos.

Quand on soumet un bois ordinaire quelconque à l'analyse chimique, on recueille, en moyenne, 50 % de carbone, 6 % d'hydrogène et 45 % d'oxygène.

Le carbone forme l'élément constitutif principal de la cellulose, et l'on peut dire que le bois est formé de quatre corps qui sont : la cellulose proprement dite, si employée en poudrerie ; les ligno-celluloses appartenant à la série dite aromatique ; les pentosanes, et les héli-celluloses, corps intermédiaires entre l'amidon et les pentosanes.

Un trait caractéristique de la composition du bois est la proportion de cendres relativement faible qu'il donne en brûlant et qui varie de 0,2 % à 6 %.

Etant donné que le bois vert contient en général de 30 % à 60 % d'eau, on est obligé de ne jamais traiter de suite les bois destinés à la carbonisation, car l'eau gêne le travail au point de vue des rendements et le traitement ultérieur des sous-produits s'opère mal à cause de leur dilution. La teneur en eau des bois mis sur parcs descend à environ 20 %. Il en résulte donc que leur poids spécifique diminue sensiblement au bout d'une année de conservation. Le mètre cube empilé de chêne rouvre ou de hêtre rouge pèse 380 kilos. Ce poids est de 370 kilos pour le tronc de charme, et de 318 kilos pour les ramilles de bouleau de France.

Il est donc naturel que le bois soumis à l'action de la chaleur perde d'abord son eau. Tant que la température se maintient aux environs de 100° C, c'est-à-dire pendant les premières heures de

la distillation, le bois se dessèche simplement, sans subir d'altération. Mais l'eau évaporée entraîne les huiles essentielles, comme s'il s'agissait d'une distillation de fleurs dans une usine de parfumerie. Il est à remarquer que, lorsqu'on traite des bois à feuilles larges, l'eau qui s'évapore n'enlève que peu ou même pas d'essence.

A mesure que la température s'élève, la cellulose se dissocie, et l'on voit se dégager le méthylène, l'acétone, l'acide acétique, les goudrons, etc... avec plus ou moins de rapidité, suivant l'activité avec laquelle on pousse le chauffage des fours.

La carbonisation a pour effet de faire se dégager les produits de la pyrogénéation des quatre éléments principaux du bois indiqués plus haut ; d'autres produits sont également recueillis à la suite des réactions qui s'effectuent entre les divers corps en présence.

Il y a intérêt à ne pas pousser trop rapidement l'opération si l'on veut obtenir de bons rendements. En pratique, on ne doit pas porter le bois à plus de 400° C. Une carbonisation trop rapide diminue le rendement de moitié, même s'il s'agit de bois durs, qui sont certainement les plus avantageux à traiter.

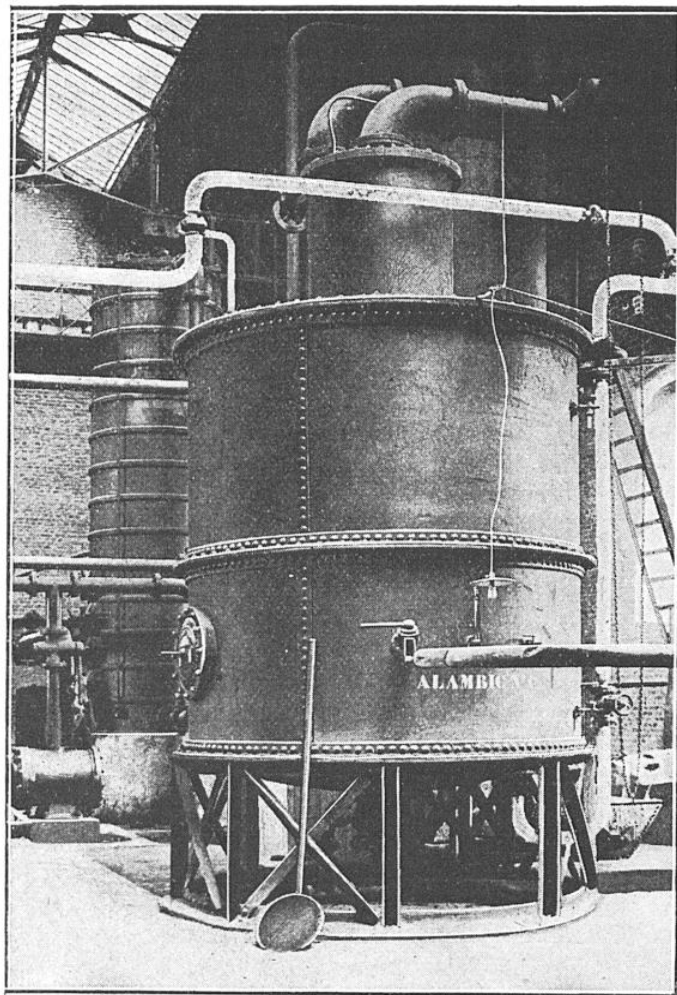
Au début de l'opération, tant que la tem-

pérature n'a pas dépassé 100° C, l'eau contenue dans le bois se libère. La cornue fume à l'air et la vapeur se dégage librement. La distillation utile commence ensuite, quand on adapte le tube de dégagement, c'est-à-dire dès que la fumée devient bleue. Les produits liquéfiables sont condensés et il

reste des gaz incondensables, d'ailleurs combustibles, que l'on renvoie sous les cornues pour aider à leur chauffage.

Une usine de carbonisation moderne se compose essentiellement d'une batterie de cornues avec autant d'étouffoirs, d'une salle abritant les alambics et les chaudières dans lesquelles circulent les gaz et les goudrons, et, enfin, d'une installation de rectification permettant d'amener les produits de la fabrication tels que le méthylène, etc., à l'état de pureté et de concentration voulu.

Nous passerons sous silence les fours à cornues verticales, qui ont cédé la place aujourd'hui aux fours à cornues horizontales. Les figures pages 148 et 149



APPAREIL A BARBOTAGE POUR LE DÉGOUTRONNAGE DES DIVERS GAZ PROVENANT DE LA DISTILLATION DU BOIS
Comme la plupart des réservoirs des usines établies pour le traitement du liquide résultant de la condensation des vapeurs sortant des cornues, ou pyroligneux, cet alambic est en cuivre épais. On se rend compte du prix de revient élevé d'une semblable installation.

montrent l'installation d'un four à cornues horizontales fixes. Le bois est empilé sur des chariots qui sont poussés dans la cornue lors du chargement. Quand la carbonisation est finie, on vide la cornue en ramenant les chariots en arrière à l'aide d'un câble métal-

lique qui s'enroule sur la poupée d'un treuil électrique monté sur un chariot transbordeur.

La contenance des cornues varie de quinze à vingt-cinq stères et, afin d'obtenir une bonne carbonisation, on limite leur diamètre à environ 2 m. 20. En général, il vaut mieux charger un train complet de quatre ou cinq wagonnets d'un seul coup, au lieu d'ouvrir la porte plusieurs fois pour faire entrer les chariots un à un, ce qui peut donner lieu à des refroidissements nuisibles.

Les portes doivent être hermétiquement fermées par un joint d'amiante et on les serre sur la couronne de tête de la cornue au moyen d'écrous à oreilles permettant d'ouvrir ou de clore rapidement l'appareil. Les portes, solidement armées, sont relativement lourdes, car, souvent, elles sont calorifugées pour éviter les condensations par rayonnement et les attaques par l'acide acétique; elles sont généralement suspendues par des chaînes ou par des palans à des petites grues fixes à col de cygne ou à des trolleys roulant sur des rails aériens.

Chaque cornue porte une ou plusieurs tubulures de dégagement, suivant sa capacité. Quand les cornues sont de dimensions très importantes, on prélève les gaz en deux endroits au moins, pour faciliter un dégagement rapide des produits formés.

La cornue horizontale n'exige qu'un matériel très réduit et des plus simples; il suffit d'avoir un jeu de trois trains de quatre chariots pour desservir le pare à bois et les fours.

Le chargement des chariots est facile. Chacun d'eux a une longueur égale à deux ou trois rondins, soit environ 2 m. 10. Le bois, posé horizontalement, est retenu par

des cerceaux de fer. De plus, pour éviter que le charbon de bois ne tombe, on complète parfois le panier que forment les fers par un grillage à mailles assez serrées.

Le chargement des cornues est instantané. Il y a un minimum de perte de temps entre la vidange et le remplissage. Dès que la carbonisation d'une cornue est achevée, on

en cesse le chauffage, et l'on ouvre la porte. L'air arrivant

sur le charbon, une flamme s'élève; il faut

alors amener en avant le train des

chariots et le pousser rapidement dans

l'étoffoir que l'on ferme hermétique-

ment. Lorsque la flamme est trop forte,

pour éviter une trop importante combustion

et par suite, une perte de charbon,

l'ouvrier arrose les chariots d'eau avec

une lance, mais ceci ne doit avoir lieu

qu'exceptionnellement et,

en marche normale, le char-

bon ne devrait jamais prendre

feu à l'air.

Les cornues de grandes dimensions,

employées en trop

petit nombre, donnent lieu à une car-

bonisation irrégulière et présentent

un grand inconvénient en cas d'arrêt.

Si, par exemple, quatre cornues sont

nécessaires pour

une production donnée, l'arrêt de l'une

d'entre elles réduit la production d'un

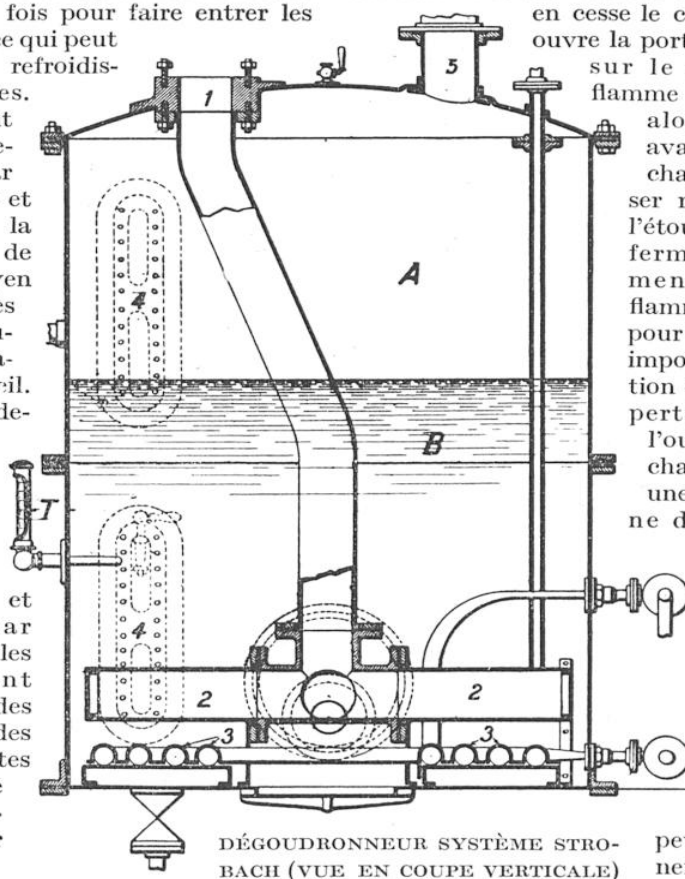
quart, à moins que l'on n'ait recours à

une solution coûteuse consistant dans l'installation d'une cornue de rechange. Si, au

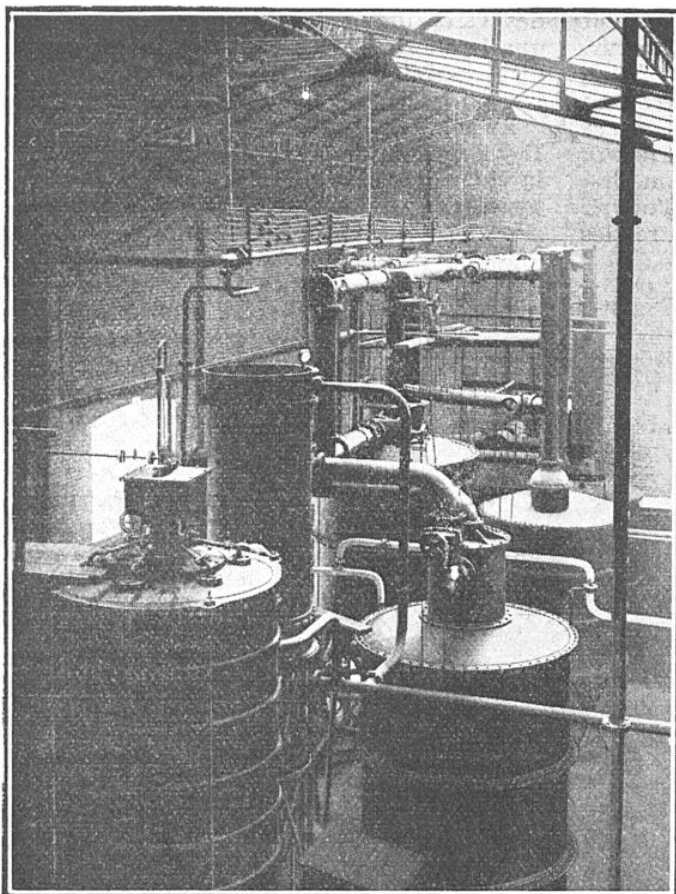
contraire, le four comporte huit cornues pour le même travail, en cas d'arrêt d'une cornue,

la production n'est réduite que d'un huitième.

En général, on prolonge la carbonisation pendant vingt-quatre heures; on peut augmenter la production au détriment du rende-



Les vapeurs et les gaz venant des cornues de distillation pénètrent par un tube 1 dans un cylindre en cuivre A B et traversent une couche de goudron d'un mètre d'épaisseur. Les gaz sont divisés dans le liquide par une plaque perforée ou répartis par des tubes perforés 2 montés radialement. On suit le fonctionnement au moyen de glaces 4.



VUE PRISE A L'INTÉRIEUR D'UNE USINE DE TRAITEMENT DU PYROLIGNEUX PROVENANT DES CORNUES

Le sens de la vitesse de marche des liquides et des gaz dans les alambics et dans les tuyauteries aériennes qui relient tous les appareils de l'usine est l'objet d'un contrôle attentif et incessant.

ment en carbonisant en dix-huit heures et, dans certaines usines, on se contente même de douze heures, mais cette durée, beaucoup trop réduite, donne de mauvais résultats.

Parfois, on sèche le bois, avant de le traiter, en faisant passer les chariots chargés sous des tunnels où il est soumis au contact des gaz chauds qui abandonnent ainsi des calories avant leur envoi à la cheminée.

Autrefois, les fours étaient chauffés uniquement par des foyers ordinaires, à la houille, avec appoint de sciure et surtout de goudron.

Chaque cornue avait son foyer ou, au contraire, le même foyer chauffait à la fois deux ou trois cornues ; chaque cornue était reliée à un condenseur spécial, et on réglait le chauffage en observant la couleur et la fluidité des produits qui coulaient.

Aujourd'hui, le chauffage par gazogènes

permet d'employer un procédé de réglage régulier et pratique quoique cependant économique.

Toutes les cornues étant branchées sur le même collecteur, comme c'est le cas dans les installations modernes, le coulage ne peut pas servir au réglage, dont la température devient alors le seul facteur important.

Les fours étant munis de pyromètres-galvanomètres, le conducteur peut régler la température, ce qui lui permet de conduire la carbonisation dans les meilleures conditions possibles.

Comme on brûle, pour le chauffage des cornues, les gaz incondensables provenant de la distillation, on les amène par une tuyauterie dans laquelle on intercale un vase de sûreté à barbotage dans une couche d'eau afin d'éviter les retours de flamme. Dans une usine installée pour carboniser 150 stères de bois par vingt-quatre heures, on dispose par heure de 300 mètres cubes de gaz résiduels pouvant être utilisés pour la carbonisation. L'appoint de chaleur nécessaire pour le chauffage des cornues est fourni par des gazogènes à bois, ou à sciure de bois enrichie par du poussier de charbon de bois, qui fournissent un gaz dont le pouvoir calorifique varie de 1.000 à 2.000 calories par mètre cube.

Les tuyauteries des cornues sont branchées sur un collecteur-

barillet commun analogue à ceux des usines à gaz d'éclairage, et des vannes permettent d'isoler chaque cornue. Tout ce matériel est en cuivre et en bronze, car l'acide acétique attaque violemment le fer et la fonte. Les tubulures des cornues peuvent être établies en fonte ; en effet, l'acide ne se condense pas à cet endroit où les gaz sont très chauds. Il se forme rapidement dans les tuyauteries une croûte de coke dur provenant des goudrons ; donc les tuyauteries voisines des cornues doivent avoir un diamètre suffisant pour ne pas se boucher de suite, et il faut les surveiller.

Dans beaucoup d'usines, les vapeurs de la carbonisation sont condensées directement et le pyroligneux ainsi obtenu est redistillé, ce qui permet d'avoir des produits plus purs. On évite la dépense de chauffage en dégou-

dronnant directement comme dans le procédé Strobach.

A la sortie du collecteur-barillet, les gaz fournis par la distillation sont dirigés vers un dégoudronneur, dans lequel ils sont soumis à un barbotage dans des couches de goudron (voir fig. page 153), où ils perdent eux-mêmes la presque totalité des goudrons qu'ils contiennent.

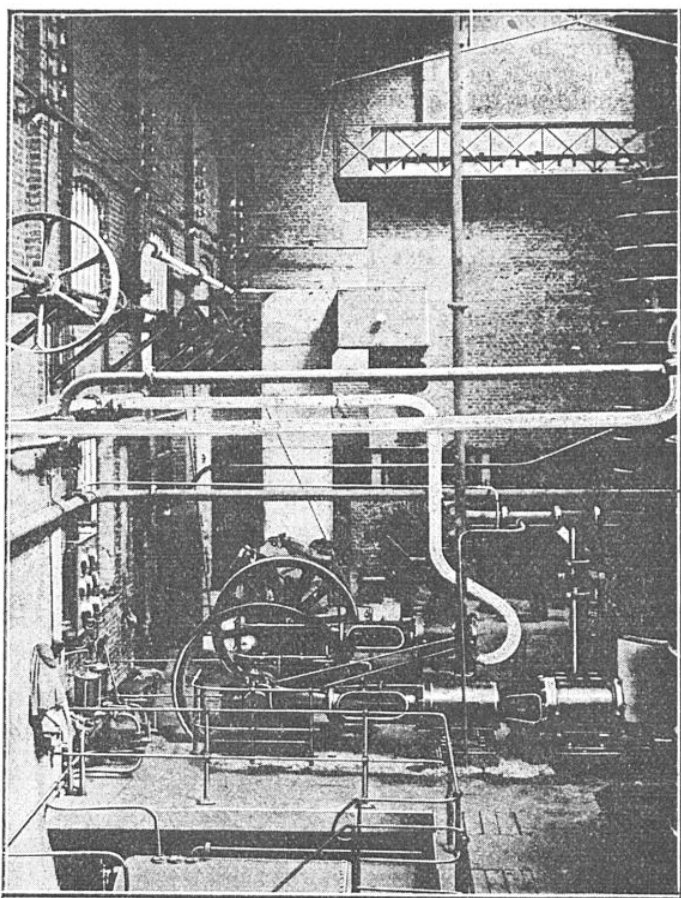
Dans le dégoudronneur Strobach, le barbotage a lieu dans une seule couche très épaisse de goudron. Les vapeurs et les gaz, venant des cornues, arrivent dans un cylindre en cuivre *AB* dont le diamètre, de 1 m. 50, permet de traiter 80 stères en vingt-quatre heures et traversent une couche de goudron de 1 mètre. Les gaz sont divisés par une plaque perforée ou répartis par des tubes perforés (2) disposés radialement. Des glaces (4) permettent de suivre la marche de l'opération. Quand la hauteur du goudron dépasse un certain niveau, on en laisse évacuer une partie par un tuyau spécial de vidange. Ce dégoudronneur, qui est loin d'être parfait, crée une certaine résistance et nécessite l'emploi de pompes à air, ou d'autres extracteurs puissants, pour assurer le passage des gaz sans établir dans les cornues une pression nuisible et dangereuse.

Un autre principe de dégoudronnage consiste à faire subir aux gaz des barbotages multiples dans des couches de goudron très minces, comme dans les appareils Meyer, et, plus récemment, dans ceux que construit M. Barbet.

Les vapeurs dégoudronnées traversent des saturateurs où elles rencontrent des composés alcalins qui retiennent l'acide acétique, comme dans le système Strobach, qui combine un dégoudronneur avec un appareil spécial comportant trois chaudières en cuivre.

En sortant du dégoudronneur, les gaz et les vapeurs viennent barboter dans une chaudière, recevant la liqueur alcaline, puis dans une seconde chaudière, dite de sécurité, pour éviter toute déperdition d'acide. Enfin, les gaz passent dans des condenseurs où les vapeurs sont condensées et les gaz refroidis jusqu'à une température de 15° à 20°.

Le liquide résultant de la condensation



BATTERIE DE POMPES ASSURANT LA CIRCULATION CONTINUE DU LIQUIDE DANS UNE USINE DE PYROLIGNEUX

La circulation est réglée une fois pour toutes et, sous peine d'accident, ne doit jamais être interrompue, ni, par dessus tout, s'établir en sens contraire du mouvement primitivement donné.

est, après refroidissement, reçu dans des bacs, d'où il est repris pour être rectifié.

Les gaz refroidis restent saturés d'acétone et de méthylène ; leur départ définitif vers les fours constituerait une perte de méthylène très importante (souvent 30 % à 40 %). Pour récupérer ce méthylène, les gaz traversent un scrubber dans lequel ils sont constamment lavés par un courant d'eau abondant.

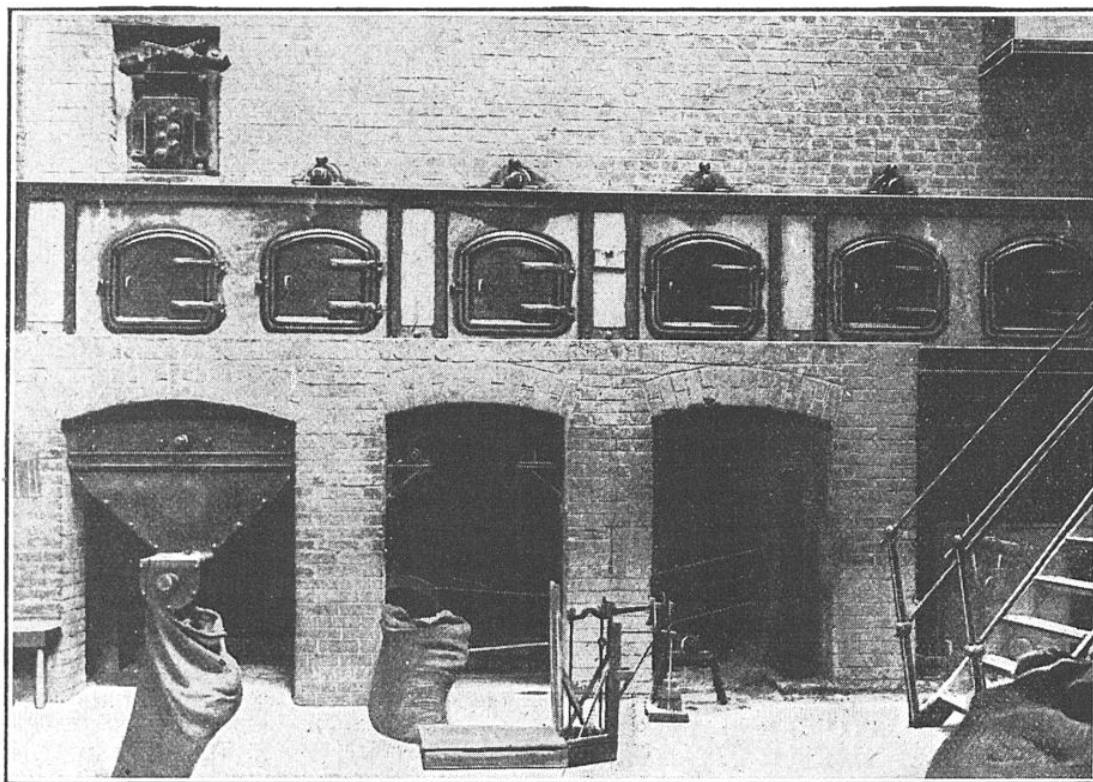
Le passage des gaz à travers tous ces appareils, et les résistances hydrauliques à vaincre pour réaliser les barbotages, créent une pression qui, souvent, atteint cinq mètres d'eau, c'est-à-dire une demi-atmosphère. Pour que les cornues soient maintenues sous la pression atmosphérique, il faut employer une pompe à air, pour extraire les gaz, ou tout autre appareil d'extraction capable de maintenir, à la sortie du scrubber, un vide

qui reste voisin de 0,5 atmosphère environ.

Lorsque le saturateur reçoit un lait de chaux, il y a lieu de laisser un grand espace libre au-dessus du liquide, car il se produit d'abondantes mousses. L'appareil comporte d'ailleurs deux saturateurs, isolables par des vannes, ce qui permet de vider et de remplir alternativement l'un et l'autre pour écouler l'acétate en temps opportun.

La concentration des liqueurs d'acétate

On traite, dans des rectificateurs continus, tels que les appareils Barbet, par exemple, les flegmes contenant l'alcool méthylique, et l'on obtient ainsi, en une seule opération, les diverses qualités courantes de méthylène : le méthylène-régie, très riche en acétone, qui sert à la dénaturation des alcools ; l'alcool méthylique pur, contenant moins de 0,1 % d'acétone et que l'on emploie dans l'industrie des matières colorantes. Dans



SÉCHOIR HUILLARD POUR LE SÉCHAGE DE L'ACÉTATE DE CHAUX

Le liquide pâteux, déversé dans une trémie, est entraîné par une toile métallique sans fin en une couche uniforme et régulière de quelques millimètres d'épaisseur. La toile passe sur des rouleaux qui la dirigent en zigzag à travers une étuve chauffée économiquement par les chaleurs perdues des générateurs et des fours.

de chaux, qui est une opération délicate à cause des croûtes très gênantes que forme ce sel, s'opère au moyen d'appareils divers à chauffage par double fond. Ce système, peu économique, peut être amélioré par l'emploi d'hélices mélangeuses. Le produit pâteux est introduit dans un séchoir système Huillard, qui permet de sécher l'acétate uniformément, sans l'altérer. Le liquide pâteux tombe dans une trémie d'où il est relevé par une toile métallique sans fin que des rouleaux conduisent en zigzag à l'intérieur d'une étuve parcourue par les gaz chauds.

certaines industries chimiques, on utilise un méthylène à 0,5 % d'acétone.

On peut brûler sous les fours le goudron provenant des dégoudronneurs perfectionnés qui ne contient que très peu d'alcool et d'acide. Mais en distillant ces produits, et en les rectifiant, on obtient des créosotes, des gaïacols, des phénols, etc...

La place nous manque ici pour insister sur la préparation des acétates organiques, de l'acétone et du formol, dont on consomme de grandes quantités pour divers usages.

CHARLES LORDIER.

ON PEUT MESURER LA PUISSANCE DES ODEURS ET DES SAVEURS AU MOYEN D'APPAREILS SPÉCIAUX

Par G. HAMELIN
LICENCIÉ ÈS SCIENCES

LE goût et l'odorat sont, de tous les sens, les plus utiles à l'animal, car ils déclenchent les tropismes alimentaires et autres ; ils dirigent les réflexes d'ordre sécrétoire : salive, suc gastrique, etc., et augmentent les réflexes respiratoires et musculaires. Ils semblent plutôt en régression chez l'homme : le fœtus a les « bourgeons du goût » disséminés jusqu'à l'œsophage, comme les poissons ; et, cependant, la femme trouve dans les parfums des facteurs puissants d'attraction ; les statistiques indiquent une consommation sans cesse grandissante de parfumerie ; l'homme ne semble pas délaisser, malgré la hausse des prix, ni les vins fins, ni les tabacs.

On ignore la nature du facteur qui détermine la sapidité et l'odorance. Quand on dit que ces qualités sont liées à l'émission de molécules matérielles ou d'ions, on énonce un fait indéniable ; mais on ne fait pas un pas dans le sens d'une explication rationnelle. Aussi, fus-je très surpris de rencontrer, dans un mémoire de M. Charles Henry, intitulé : *Rayonnement, Gravitation, Vie*, publié par l'Institut général psychologique, quelques pages que le titre ne laissait pas prévoir et qui impliquent une solution complète du problème, car l'auteur y calcule des saveurs et des odeurs des corps.

On n'a abordé jusqu'ici le problème que par la voie physiologique ; on a cherché à mesurer les minima perceptibles, les lois psycho-physiques, c'est-à-dire les relations des numéros d'ordre des sensations et celles des sensibilités avec les concentrations de liquides ou de vapeurs, les temps

de réaction, etc. C'était, d'ailleurs, la seule voie possible si l'on voulait arriver à un résultat, et c'est celle par laquelle il convenait de débiter pour pouvoir établir les relations de ces sens mal connus avec les sens mieux connus de la lumière et du son.

Pour mesurer les minima perceptibles des odeurs et des saveurs, M. Charles Henry a imaginé un olfactomètre et un saporimètre qui sont bien connus.

L'olfactomètre (fig. 1) consiste en un réservoir de verre traversé par deux tubes glissant l'un dans l'autre : un tube de papier bouché par le bas et, à l'intérieur de celui-ci, un tube de verre gradué en millimètres, qui émerge à la partie supérieure et qu'on introduit dans une des narines en bouchant l'autre. On dépose dans le réservoir quelques gouttes de liquide odorant ; dès que ce réservoir est saturé, on enferme le tout dans une éprouvette close par un bouchon. L'opérateur note la seconde, puis soulève le tube de verre d'un mouvement uniforme ; au moment où la sensation minima se produit, il note la seconde et arrête le mouvement. Avec la hauteur et la durée de soulèvement, avec une constante de l'appareil, enfin avec la vitesse d'évaporation du corps odorant à la température de l'expérience, on peut calculer le poids de vapeur qui a passé successivement dans le tube. Ce poids représente une limite

supérieure du minimum perceptible.

La vitesse d'évaporation du liquide à la température de

l'expérience est donnée par le pèse-vapeur (fig. 2). Aréomètre de grande sensibilité, dont la tige d'acier nickelé, de 0 mm. 5 en-

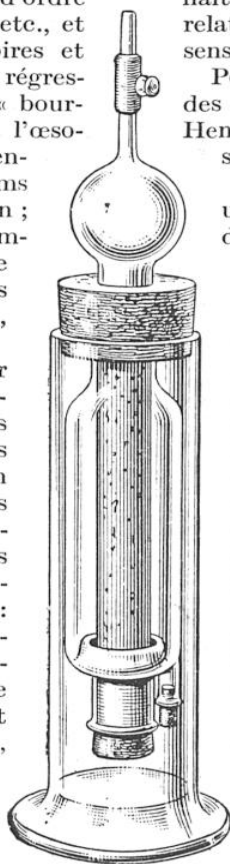


FIG. 1. — L'OLFACTOMÈTRE DE M. CHARLES HENRY
Cet appareil sert à calculer le poids de vapeur qui a passé successivement dans le tube. Ce poids est une limite supérieure du minimum perceptible d'un liquide ou d'un corps odorant.

viron de diamètre, se déplace dans l'alcool le long d'une règle divisée en millimètres, cet appareil permet de déceler les moindres fraudes dans la composition d'un parfum, la vitesse d'évaporation du parfum pur étant suffisamment connue.

M. Charles Henry, que je suis allé voir à la Sorbonne, au laboratoire de Physiologie des sensations qu'il dirige, pour lui demander quelques éclaircissements sur sa découverte et quelques explications sur sa genèse, m'a fait observer que son olfactomètre pourrait être facilement perfectionné en remplaçant le mouvement du tube par un diaphragme photographique découvrant pendant des temps variables et connus une surface variable et connue du papier, lequel laisse passer, sous la tension maximum, une fraction de poids de vapeur odorante qui est la même pour toutes les vapeurs, résultat important et imprévu établi sans conteste par l'expérience. On pourrait avoir, de cette façon, des minima perceptibles absolus.

« La recherche serait intéressante, me dit-il, d'autant plus que les méthodes qui consistent à diluer les parfums dans l'alcool et à mettre une goutte de cette dilution dans des vases de verre de contenance connue, méthodes très en faveur auprès de quelques physiologistes simplistes, sont incorrectes ; elles sont, d'ailleurs, parfois en contradiction avec les méthodes comparatives de Zwaardemacker, qui consistent à découvrir des surfaces connues d'un tube poreux imbibé de parfum ; ces méthodes comparatives donnant des résultats absolument concordants, par un dispositif qui ressemble à mon olfactomètre, mais fondé sur un principe tout différent, je me suis contenté de ces données. »

Le saporimètre (fig. 3) consiste en un simple tube de 100 centimètres cubes, gradué à partir du haut. Il est muni, à son orifice supérieur, d'un robinet à pointeau et en bas d'un robinet ordinaire. Ce robinet à pointeau est la partie essentielle de l'appareil : il permet de rétrécir à volonté l'accès de l'air dans des orifices de dimensions capillaires, et, par conséquent, de retarder à volonté l'écoulement du liquide. Il porte une graduation

permettant de reproduire à volonté les sections d'accès d'air et, par suite, les vitesses d'écoulement que l'on désire. L'extrémité inférieure du tube est munie d'une tétine en verre, que l'on peut nettoyer, et reliée par un joint de caoutchouc. Supposons que l'on ait rempli de vin le tube et adapté à son orifice le robinet à pointeau. On ouvre le robinet inférieur ; on fait partir un chronomètre à pointage au moment où le liquide pénètre dans la bouche, et on note le temps au bout duquel on a la première sensation gustative, acide ou sucrée. On note le temps au bout duquel on a une deuxième sensation de qualité différente, puis une troisième sensation différente des deux premières, et on arrête l'expérience. Les temps permettent de connaître les volumes correspondants aux différentes sensations : la lecture du tube gradué permettant de connaître le volume correspondant à la dernière sensation.

Le saporimètre a reçu une application pratique dans l'industrie des liquides, où il est employé pour la dégustation des vins, bières, etc.

Quand l'on veut étudier une saveur déterminée suivant les divers degrés de concentration, l'on emploie deux tubes, l'un dans lequel on met le liquide à une concentration connue, l'autre dans lequel on met de l'eau pure : les deux liquides se mélangent dans un barboteur avant d'arriver à la bouche ; on peut connaître facilement les concentrations correspondant aux divers degrés de la sensation.

M. Charles Henry soupçonnait depuis longtemps la relation des saveurs et des odeurs avec les spectres infra-rouges, lorsqu'il eut connaissance des travaux de Bruno Donath sur les spectres d'extinction d'huiles éthérées (1896) et de Coblentz sur les spectres d'extinction de gaz et de vapeurs dans l'infra-rouge. Les spectres de Donath (fig. 4 bis), qui s'appliquent à l'essence de térébenthine, aux huiles de sassafras, de genévrier, de romarin, d'olive, de pétrole, entre 0 μ , 7 et 2 μ , 7, sont remarquablement analogues. Or, si l'on prend les précautions convenables

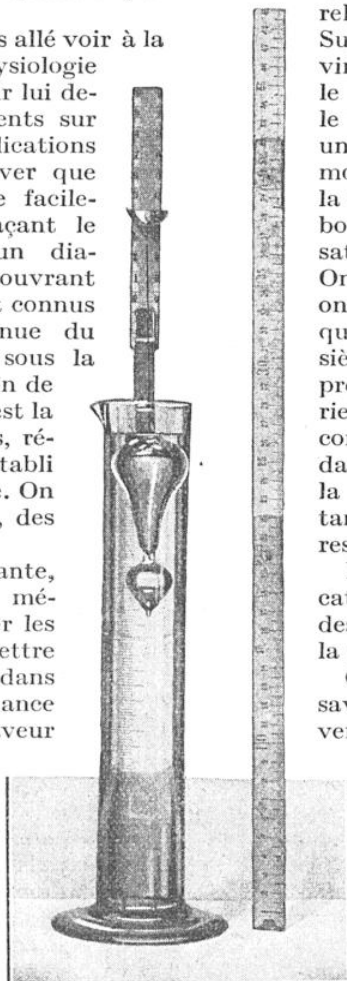


FIGURE 2. — PÈSE-VAPEUR
Aréomètre d'une grande sensibilité, dont la tige d'acier nickelé se déplace dans l'alcool le long d'une règle divisée en millimètres.

pour éliminer l'odorance, c'est-à-dire en se pinçant le nez, on constate que ces produits ont une saveur presque identique, amère douce ; la saveur est donc bien fonction des radiations infra-rouges. De même, on constate que les produits de distillation du pétrole, pour lesquels Coblenz trouve des spectres infra-rouges remarquablement concordants (fig. 5), ont des saveurs et des odeurs presque identiques. L'alun de potasse dont la courbe d'absorption diffère peu, d'après Donath (fig. 6) de celle de l'eau distillée, n'en diffère, comme saveur, que par son caractère styptique, qui est une sensation tactile. D'autre part, en étudiant l'intensité des odeurs métalliques, M. Charles Henry constata qu'elle décroissait dans le même sens que le pouvoir émissif du métal, c'est-à-dire en sens inverse de la conductibilité électrique et des longueurs d'onde émises ; l'intensité de l'odeur métallique était donc liée à l'intensité de petites radiations infra-rouges. Le goût et l'odorat apparaissent donc, incontestablement, comme des sens thermiques spécialisés à la longueur d'onde.

Mais, d'autre part, des interpolations d'expériences de Lefèvre sur le rayonnement des homœothermes conduisaient à cette conséquence que notre rayonnement est sensiblement le même que celui d'un corps noir à $273^{\circ} + 37^{\circ}$ absolu avec un λ d'émission maximum de $9\mu, 48$. Les radiations sapides et odorantes sont du même ordre de grandeur que nos radiations propres :

celles-ci sont absorbées ou non par les corps en contact avec les bourgeons du goût et la fissure olfactive ; il est clairement démontré que la sapidité et l'odorance dépendent des modifications imposées à notre rayonnement par les spectres infra-rouges.

On possédait immédiatement l'explication d'un grand nombre de faits : virages d'odeurs et de saveurs par la concentration et l'accroissement de température, car la concentration élargit les bandes d'absorption et en fait apparaître de nouvelles, la température déplace les raies vers les grands λ ; les carbures de la série aromatique sont sillonnés de bandes, ceux de la série grasse,

non ; les radicaux communs aux acides ou aux substances sucrées, les anions libres des produits salés, les cations des substances douces et amères, etc., sont caractérisés dans les spectres. C'étaient autant de vérifications du principe de la théorie.

Pour la constituer, il n'y avait qu'à s'inspirer des principes et des faits généraux de la physiologie des sensations, à comparer les faits acquis sur les sensibilités sapide et odorante avec les résultats connus et les mieux établis sur les sensibilités aux sons et aux couleurs, à rattacher les qualités sapides et odorantes à des λ d'extinction infra-rouges ; ceci fait, de chercher à vérifier la théorie, en retrouvant, par le calcul, les saveurs et les odeurs des corps.

On ne possède malheureusement encore que peu de données sur les spectres infra-rouges : il est probable, et c'est à souhaiter, que les documents futurs induiront à faire quelques retouches aux constantes calculées, d'autant que M. Charles Henry a utilisé parfois des formules certainement approchées, mais ce ne se-

ront là que de simples retouches.

Pour les sensations qui dépendent de vibrations, il y a trois quantités fondamentales à déterminer : 1^o le *champ*, c'est-à-dire l'intervalle des radiations dans lequel s'exerce la sensation considérée et au bout duquel la sensibilité reprend une valeur très faible, voisine de la valeur correspondant à la radiation initiale, c'est-à-dire l'inter-

valle des radiations extrêmes, ou mieux, pour des raisons d'ordre psychophysique, le logarithme de cet intervalle ; 2^o la *période*, qui définit une qualité précise de la sensibilité ; 3^o le *ton* ou l'*intervalle* qui définit une qualité de la sensation.

La théorie de la musique n'est, évidemment, qu'un cas particulier d'une théorie physiologique plus générale. La théorie des représentations permet de calculer des intervalles de radiations λ par le développement

$$1 < a^{-na} < 2 \quad (1), a \text{ étant égal à } \frac{3}{2} \text{ et } n \text{ étant}$$

$$(1) \quad a^{-na} = \frac{1}{a^{na}}$$

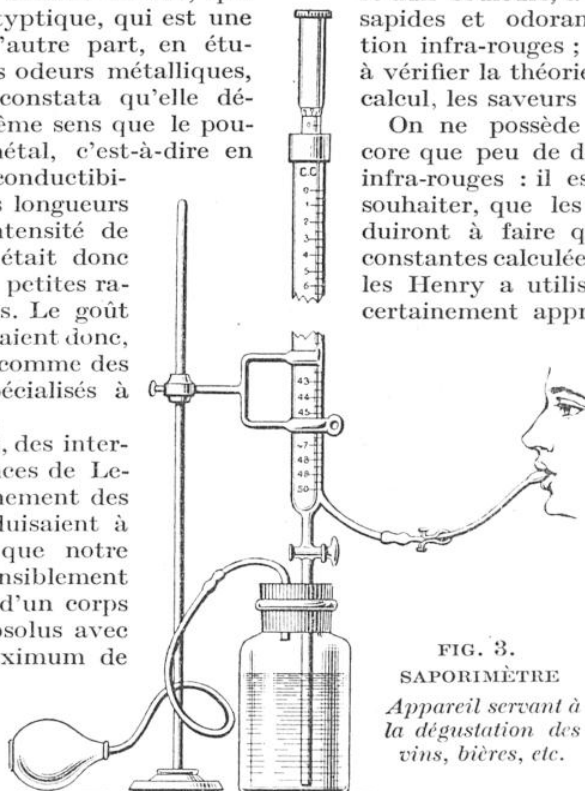


FIG. 3.
SAPORIMÈTRE
*Appareil servant à
la dégustation des
vins, bières, etc.*

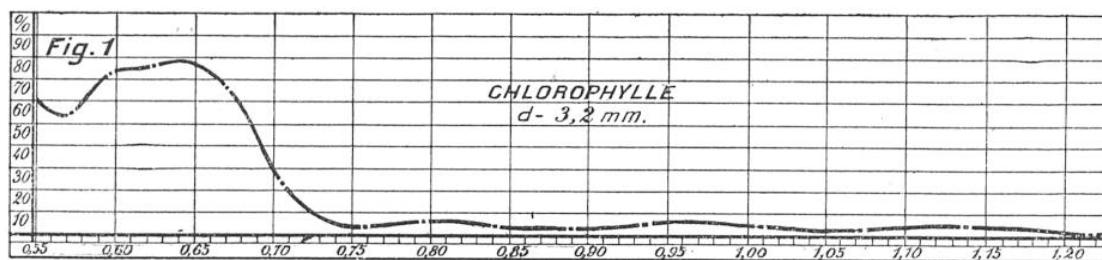


FIG. 4. — SPECTRE D'EXTINCTION DE LA CHLOROPHYLLE, DE DONATH

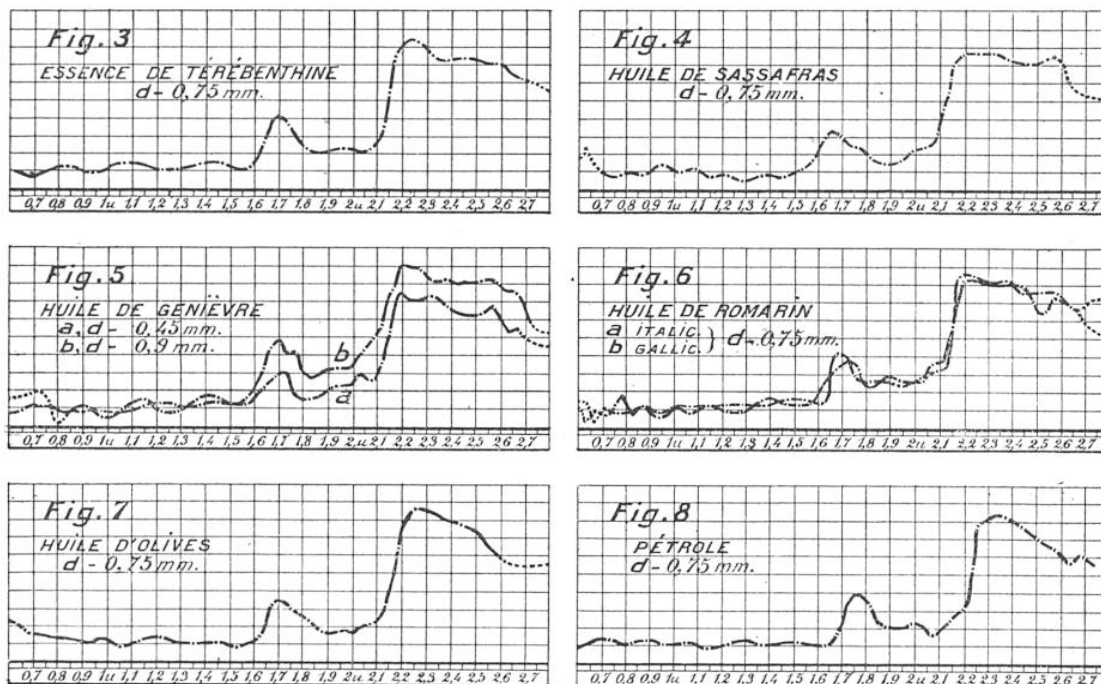


FIG. 4 bis. — AUTRES SPECTRES D'EXTINCTION DE BRUNO DONATH

On remarque la grande analogie des courbes représentant ces spectres de substances qui ont une saveur presque identique, si l'on prend les précautions voulues pour éliminer l'odorance.

la suite des nombres de 1 à 8. Ces intervalles diffèrent peu de $2^{\frac{n}{8}}$, n prenant les valeurs de 1 à 8 : ce sont des subdivisions de l'octave.

M. Charles Henry appelle *méride* l'intervalle $2^{\frac{1}{8}} = 1 < \left(\frac{3}{2}\right)^{\frac{3}{2}} < 2$; il désigne par *di-*, *tri-*, *tessaro-*, *penta-*, *hexa-*, *hepta-*, *octo-méride* les intervalles pour les valeurs successives de n de 1 à 8 ; par *hémi-*, *trito-*, *tetarto-méride*, les fractions $\frac{1}{2}$, $\frac{1}{3}$, $\frac{1}{4}$ du méride. Si on arrive à connaître les intervalles pour une sensation, on obtient sans aucune difficulté les périodes et les champs en multipliant la valeur des intervalles par 6 et par 6^2 .

Pour préciser les limites du champ efficace des couleurs, on utilise le fait que la plus petite radiation visible λ est aux environs de $393 \mu\mu$ (1) et que les sensibilités secondes d'établissement sont sensiblement nulles à l'origine et à la fin du champ, soit dans les hémimérides extrêmes. On obtient ainsi, λ et λ_0 étant les λ extrêmes, pour le $\log \frac{\lambda_1}{\lambda_0}$ la valeur 0,221, soit un hexaméride. Dans les couleurs, la période est le méride dont effectivement chaque sensibilité seconde est caractéristique ; le ton est le $\frac{1}{6}$ du méride, et il est effectivement possible de distinguer,

(1) $\mu\mu$ millème de micron.

en moyenne, six tons dans un méride.

Nous venons de parler de sensibilités d'établissement ; nous devons donner une idée de ces quantités nouvelles, qui ont un intérêt pratique considérable et qui joueront un rôle des plus importants dans la physiologie des sensations de l'avenir.

La sensibilité est, par définition, mesurée par l'accroissement de la sensation ou de la réaction motrice rapporté à l'accroissement de l'excitation : lumière, couleur, son, etc...

Uthoff a mesuré la sensibilité au changement de teinte dans le spectre ; la sensibilité à chaque radiation λ , avant d'atteindre son intensité de régime, passe par une valeur d'établissement ; ce sont ces valeurs d'établissement que mesure Uthoff. Or, on a constaté que ces valeurs affectent,

vis-à-vis des longueurs d'onde, la même allure que les énergies instantanées que prennent les radiations du corps noir soumis à des perturbations thermiques accidentelles quelconques ; ce qui établit l'existence d'une analogie profonde entre les radiations nerveuses et les radiations électro-magnétiques.

La courbe d'Uthoff est le n° 2 de notre figure 7 ; c'est le rapport $\frac{\Delta\lambda}{\lambda}$ en fonction de la radiation λ , $\Delta\lambda$ étant la plus petite différence de longueur d'onde perceptible

pour une radiation λ . La courbe n° 1 est la somme exacte des petites aires élémentaires de la courbe n° 2 : elle représente des sensations stationnaires des λ successifs.

La courbe n° 3 est la courbe dérivée de la précédente : c'est la courbe de la sensibilité à la sensibilité mesurée par celle-ci ou la *sensibilité seconde*.

La courbe n° 4 est la courbe dérivée de la courbe n° 3 : c'est

la courbe de la sensibilité à la sensibilité n° 3 ou la *sensibilité troisième*. Cette courbe (fig. 7 n° 4) permet de définir, pour la première fois, mathématiquement, les complémentaires, c'est-à-dire les couleurs dont les sensations s'annulent ; sont telles, les couleurs dont les sensibilités troisièmes d'établissement sont de signe inverse, ces sensibilités étant comptées

à partir des petits λ , ou à partir des grands, le vert n'ayant pas de complémentaire.

Les qualités classiques de la saveur sont l'amer, le salé, le sucré, l'acide ; les minima perceptibles sont respectivement en concentrations : $3 \cdot 10^{-6}$; $2,5 \cdot 10^{-3}$; $4,9 \cdot 10^{-3}$; $1 \cdot 10^{-4}$ (1).

$$(1) 3 \cdot 10^{-6} = \frac{3}{10\,000\,000} = 0,000.000.3.$$

Comme on le voit, un nombre multiplié par une puissance négative de 10, est égal au quotient de ce nombre par une puissance de 10 égale à la précédente, mais positive.

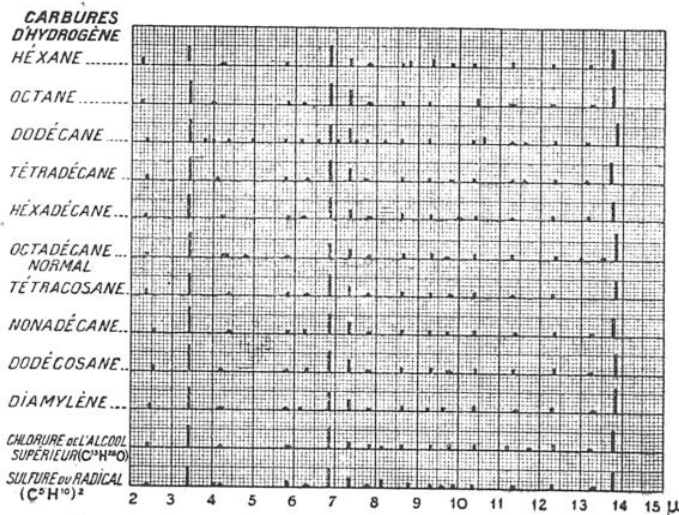


FIG. 5. — SPECTRES INFRA-ROUGES, TOUT À FAIT CONCORDANTS, DES PRODUITS DE LA DISTILLATION DU PÉTROLE. Ces produits ont des odeurs et des saveurs presque identiques.

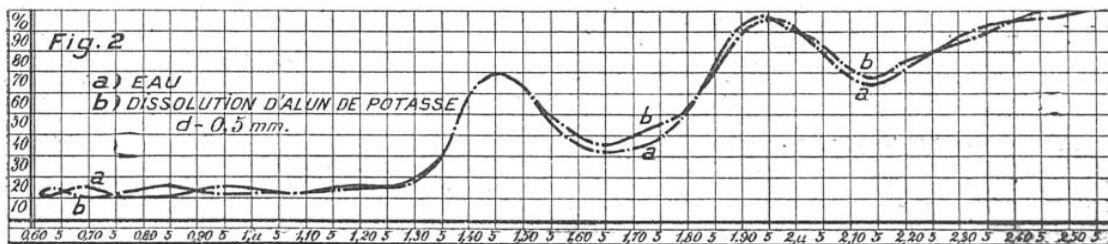


FIG. 6. — SPECTRES D'ABSORPTION DE L'EAU DISTILLÉE ET DE L'ALUN DE POTASSE. L'alun de potasse possède une saveur qui ne diffère de celle de l'eau distillée que par son caractère *styptique*, qui est une sensation tactile.

On omet l'alcalin et le fade dont les réactions physiologiques sont cependant violentes, puisqu'ils provoquent des vomissements. M. Charles Henry trouve pour l'alcalin $4,55.10^{-4}$ et pour le fade (albumine dialysée) $1,66.10^{-2}$. On peut ordonner, dans le sens des radiations croissantes, l'amer, le salé, le sucré et l'acide. Comme l'alcalin aux grandes concentrations est amer et comme le fade est complémentaire du salé, nous avons finalement, dans l'ordre des radiations croissantes : amer, alcalin, salé, sucré, acide, fade : les trois dernières saveurs étant respectivement complémentaires des trois premières.

Le spectre d'extinction de la chlorophylle de Donath (fig. 4) permet de calculer la période des saveurs. Cette substance laisse une sensation persistante d'amer, après une sensation de salé. A partir de $\lambda = 0 \mu.75$, ce spectre présente une série d'ondulations qui vont légèrement en s'amortissant. Tous les λ d'énergie maxima, qui

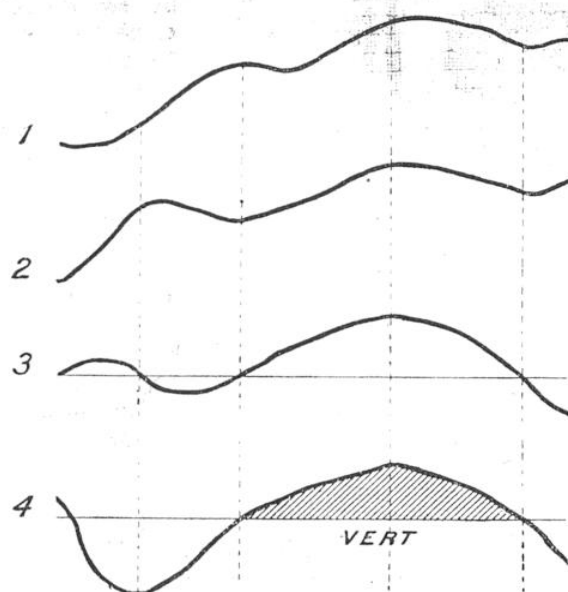


FIG. 7. — COURBES DE LA SENSIBILITÉ

La courbe 1 est la courbe intégrale de la courbe 2, laquelle est la courbe d'Uthoff, qui représente la variation de $\frac{\Delta\lambda}{\lambda}$ en fonction de λ . La courbe 3 est la courbe de la sensibilité seconde ou la courbe dérivée de la courbe 2. La courbe 4 est la courbe dérivée de la courbe 3 ou la courbe de la sensibilité troisième.

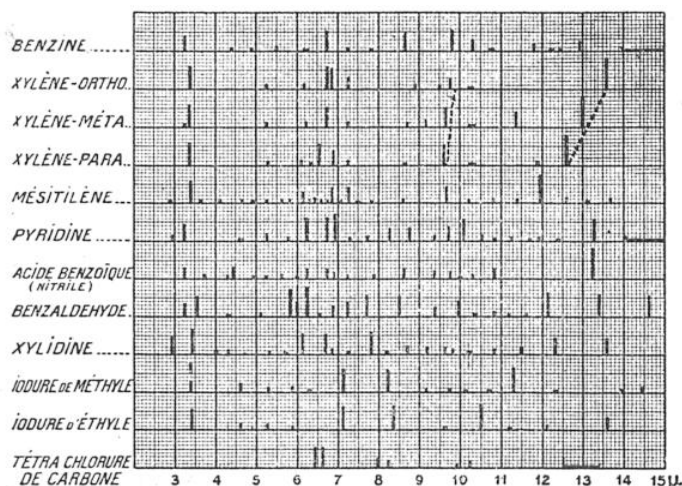


FIG. 8. — SPECTRES D'EXTINCTION DE LA BENZINE ET DE SES PRINCIPAUX DÉRIVÉS

On remarque encore leur grande analogie, que l'on constate également dans les saveurs et odeurs.

concourent à l'amer sont distants du rapport 1,185 c'est-à-dire du diméride; le diméride, sensiblement le 1/4 de l'octave, est donc la période. Le premier maximum a lieu pour $\lambda = 814 \mu.6$; le λ origine est donc $\frac{814 \mu.6}{1,185} = 687 \mu.3$. C'est la tonique commune aux saveurs et aux odeurs. On constate que les rayons rouges filtrés à travers un verre cathédrale affectent légèrement la langue de la sensation d'amer. Pour les odeurs, M. Charles Henry distingue très nettement six qualités olfactives qu'il appelle, dans l'ordre des λ croissants : alliagée, térébenthinée, musquée, éthérée, benzolée, balsamique.

Il y a des saveurs vapeurs et des odeurs liquides : une solution saline dans le nez donne l'impression musquée ou scatolée. La correspondance de ces sensations ressort de l'ordre dans lequel M. Charles Henry a rangé les saveurs et les odeurs. Des expériences de ce genre, singulières apparemment, sont, on le voit, très utiles pour l'établissement rationnel d'une classification, et elles font honneur à leur auteur.

— Y a-t-il de ces études des applications pratiques immédiates ? avons-nous demandé à M. Charles Henry.

— Oui, m'a-t-il répondu. J'ai trouvé les moyens de modifier, de manière permanente, l'intensité et la largeur de certaines raies ; j'ai obtenu des parfums très supérieurs en intensité et en finesse aux parfums ordinaires. G. HAMELIN,

PERFECTIONNEMENTS AU RADIATEUR A ÉLÉMENTS AMOVIBLES

Par Frédéric MATTON

INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES

DANS notre numéro 47 de novembre 1919, nous avons signalé l'invention, due à M. Chardard, d'un radiateur d'automobile à éléments amovibles. Dès cette époque, nous prévoyions que cette invention ferait son chemin, car elle répondait indubitablement à un besoin réel, celui d'éliminer les pannes dues à des fuites et avaries de radiateur. Les faits nous ont donné raison. L'idée de M. Chardard s'est imposée et des essais de longue durée ont consacré le progrès qu'elle apportait à l'automobile.

Toutefois, tout en conservant le principe initial de son radiateur, l'inventeur a modifié la forme première de réalisation qu'il lui avait donnée, en même temps qu'il a perfectionné et simplifié les détails de construction, de montage et de réglage des éléments amovibles. C'est de ces quelques modifications que nous allons entretenir nos lecteurs.

Dans le premier modèle, les éléments concentriques, amovibles et interchangeables dénaturaient complètement l'aspect des radiateurs. alors que c'est précisément cet aspect qui, en général, avec le capot, suffit, à première vue, à indiquer la marque d'une voiture. D'autre part, le prix de revient de ce modèle était réellement trop élevé. Enfin, le réglage du débit et l'arrêt de la circulation de l'eau dans chaque élément, étaient difficiles car ils s'effectuaient en arrière du radiateur.

Le nouveau modèle est exempt de ces

inconvenients et comporte, en outre, de nouveaux avantages. En effet, tous les éléments amovibles sont droits et leur juxtaposition ne change en rien l'aspect des radiateurs ordinaires. Leur mode de montage est conçu de façon que, pour enlever un élément, il faut à peine quelques minutes et que cette opération s'effectue par l'avant, sans aucune perte d'eau.

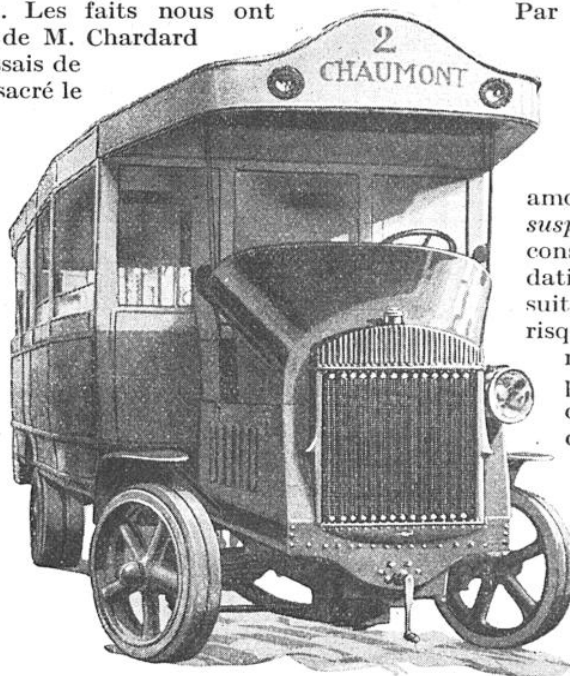
Par ailleurs, le refroidissement du moteur est rendu variable, grâce à la possibilité de régler la circulation de l'eau dans chaque section.

Enfin, les éléments amovibles sont maintenant *suspendus*, ce qui amortit considérablement les trépidations et les chocs et, par suite, réduit d'autant les risques de fuites, ces dernières se déclarant le plus souvent aux points de jonction des tubes radiants et des réservoirs.

Le radiateur système Chardard est constitué essentiellement par une carcasse contenant les réservoirs et qui est exactement la même que dans les radiateurs actuels comme forme et comme constitution.

Il se monte aussi bien sur les voitures

que sur les camions et tracteurs agricoles. Le bloc refroidisseur est constitué par des sections ou éléments, formés de tubes à ailettes, de lames ondulées, de nids d'abeilles, etc. (fig. 1) et comportant, en haut et en bas, une boîte à eau. Ces éléments sont montés sur des raccords appropriés fixés aux réservoirs supérieur et inférieur, et cela par le moyen de tiges filetées munies d'écrous et contre-écrous. On comprendra, en examinant le



AUTOBUS PARISIEN MUNI DU RADIATEUR A
ÉLÉMENTS AMOVIBLES SYSTÈME CHARDARD

schéma de la figure 2, que l'eau échauffée par sa circulation autour du moteur et arrivant par les raccords supérieurs, pénétrera dans les boîtes correspondantes de chacune des sections, puis circulera dans les éléments radiants eux-mêmes, enfin, parviendra aux boîtes inférieures et, de là, refroidie, au réservoir du bas.

Mais la caractéristique essentielle de ce système est que la réparation immédiate s'effectue sans perte aucune d'eau.

En effet, les tiges de fixation *O* de chaque élément (fig. 3), portent un clapet *H* qui, par quelques tours de clef, vient réduire ou arrêter la circulation de l'eau dans un ou plusieurs éléments, sans qu'il soit besoin de les démonter. Ainsi, en cas d'accident, il suffit de dévisser les contre-écrous *A* et *E* et, avec une clef à trou carré, de tourner la tige *O* jusqu'à ce que le clapet conique *H* vienne porter sur l'angle vif du raccord porte-élément *G*, pour arrêter immédiatement la fuite. Ensuite, la réparation, qui, dans les radiateurs ordinaires, coûte excessivement cher et entraîne une immobilisation prolongée, s'effectue en quelques minutes de la façon suivante : on dévisse les contre-écrous *A* du haut et du bas des éléments à remplacer ; on ferme l'eau

comme indiqué ci-dessus, si cela n'a pas été fait. On dévisse ensuite les écrous *B* haut et bas, puis on tire à soi l'élément amovible (il n'y a pas lieu de vidanger le radiateur puisque

l'élément forme, à ce moment, un récipient hermétiquement fermé) ; enfin, on change tous les joints (*joints spéciaux*) et on remonte les éléments de rechange par des opérations inverses. Avant de remonter les écrous *A*, il faut remettre en circulation, en tournant de droite à gauche, de cinq à six tours, la tige porte-clapet *O*. On notera que la disposition des clapets assure une étanchéité absolue malgré l'entartrage, puisque la fermeture s'obtient sur une arête vive. Cette fermeture s'effectue avec une clef de pendule qui s'engage dans la partie carrée de la tige filetée, sous le contre-écrou *A*, et en vissant de gauche

à droite jusqu'à ce que le cône du clapet s'applique sur la partie avant du raccord.

L'appareil permet, en outre, d'augmenter ou de diminuer la surface radiante, suivant que le radiateur fonctionnera dans un pays chaud ou un pays froid et, au besoin, il serait possible, pour des températures extrêmes

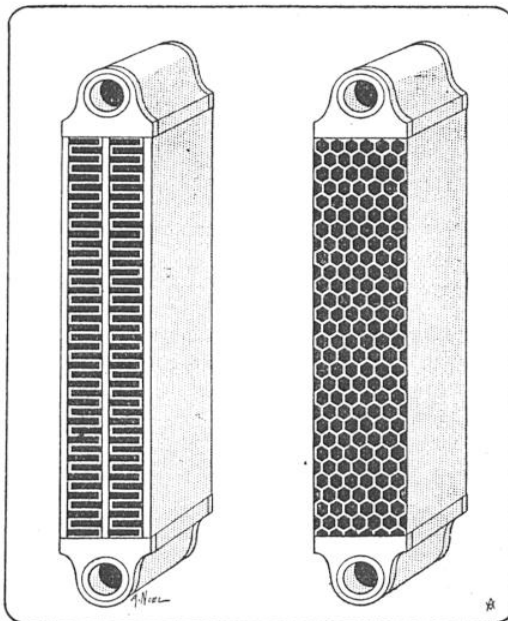


FIG. 1. - LES ÉLÉMENTS DU BLOC REFROIDISSEUR SONT FORMÉS DE TUBES À AILETTES, LAMES ONDULÉES, NIDS D'ABEILLES, ETC.

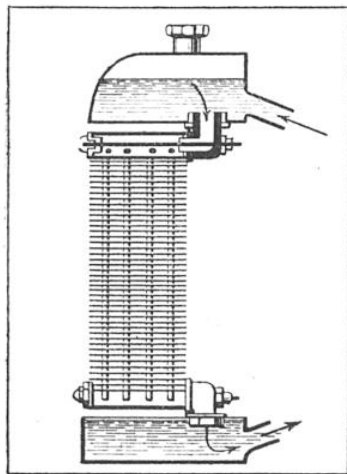


FIG. 2. — CIRCULATION DE L'EAU DANS L'ÉLÉMENT
L'eau circule de haut en bas comme dans un radiateur ordinaire.

la fuite. Ensuite, la réparation, qui, dans les radiateurs ordinaires, coûte excessivement cher et entraîne une immobilisation prolongée, s'effectue en quelques minutes de la façon suivante : on dévisse les contre-écrous *A* du haut et du bas des éléments à remplacer ; on ferme l'eau

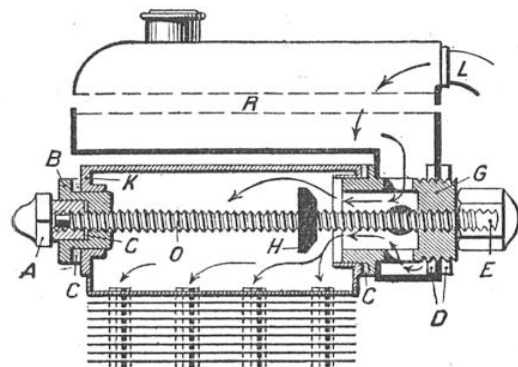
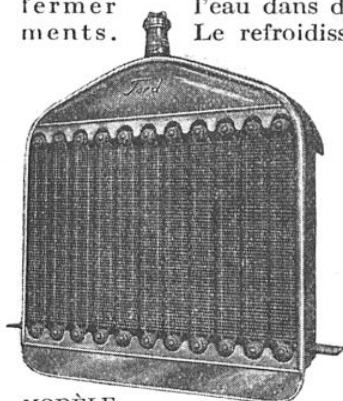


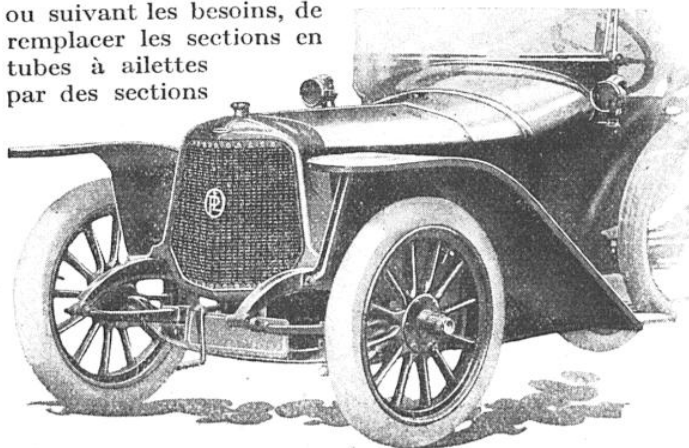
FIG. 3. — SCHÉMA DE MONTAGE
R, réservoir ; *K*, boîte supérieure ; *A*, contre-écrou ; *B*, écrou ; *C*, joints ; *D*, rondelles ; *O*, tige filetée ; *H*, clapet d'arrêt ; *G*, raccord de fixation ; *E*, écrou borgne.

en été, ou bien dans un pays très chaud, de remplacer les éléments normaux par des éléments qui auraient une plus grande surface radiante. La possibilité de régler à volonté le débit et la vitesse de l'eau dans chaque élément, et, par conséquent, de faire varier le refroidissement du moteur, trouve son application en hiver, par exemple. On sait, en effet, que, pour éviter la congélation de l'eau pendant la marche, lorsque la température est extrêmement basse, les automobilistes sont obligés de recouvrir leurs radiateurs d'une couverture ou de volets appropriés ; avec le nouveau système, il suffit de fermer l'eau dans deux ou trois éléments.

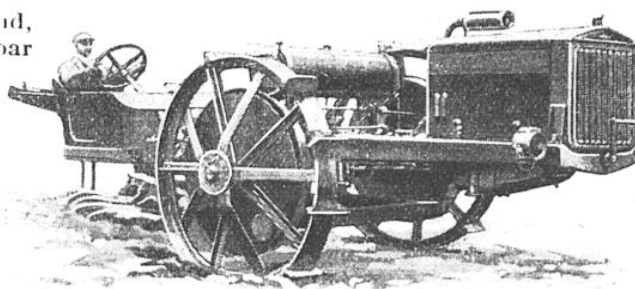


MODÈLE
POUR L'AUTOMOBILE FORD

Le refroidissement étant, par suite, diminué, la congélation risque beaucoup moins de se produire. Bien entendu, les éléments ainsi isolés doivent être vidangés après la fermeture de leurs clapets, sinon ils éclateraient dès que leur eau serait prise. Un troisième avantage consiste dans la possibilité de nettoyer isolément chacune des sections extérieurement (boue, graisse, etc.) et intérieurement (dépôts sédimentaires). Pour cela, il suffit de démonter les éléments, de les brosser et de les laver dans un bain de désincrustant. Enfin, le système Chardard permet, suivant le goût des clients ou suivant les besoins, de remplacer les sections en tubes à ailettes par des sections



LE RADIATEUR S'ADAPTE A TOUTES LES VOITURES



L'APPAREIL MONTÉ SUR UNE MOTO-CHARRUE

de tout autre système ; il suffit, pour cela, de substituer de nouveaux éléments aux anciens ; par conséquent, point n'est besoin de changer tout le radiateur.

Le radiateur de M. Chardard a été adopté par les services automobiles de l'armée et par les ministères de l'Agriculture et des Régions libérées (service de la Motoculture).

Cette invention intéresse en premier lieu les entre-

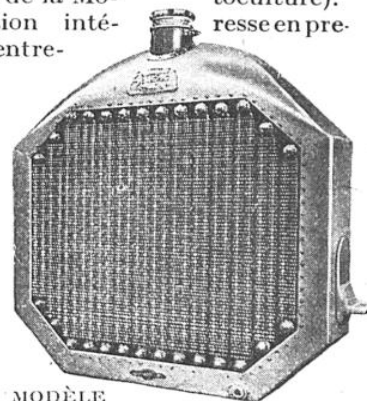
prises de transports : taxis, autobus, camions, dont les véhicules doivent rapporter un bénéfice quotidien et, par suite, ne jamais être immobilisés. Or, les taxis coûtent, en général, rien que pour les immobilisations dues à des fuites de radiateurs, une moyenne de trois cents à quatre cents

francs par an et par voiture.

Pour les tracteurs agricoles, la question est encore plus importante, car, si une fuite se déclare au radiateur, le tracteur demeure inutilisable tant que l'appareil, envoyé à réparer souvent très loin, n'est pas de retour.

Nous signalerons, pour terminer, que, en Tunisie, par des températures de plus de 50°, dans le domaine d'Ultique, le nouveau radiateur, monté sur des tracteurs Stock, a été le seul à ne pas chauffer et à résister aux trépidations de ces tracteurs qui travaillaient dans un terrain très dur.

FRÉDÉRIC MATTON.



MODÈLE
POUR LE CAMION PEUGEOT

LES A-COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Les plantes s'arroseront toutes seules...

AVEC le cache-pot réservoir inventé par M. Pinson, et qui valut à son auteur une médaille d'or lors du dernier concours Lépine, les plantes s'arrosent automatiquement : on dira, plus exactement, que la terre dans laquelle les racines de la plante se nourrissent est constamment et uniformément humidifiée. C'est évidemment là un très grand avantage. D'une part, en effet, on se trouve délivré de la sujétion de l'arrosage quotidien ou périodique et on peut s'absenter longtemps sans avoir à confier la plante aux soins d'une tierce personne; d'autre part, la plante bénéficie d'un traitement très supérieur, puisque l'humidité qui lui est nécessaire prend une valeur constante et non une valeur décroissante, comme c'est le cas entre deux arrosages consécutifs. Du même coup, l'appartement ou la boutique du fleuriste, suivant le cas, y gagne en propreté puisqu'on ne risque plus de répandre de l'eau sur le sol. Enfin, l'artifice ingénieux qui assure le renouvellement de l'eau absorbée par la plante, permet d'approprier à la nature de cette dernière le degré de l'humectation entretenue dans la terre.

Le cache-pot de M. Pinson est un cache-pot ordinaire, mais à double paroi ; l'espace compris entre les deux parois constitue une capacité fermée sur elle-même et qui reçoit de l'eau ; c'est le réservoir. Deux, trois ou quatre arceaux (suivant la taille de l'appareil), disposés symétriquement et renfermant chacun une mèche, plongent

par leur extrémité inférieure, dans l'eau du réservoir et sont, par l'autre extrémité, enfouis dans la terre du pot de la plante. Il est facile de voir que chaque arceau constitue un siphon ; par capillarité, l'eau, lorsque la mèche est imprégnée du liquide, s'élève dans chaque arceau et se déverse lentement dans la terre, assurant une humectation constante et uniforme de cette dernière.

Pour régler le débit du système, vingt-quatre heures après qu'on a inséré le pot dans le cache-pot, on retire la plante pour voir s'il n'y a pas d'eau à l'intérieur

de ce dernier. S'il y en a, c'est que l'arrosage est trop considérable, car la plante n'ayant pas absorbé tout le liquide

qui lui est fourni, l'excès d'eau descend par gravitation et sort du pot par le trou percé à la base de ce dernier ; dans ce cas, on arrête le fonctionnement d'un ou de deux siphons ; pour cela, il suffit de refouler la mèche à l'intérieur de l'arceau, autrement dit de couper la communication entre la mèche et la terre ; on pourrait aussi, évidemment, retirer complètement un ou deux arceaux, mais le résultat serait nuisible à l'esthétisme de l'appareil. Une fois réglé pour une plante donnée, le débit d'eau est constant, puisqu'il dépend d'un facteur invariable : la section du ou des arceaux utilisés. La durée de l'arrosage dépend, elle, on le

conçoit, de la contenance du réservoir et du débit d'eau ; elle varie dans les limites de *un à trois mois*. C'est donc dans cet intervalle de temps que l'on peut s'absenter ou ne pas s'occuper d'une plante, tout en ayant la certitude que non seulement elle ne souffrira pas, mais même qu'elle prospérera mieux que si on l'arrosait régulièrement de la manière ordinaire.



COUPE DU CACHE-POT RÉSERVOIR

On voit comment sont disposés les siphons qui assurent à la terre de la plante une humectation régulière et constante.

L'idée du cache-pot réservoir, si profitable aux fleuristes et aux particuliers (notamment pour les plantes dont on orne les sépultures, plantes qu'il est presque impossible de bien entretenir) nous semble susceptible d'être généralisée à la floriculture pour les fleurs exotiques qui nécessitent de grands soins et atteignent des prix élevés et même à la culture de certains plants. Le procédé consisterait alors à alimenter d'eau, au moyen de siphons à mèche puisant le liquide dans des baquets ou réservoirs enterrés ou encore dans des puits ou citernes, la terre contenue dans les caisses où seraient cultivés ces fleurs ou ces plants.

Plus besoin de descendre à la cave pour régler la marche des calorifères.

UN inventeur américain a imaginé un système automatique et de commande à distance pour régler la marche des calorifères. Ce système présente d'autant plus d'intérêt, aux Etats-Unis, que les moindres pavillons ou villas y sont dotés du chauffage central et possèdent, pour la plupart, un calorifère du genre de celui que représente notre gravure. Comme le montre cette dernière, une horloge est reliée à l'appareil de chauffage par des transmissions à chaînes passant sur des poulies convenablement disposées et pouvant agir à la fois sur la porte du cendrier et sur un clapet d'arrêt du tirage monté sur le tuyau du calorifère. L'horloge possède un moteur à ressort mu à la fois par un bouton (non visible sur la gravure) et par le mécanisme du réveil de l'horloge.

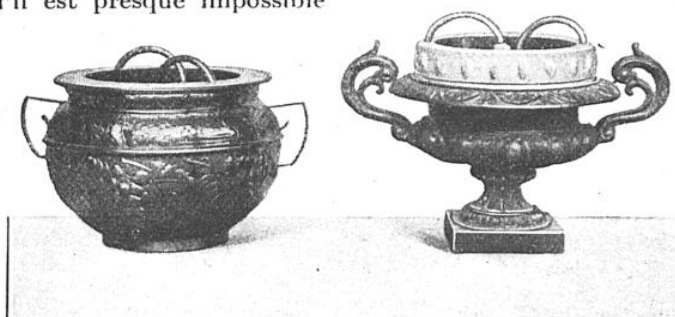
Lorsque l'on désire, soit ralentir, soit accélérer la marche du calorifère, on presse simplement sur le bouton jusqu'à ce que la manette, qui est alors entraînée par le moteur, se trouve dans la position marquée *off* ou *on*, suivant le cas. Si la manette se trouve sur *off*, la porte du cendrier est automatiquement fermée et le clapet est ouvert; le tirage est ainsi interrompu. Si elle est dans l'autre

position, c'est le contraire qui se produit, et le tirage est rétabli. A-t-on besoin de s'absenter pendant longtemps, on règle le mécanisme du réveil à une demi-heure, par exemple, avant l'heure à laquelle on pense rentrer et on place la manette sur *off* pour que, pendant le temps où la maison reste seule, le calorifère marche « à petit feu », puis on appuie sur un petit levier, placé sous

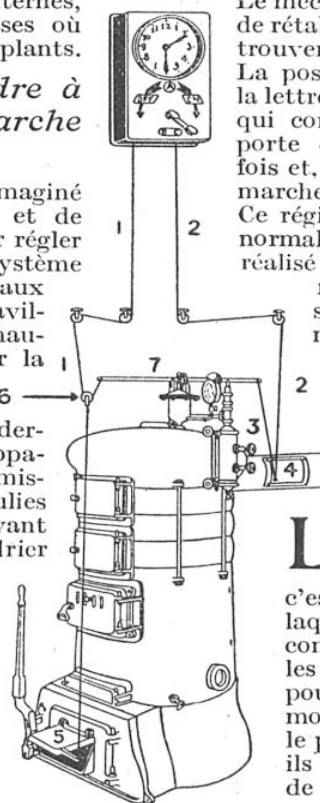
l'horloge (également invisible sur la figure) en le poussant en même temps vers la droite. Le mécanisme du réveil se chargera alors de rétablir le tirage à l'heure voulue et on trouvera la maison chaude en rentrant. La position de la manette marquée de la lettre *A* est une position intermédiaire qui correspond à la fermeture de la porte du cendrier et du clapet à la fois et, par conséquent, à un régime de marche compris entre les deux extrêmes. Ce régime qui est, en somme, le régime normal du calorifère, ne peut pas être réalisé automatiquement par le mécanisme du réveil, ce qui, d'ailleurs, serait sans grand intérêt; il est néanmoins, comme les deux autres, commandé à distance par le bouton de l'horloge.

Un briquet pratique pour les besoins domestiques.

LE plus grand effort des inventeurs de briquets s'est porté sur les appareils de poche; c'est, apparemment, la raison pour laquelle on ne trouve pas, dans le commerce, de bons briquets pour les usages domestiques. Actionnés pour la plupart au moyen d'une molette à laquelle on imprime avec le pouce un mouvement de rotation, ils ont, notamment, l'inconvénient de nécessiter, pour bien fonctionner, une parfaite propreté de la molette; or, une ménagère, une bonne ou une cuisinière, ont souvent les doigts humides ou gras; il arrive aussi, fréquemment, que les molettes sont dures à actionner pour des doigts féminins. Fait pour remplacer avec avantage les allumettes, souvent introuvables et toujours mauvaises, le briquet est, dans de



UN CACHE-POT DE SALON ET UNE CORBEILLE POUR SÉPULTURE, TRANSFORMÉS PAR L'INVENTEUR



LA MARCHÉ DE CE CALORIFÈRE EST CONTRÔLÉE PAR UNE HORLOGE

nombreux ménages qui l'avaient adopté avec enthousiasme, relégué dans le coin ou le tiroir où s'entassaient pêle-mêle les objets hors d'usage qu'on ne se décide jamais à jeter.

Est-ce à dire qu'on ne pouvait vraiment pas doter les ménages d'un briquet qui fût vraiment pratique ? M. J.-P. Muller, un de nos lecteurs, s'est chargé de prouver le contraire. Le briquet automatique, en deux modèles représentés chacun sur nos gravures, qu'il a récemment imaginé, est conçu spécialement pour les usages domestiques et ne semble pas

donner lieu à la critique.

Il permet d'allumer, *sans essence*, les lampes et réchauds à gaz, à essence et à alcool et cela sans avoir à actionner la molette avec le pouce ; c'est, en effet, un secteur denté mû par un levier qui fait tourner ladite molette. Logée dans un tube formant manche (cas du grand modèle) ou dans la crosse de l'appareil (cas du petit modèle forme revolver) existe une allumette perpétuelle, maintenue humide par la matière absorbante qui garnit son logement (garniture qui est, évidemment, imprégnée d'essence). Avec cette allumette, dont la mèche est en amiante, on peut très commodément allumer les fourneaux de cuisine, les lampes à pétrole et à huile, les poêles, etc...



BRIQUET
DE
MÉNAGE

Sur une de nos gravures, nous montrons la manière d'allumer une lampe à essence, genre *Pigeon*, avec le nouveau briquet (de l'un ou l'autre modèle). L'opération est aussi facile que si le briquet faisait corps avec la lampe, car l'appareil est muni, en dessous, d'un appui concave qui, en s'adaptant au bec de ladite lampe, permet de faire jaillir les étincelles sur la mèche à l'endroit voulu. Cet appui sert également à faciliter l'allumage de l'allumette, dont est muni le briquet.

L'appareil peut être entièrement démonté à la main, ce qui facilite grandement le remplacement de la pierre ainsi que des pièces usées. La molette ne tournant que d'un

MODÈLE
BRIQUET

DÉ POCHÉ DU NOUVEAU
AUTOMATIQUE



Dans la crosse de l'appareil est logée une allumette à essence que l'on allume au moyen du briquet et qui, à son tour permet d'allumer lampes, poêles, etc...

tiers de tour pour chaque allumage, la pierre de ferro-cérium a une grande durée.

L'allumette du briquet peut être fixée sur les tubes à essence solidifiée, vendus dans le commerce, et remplacer ainsi, avec avantage, les bougies, rats de cave, etc...

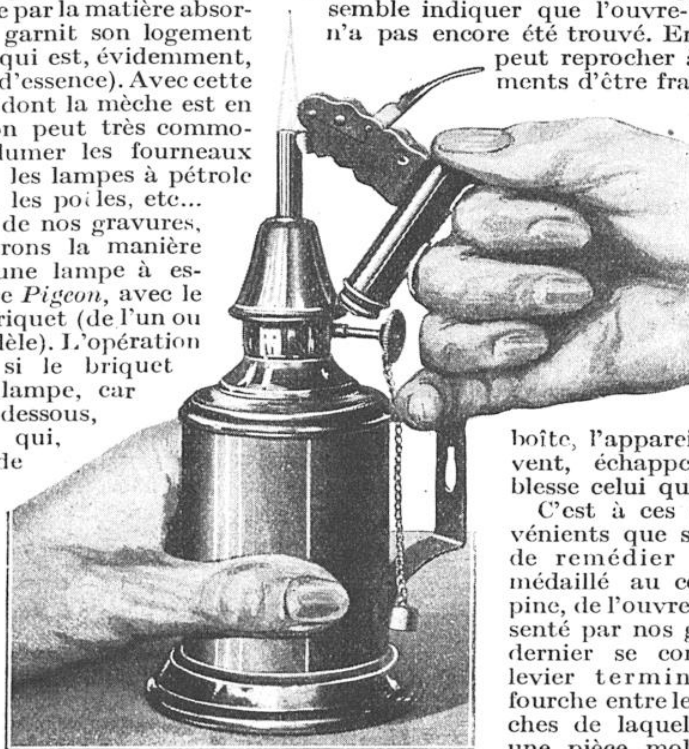
On ne se blessa plus en ouvrant les boîtes de conserve.

On ne compte plus les appareils offerts en vente pour ouvrir les boîtes de conserve ; chaque année en voit naître plusieurs nouveaux, ce qui, d'ailleurs, semble indiquer que l'ouvre-boîte parfait n'a pas encore été trouvé. En général, on peut reprocher à ces instruments d'être fragiles et dan-

gereux à manier. La partie coupante, la plupart du temps, s'ébrèche vite ; par ailleurs, sous l'effort qu'il faut exercer pour ouvrir la

boîte, l'appareil, trop souvent, échappe et parfois blesse celui qui l'utilise.

C'est à ces deux inconvénients que s'est proposé de remédier l'inventeur, médaillé au concours Lépine, de l'ouvre-boîte représenté par nos gravures. Ce dernier se compose d'un levier terminé par une fourche entre les deux branches de laquelle est fixée une pièce moletée sur la portion extérieure de sa périphérie ; au-dessus, et sur le même axe, est montée une pièce mobile qui présente un épanouissement servant de support à la



ALLUMAGE D'UNE LAMPE PIGEON AU
MOYEN DU BRIQUET

Ce dernier possède un appui concave qui, en s'adaptant au bec, permet de faire jaillir les étincelles sur l'extrémité de la mèche.

VOICI COMMENT ON DOIT S'Y PRENDRE POUR ENFONCER LE
COUTEAU DANS LE COUVERCLE SOUDÉ
DE LA BOÎTE



lame, laquelle est légèrement incurvée, taillée en biseau et est fixée au moyen d'un bouton convenablement vissé sur la tige filetée qui prolonge le couteau.

Pour ouvrir une boîte, on introduit le couteau dans le couvercle, près du bord, en pressant sur le bouton avec la paume de la main. On imprime alors au levier un mouvement de va-et-vient de droite à gauche, en appuyant fortement la molette sur le rebord de la boîte, et en ayant soin de toujours tenir l'instrument horizontalement.

On comprend que les dents de la molette, en mordant dans le métal, permettent d'assurer un grand effort et, par conséquent une progression rapide de la lame, sans risque de *dérapiage*. Il suffit de dévisser le bouton pour démonter le couteau, soit pour l'affûter, soit pour le remplacer. L'appareil semble particulièrement bien étudié; il est robuste, durable.

Un presse-pantalon électrique.

Ce fut, dit-on, feu le roi Edouard VII, alors simplement prince de Galles, qui s'avisait de mettre à la mode le pli du pantalon. Depuis, tous les élégants, même et plus encore ceux de condition modeste, s'ingénient à conserver ce fameux pli impeccable, en l'entourant durant la journée, d'une sollicitude toute particulière et en le reformant dès qu'il commence

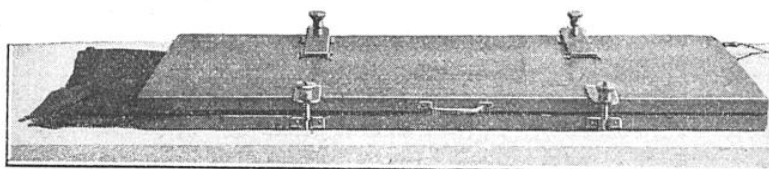
à s'estomper dans l'humidité d'uneaverse ou à se confondre avec d'autres plis indésirables. Le plus simple est, évidemment, de recourir, pour cela, au tailleur, mais, outre que le moyen n'est pas à la portée de toutes les bourses et suppose que le pantalon ainsi immobilisé, comporte au moins son frère... il a l'inconvénient d'occasionner des dérangements. À défaut du tailleur, quantité de procédés sont employés avec un succès plus ou moins relatif; citons, pour mémoire, le repassage à la maison, les pinces extensibles, les plaques à pression et l'artifice particulièrement économique qui consiste à placer le soir, avant de se coucher, le pantalon entre deux matelas ou le sommier et le matelas de son lit...

Le presse-pantalon idéal restait, cependant, à trouver, car toutes les méthodes, y compris le repassage par le tailleur, comportaient des inconvénients (lustrage, risque de brûlure, en ce qui concerne le fer, résultat imparfait avec les autres procédés). En faisant appel à la pression, d'une part et, d'autre

part à la chaleur développée par des éléments chauffants électriques, un de nos compatriotes, M. Deluchat, est parvenu récemment à

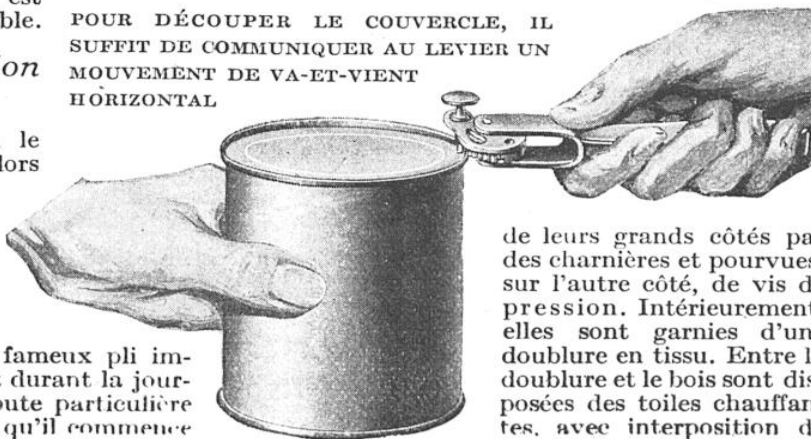
produire un appareil qui a l'avantage, non seulement de résoudre parfaitement le problème, mais encore de dispenser de l'humectation du tissu nécessaire avec le fer à repasser.

L'appareil se compose très simplement de deux plaques de bois assemblées sur un



ENTRE LES DEUX PLANCHETTES, LE PANTALON EST À LA FOIS ÉNERGIQUEMENT PRESSÉ ET FORTEMENT CHAUFFÉ

POUR DÉCOUPER LE COUVERCLE, IL SUFFIT DE COMMUNIQUER AU LEVIER UN MOUVEMENT DE VA-ET-VIENT HORIZONTAL



de leurs grands côtés par des charnières et pourvus, sur l'autre côté, de vis de pression. Intérieurement, elles sont garnies d'une doublure en tissu. Entre la doublure et le bois sont disposées des toiles chauffantes, avec interposition de

plaques d'aluminium qui protègent le bois tout en assurant une égale répartition du calorique. Une fiche de prise de courant, avec cordon souple, complète l'appareil.

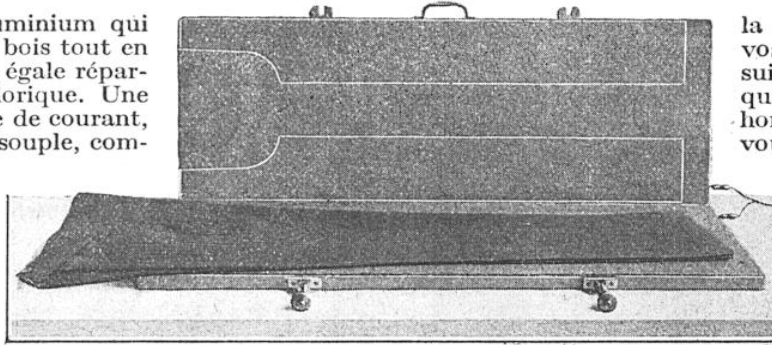
Le pantalon étant convenablement inséré entre les deux planches et celles-ci serrées fortement l'une

contre l'autre, on chauffe pendant une quinzaine de minutes, puis on laisse refroidir le vêtement dans l'appareil. Quand le circuit est fermé, les éléments chauffants atteignent rapidement une température de 60 à 70° C. L'humidité, toujours présente dans l'étoffe, ramollit, par suite de sa vaporisation, les fibres du tissu; celles-ci, en se refroidissant, mais toujours sous pression, reprennent graduellement leur rigidité, assurant un pli impeccable et sans aucun lustrage.

*Lavez
votre vaisselle
sans y mettre
les mains.*

HOTESSE charmante qui, par ces temps de vie chère, devez vous passer d'une

bonne, vous déplorez qu'à laver la vaisselle, vos jolies mains s'altèrent et trahissent votre embarras. Vous êtes peignée et confuse; tranquillisez-vous, tout mal comporte un remède et le remède qu'il vous faut, nous allons, sans plus tarder, vous l'indiquer. Il consiste tout simplement... à ne plus plonger vos mains délicates dans l'eau brûlante et grasse, ce qui revient à dire, à ne plus saisir



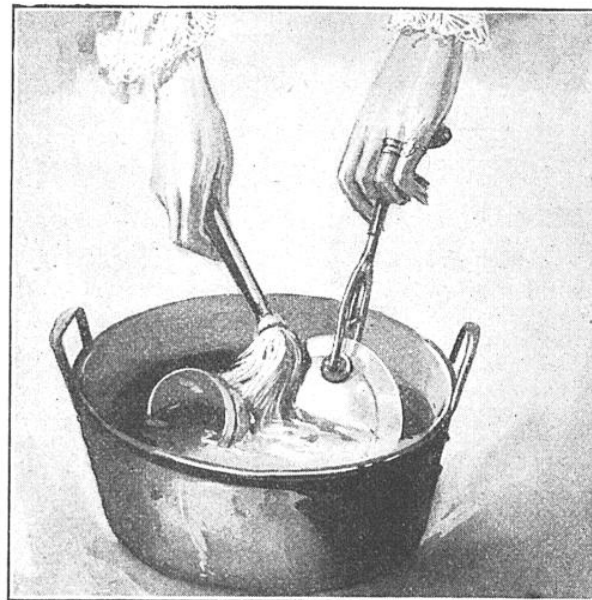
L'OPÉRATION N'EXIGE QUE QUELQUES MINUTES ET UNE FAIBLE CONSOMMATION DE COURANT

la vaisselle avec vos doigts. Pour suivre ce conseil quelque peu prudemment, que vous manque-t-il? Simple-ment une bonne pince qui vous permette de saisir facilement et fortement n'importe quel article de vaisselle. Or, cette

pince spéciale et utile, un de nos compatriotes vient de l'imaginer à votre intention.

Observez nos gravures; vous ne tarderez pas à saisir et la construction de l'appareil et son fonctionnement. Vous remarquerez, par exemple, que, la poignée de bois de la pince étant logée dans la paume de la main, si vous faites une traction avec les doigts sur

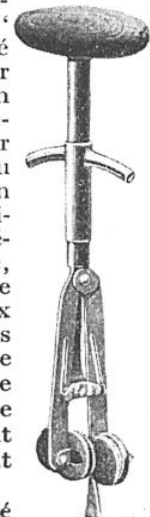
la poignée métallique, vous ferez remonter cette poignée, et, par la même occasion, la tige plate dont elle est solidaire. Or, cette tige est épanouie à son extrémité et comporte deux griffes latérales qui sont engagées dans deux rainures découpées chacune dans une des branches de la pince; ces rainures, étant orientées vers l'intérieur, il est aisé de voir que, si on fait remonter la tige au moyen de la poignée métallique, on oblige les deux



LA PINCE (OUVERTE SUR LA GRAVURE DE GAUCHE ET FERMÉE SUR CELLE DE DROITE) PERMET DE SAISIR FORTEMENT N'IMPORTE QUEL OBJET

branches de la pince à s'écarter. Les deux rainures jouent, en somme, le rôle de cames. Une petite pièce rapportée à l'extrémité de la tige en question, guide le mouvement d'écartement et de rapprochement des branches de l'instrument.

Ceci dit, si, après avoir présenté



les deux branches de la pince à cheval sur un bord de l'objet à saisir, vous laissez redescendre la poignée métallique de l'instrument, vous provoquerez le rapprochement des deux branches de la pince. Les éléments de prise et de serrage qui terminent ces branches s'appliqueront alors avec force, grâce à un puissant ressort logé dans la tige creuse de l'instrument, contre les deux faces de la partie saisie. Ce serrage s'accroît du fait que les pastilles en cuir mou dont sont garnis intérieurement les disques de prise, forment ventouses quand elles sont mouillées, à la façon de tire-pavés. Pour faciliter la saisie des objets de toutes formes et, notamment, de ceux qui sont ronds, une branche de la pince porte, à son extrémité, deux éléments de serrage, alors que l'autre branche n'en possède qu'un. De plus, tous les éléments sont articulés et de façon à pouvoir pivoter, les deux éléments de la même branche latéralement et l'élément unique de l'autre branche dans le plan vertical; ces mouvements contrariés contribuent à permettre de saisir fortement les objets de forme irrégulière.



LITRE GARNI DU NOUVEAU
PROTÈGE-NAPPE

Plus de taches de vin sur les nappes.

IL y a bien longtemps que l'on cherche à éviter de répandre le vin sur les nappes, et, partant, à économiser des blanchisages trop fréquents (on sait ce qu'il en coûte aujourd'hui pour blanchir une nappe). Des bouteilles à goulots spéciaux, dits *brise-goutte*, ont été proposées. Comme, cependant, elles coûtaient plus cher que les bouteilles ordinaires, leur succès n'a pas été grand. On a alors imaginé divers dispositifs s'appliquant aux goulots ordinaires; la solution était meilleure, mais le grand public ne fit pas un succès à ces appareils pour des raisons assez bizarres, puisqu'elles semblent avoir été inspirées beaucoup plus par l'inesthétisme des dits dispositifs que par des considérations d'économie ou de critique.

Les chercheurs se remirent donc au travail, car on ne se contente pas, en France, de solutions approchées. La solution idéale est-elle représentée par le protège-nappe que montre notre gravure? Nous ne saurions l'affirmer; pourtant, le public, cette fois, semble ne pas

hésiter à acheter, ce qui prouve que l'objet a au moins le mérite de l'intéresser.

De quoi est-il fait, au juste? Très simplement d'un disque en cuivre nickelé mat, poli ou argenté, dans lequel on emboîte le fond de la bouteille. Des pinces, analogues à celles qui assurent la tenue des globes sur certaines lampes et venues d'une seule pièce avec le disque, font pression sur le pourtour de la bouteille; comme elles s'évasent vers le haut, elles recueillent les gouttes de liquide et évitent ces cercles violacés qui font le désespoir des ménagères. L'ensemble est décoratif, ce qui, chez nous, a son importance. L'objet est également bon marché, autre argument de valeur. Le nouveau protège-nappe fera peut-être que nous ne nous chicanerons plus à table pour endosser ou rejeter la responsabilité des taches de vin.

Les tapis nettoyés chez soi et électriquement.

POURSUIVANT la simplification des travaux domestiques qu'ils ont déjà poussée fort loin, les Américains ont réalisé, depuis peu, une machine électrique à nettoyer les tapis. Cette machine se compose d'un petit chariot portant un récipient contenant une composition savonneuse, et d'un moteur électrique qui imprime à deux brosses douces, en caoutchouc poreux, un mouvement de frottage énergique et extrêmement rapide (cinq cents oscillations par minute). Un aspirateur complète l'appareil; il retire des fibres du tapis la poussière et le savon amalgamés par les brosses; cette aspiration fait également disparaître toute trace d'humidité. A ce propos,

il est bon de faire remarquer que le nettoyage se fait *sans eau* et seulement avec la composition savonneuse en question, laquelle est à base d'huile végétale et ne contient ni produits nocifs ou caustiques, ni graisse animale. Peu de ménagères, malheureusement, pourront, en raison de l'origine amé-



IL SUFFIT DE PROMENER CET APPAREIL SUR
LES TAPIS POUR LES NETTOYER PARFAITEMENT

ricaine de l'appareil — ce qui revient à dire à cause du change — bénéficier des avantages qui comporte son emploi.

V. RUBOR.

DU PROCÉDÉ DE NÉGATION DANS LA "CHRISTIAN SCIENCE"

ON argue contre la « Christian Science » qu'elle nie le témoignage des sens physiques et que, en conséquence, elle n'a pas droit à une considération sérieuse de la part de ceux qui pensent. Puisque ceux-ci admettent cependant que ces mêmes sens décevants sont les seuls instruments qui nous permettent de connaître le mal, sans que, d'autre part, ils puissent voir l'Esprit, quel est le meilleur parti à prendre : accepter leur témoignage ou le mettre en doute ? Lorsque ces sens déclarent que l'homme est malade, lequel est le plus raisonnable : d'admettre leur déclaration ou de la rejeter et, dans ce dernier cas, de faire tout notre possible pour prouver qu'ils sont de faux témoins ? Le fait même de reconnaître que les mortels ont besoin de secours constitue une protestation contre le témoignage des sens et indique le désir de repousser ce témoignage plutôt que de l'accepter. Le pauvre mortel, qui, au dire des sens, souffre, est fort anxieux de se voir prouver que « les choses ne sont pas ce qu'elles paraissent être ».

Il semble bien que celui-là n'agit pas scientifiquement qui, après avoir admis la présence et le pouvoir de la maladie, s'emploie ensuite à prouver que celle-ci est inexistante, autrement dit que le témoignage des sens est changeant et trompeur. Essayer de soulager la misère humaine, c'est tenter consciemment ou inconsciemment de nier le verdict des sens corporels. Le Christian Scientist le fait consciemment, parce qu'il comprend le caractère illusoire de l'évidence sensible et sait qu'il ne peut juger d'après les apparences, mais qu'il doit juger selon la justice, afin de pouvoir s'appuyer sur le Principe divin. Il sait qu'on ne peut discerner matériellement les choses spirituelles. Il ne commet pas la faute de chercher des secours matériels, ce qui le mettrait à la merci de la matière ; mais il se tourne vers l'Esprit infini pour trouver ce secours spirituel qui seul peut annuler le témoignage matériel. Quand tous

les remèdes terrestres ont échoué et qu'il est à même de conquérir la liberté en s'attaquant au témoignage des sens par l'application de la loi de l'Esprit, faut-il pour cela le critiquer et le condamner ? Sans doute, pour certains, nier le témoignage des sens, c'est purement et simplement refuser d'admettre qu'une chaise est une chaise ou qu'un cheval est un cheval, alors que cet objet et cet animal sont visibles à l'œil. Mais il va de soi qu'une telle absurdité ne saurait tromper une personne intelligente. En « Christian Science » négation et annulation sont des termes employés comme synonymes quand on les applique aux sens physiques.

C'est chose courante et quotidienne de nier le témoignage des sens et de repousser les suggestions de ceux-ci. Pourtant, quand la « Christian Science » vient déclarer que la suggestion de la maladie peut, elle aussi, être repoussée avec succès, il ne manque pas de gens pour traiter d'absurde un tel enseignement. Des critiques trop pressés, négligeant d'accorder au sujet l'attention voulue, blâment la « Christian Science » parce que, dans l'analyse qu'elle fait du problème humain, elle traite les conditions dénommées « matière » et « mal » comme des quantités négatives. Une investigation sérieuse et sincère leur révélerait qu'en employant cette méthode, la « Christian Science » ne diffère pas de certaines sciences, telles que les mathématiques et la musique. Il est évident qu'on ne peut établir une science sur une base de contradictions. Tout ce qui paraît s'écarter des lois ou règles fondamentales en mathématiques ou en musique, par exemple, est rejeté comme erreur par le mathématicien ou le musicien. Or, ces erreurs, qui résultent de l'ignorance, disparaissent devant une compréhension plus claire de la Vérité — ce qui prouve bien leur nature illusoire.

La « Christian Science », à cause de son caractère scientifique, exige aussi une règle fixe qui serve de guide à ses adeptes et qui

leur permette de travailler intelligemment à résoudre leurs problèmes. N'a-t-elle pas le même droit et la même raison de distinguer les réalités des non réalités, la vérité de l'erreur, que la science mathématique, si l'on veut, laquelle fait bien la distinction entre la juste et la fausse relation des nombres?

Le seul but bienfaisant d'une science est de tirer les mortels de l'erreur. A cette fin, elle leur enseigne à rejeter tout ce qui va à l'encontre de ses règles. A l'élève musicien, on apprend à ne pas accepter une note fausse pour une juste, encore que celle-là ne frappe pas moins distinctement l'oreille que celle-ci. La « Christian Science » distingue entre le bien et le mal, entre la spiritualité et la matérialité comme entre le vrai et le faux dans l'expérience humaine ; mais elle ne nie pas que les conditions matérielles et mauvaises paraissent réelles au sens mortel. Toutefois, elle n'accepte pas les apparences pour la réalité ; si elle le faisait, elle ne serait pas une science.

En « Christian Science », le Principe de tout être réel est : l'Esprit, le Bien, l'Amour infinis. En conséquence, comment pourrait-elle tenir pour réelles des conditions qui, par leur nature et leur influence, seraient contraires à ce Principe, et quelle autre alternative a-t-elle que de déclarer ces conditions des erreurs et de les répudier comme telles?

Les Christian Scientists nient la réalité du mal et des conditions discordantes, parce que ces choses n'ont pas place dans la compréhension spirituelle de l'être et non pas parce qu'ils ont dès maintenant éliminé ces erreurs de leur propre conscience. Ils ont au moins appris ceci, qu'il faut connaître la vérité sur le mal pour se libérer du mal, et c'est pourquoi ils le déclarent être un mensonge. Ils n'espèrent pas le faire disparaître simplement parce qu'ils le nient, mais parce qu'ils comprennent qu'il est faux, du point de vue divin.

Donc, cette pratique qui consiste à nier ou répudier des réalités apparentes n'est pas particulière aux Christian Scientists. Tout homme l'utilise plus ou moins. Il peut arriver qu'un mensonge se répande et trouve à ce point crédit qu'il arrive à compromettre le bonheur de plusieurs personnes et à troubler la paix de leur foyer. Or, uniquement parce que les terribles conséquences de ce mensonge paraissent si réelles, il serait donc absurde que quelqu'un qui aurait appris la vérité niât ce mensonge ! Ce quelqu'un, même si on ne l'en croyait pas généralement

et s'il ne pouvait espérer remettre les choses en place d'un seul coup, n'aurait-il pas raison de persister dans ses dénégations, malgré toutes les apparences contraires, sachant comme il le sait que la cause de tous ces troubles est un mensonge ? Si l'on nie des mensonges, ce n'est pas parce que personne n'y croit, mais, au contraire, parce que ceux qui ignorent la vérité ajoutent foi aux erreurs, si bien que celles-ci font du mal, résultat que la connaissance de la vérité éviterait. C'est ainsi que la « Christian Science » nie le mal, parce qu'on y croit alors qu'on ne devrait pas y croire.

Admettre le mal conduit à le connaître, tandis que le nier logiquement, en se basant sur l'infinité du Bien, c'est commencer de l'ignorer. Pour sortir des conditions dans lesquelles les a plongés une conception erronée, il faut que les mortels commencent par se détromper ; autrement dit, il faut qu'ils cessent d'abord de croire en ce qui les a trompés. Un tel procédé est scientifique, parce qu'il consiste à appliquer une règle basée sur un Principe immuable et qu'il a pour but d'acquiescer une connaissance parfaite de la Vérité, but suprême de toute science.

Les Christian Scientists nient la réalité des maux physiques, aussi bien que des misères morales, non pas parce que ces maux ne leur paraissent pas aussi réels à eux qu'aux autres, mais parce que le seul moyen d'en sortir est de comprendre leur non réalité ; et ce n'est, au surplus, que parce qu'ils sont irréels qu'on peut les éliminer. Les Christian Scientists nient la réalité du Mal parce que, admettant l'infinité du Bien, ils n'ont plus logiquement aucune raison de croire au Mal.

Rien n'existe en dehors de l'Esprit infini et parfait et de sa création : c'est là une règle de la « Christian Science » par l'application de laquelle ses disciples guérissent les maladies physiques et morales. Si semblables résultats ne suivaient pas ces négations scientifiques, les critiques de la « Christian Science » seraient véritablement fondés dans leurs objections. Mais comment peuvent-ils raisonnablement poursuivre celles-ci en présence des preuves sans cesse accumulées qui suivent l'application de la « Christian Science » ? Et, en fin de compte, que pèsent ces objections devant la délivrance de milliers d'hommes arrachés aux maux les plus cruels par cette méthode même que la sagesse du monde essaie parfois de tourner en dérision ?

Traduit du « Christian Science Journal » Articles de Cl. Chadwick et S. Greenwood.

LUNETTERIE MÉDICALE EN VERRE ARMÉ

On sait que le verre Triplex est formé de deux glaces collées par un procédé spécial de part et d'autre d'un support en matière plastique et transparente. Le pourtour de l'élément de verre Triplex doit être enduit d'un ciment imperméable qui protège ce support transparent de l'humidité atmosphérique.

Si le verre Triplex subit un choc, les deux glaces peuvent se fractionner, mais les éclats restent collés au support et le verre, loin d'être dangereux, constitue au contraire un bouclier.

Les glaces Triplex sont d'un usage courant dans la carrosserie automobile ; on fait également des lunettes de chauffeurs avec cette matière. Ces applications se sont étendues, pendant la guerre, aux pare-brise pour avions et aux hublots pour chars d'assaut, mais, jusqu'à ce jour, on n'avait pas réussi, en France, à tailler des surfaces courbes en verre armé.

La Société « Optique et Précision de Levallois », en collaborant avec la Société du Verre Triplex, est parvenue à mettre au point la fabrication de verres sphériques pour myopes et presbytes, de verres cylindriques pour astigmatismes — et les lunettes ainsi construites sont aussi limpides, aussi parfaites que si elles étaient taillées dans un seul morceau de verre.

La fabrication d'optique médicale en verre Triplex est délicate : la taille des verres nécessite des opérations dont certaines se font à chaud ; or, une température trop élevée peut altérer le collage du verre Triplex. D'autre part, on conçoit aisément que les deux lames de verre et leur support soient, dans leur ensemble, d'un poids

plus grand que la simple lentille habituelle.

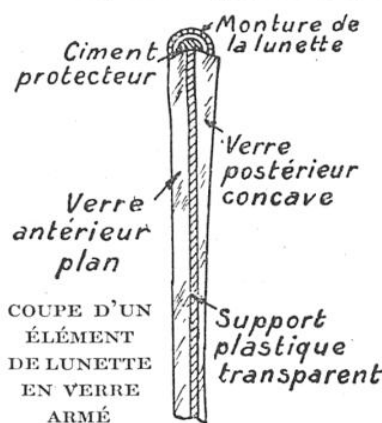
Ces difficultés ont été vaincues : d'une part, les températures ont pu être maintenues assez basses pendant la fabrication pour éviter tout décollement ; d'autre part, les trois éléments constitutifs de la lentille ont été affinés à l'extrême ; ainsi les lunettes de myope que nous avons eues entre les mains sont tellement semblables aux meilleurs échantillons de l'optique habituelle qu'il nous a fallu les briser ou du moins

essayer de les briser pour nous rendre compte qu'elles n'étaient pas formées d'un seul verre.

Les binocles et monocles ainsi constitués rendront de grands services à tous ceux qui doivent employer des verres concaves dans les sports de plein air : automobilistes, aviateurs, chasseurs, cavaliers, joueurs de golf ou de tennis. Même le simple promeneur atteint de myopie et qui laisse tomber son pince-nez ne se trouvera plus tout d'un coup un infirme :

les glaces Triplex, en effet, peuvent subir sans se casser un choc assez fort ; sous un choc violent correspondant à un accident grave, les verres sont fendus : aucun éclat ne se détache et le binocle ou les lunettes sont encore utilisables.

On peut entrevoir de multiples applications de la lunetterie médicale en verre armé : nombreux, en effet, sont les métiers où le port d'un binocle peut devenir dangereux ; c'est donc un véritable service que la Société « Optique et Précision de Levallois » vient de rendre à tous les myopes, presbytes ou astigmatismes, qui pourront désormais vaquer sans inquiétude à leurs occupations habituelles.



Omnia
Rédacteur en Chef : BAUDRY DE SAUNIER

LA REVUE AUTOMOBILE
française la mieux faite, la plus luxueuse et la mieux documentée, publie les comptes rendus illustrés
DES SALONS AUTOMOBILES
DE LONDRES ET DE BRUXELLES

Le Gérant : Lucien Jossz.

Paris. — Imp. HÉMERY, 18, rue d'Enghien.

Laurent COUFFINHAL *S^tETIENNE*
(Loire)
FOURNISSEUR DE LA MARINE DE LA GUERRE DES CHEMINS DE FER &

UNIS-FRANCE

FORCE PORTANTE 2.000 KILOGS

PALAN-BLOC ÉLECTRIQUE DE 2000 KILOGS AVEC CHARIOT MONORAIL

PORTANT ÉLECTRO-AIMANT type 2M à DOIGTS MAGNÉTIQUES MOBILES

MANUTENTION DE RIBLONS PAR ÉLECTRO-AIMANT type 5 P CIRCULAIRE A SURFACE D'ADHÉRENCE PLANE

FORCE PORTANTE 13.500 KILOGS

MANUTENTION DE TOURNURES PAR ÉLECTRO-AIMANT type 6P CIRCULAIRE A SURFACE D'ADHÉRENCE PLANE

FORCE PORTANTE 20.000 KILOGS

Des références de tout premier ordre sont à la disposition de nos clients

DEMANDEZ CATALOGUE **D**

PONTS ROULANTS, GRUES, VENTILATEURS, ÉLECTRO-AIMANTS DE LEVAGE, CABESTANS, TREUILS, etc.

PUBLICITE HONORE, LYON

JUMELLES LEMAIRE

BAILLE-LEMAIRE & FILS, Constructeurs, 26, Rue Oberkampf - PARIS (XI^e)

Téléphone :
Roquette 30-21

USINES A CROSNES (S.-et-O.)

Adr. télégr. :
Baillemair-Paris

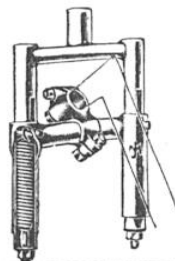
*Jumelles en tous Genres,
réunissant :*

**Clarté
Élégance
Puissance**

Fournisseur
du Ministère
de la
Guerre.

Premières
récompenses
à toutes les
Expositions.

Les Amortisseurs J.M.



pour
MOTOS et VÉLOS
font une piste
des plus mauvaises routes

EN VENTE PARTOUT

Catalogue J.M. : 3, boul. de la Seine
Neuilly-sur-Seine

LE BRÛLE-POUSSIER

G. MARICHAL, Bté S. G. D. G. France et Etranger, Déposé



UTILISE TOUS LES DÉCHETS
DE CHARBON ET POUSSIERS

L'ARRÊT DE PORTE

"THE WONDER" Bté S. G. D. G. France et Etranger

L'INSTALLATION COMPLÈTE, transportable
Indispensable pour Voyages, Hôtel, etc...

SONT LIVRABLES A LA COMMANDE

EN VENTE PARTOUT

L. DÉCOTÉ, Agent général

6, rue Chambertin, Paris (XII^e)



MACHINES A ÉCRIRE

NEUVES ET D'OCCASION

Toutes Marques, Réparations garanties.
Reconstructions et Transformations

A. JAMET, Mécanicien - Spécialiste
7, Rue Meslay - PARIS-3^e (République)

Téléphone : Archives 16-08

Toutes fournitures et agencements de Bureaux
AVERTISSEUR NAVARRE

M^{on} LECŒUR ÉTABLISSEMENTS

H. MORIQUAND

141, rue Broca, Paris (13^e arr.) - Tél. Gob. 04-49

MAISONS DÉMONTABLES



bois ignifugé, trans-
port et démontage
faciles, montage en
2 jours avec 5 hommes.

TYPE LECŒUR,

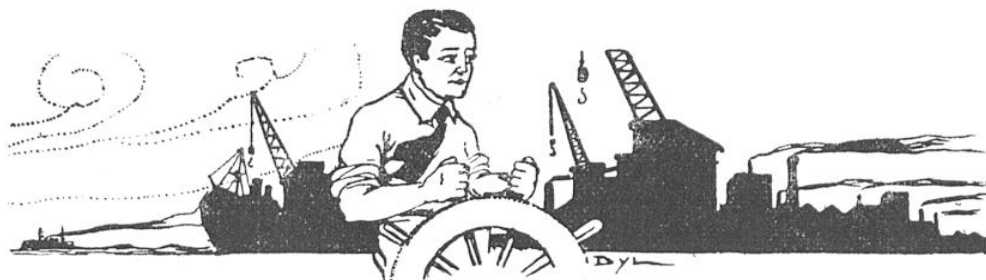
Toutes autres cons-
tructions : usines,

hangars, pavillons,

bureaux, écoles, hôpitaux, installations de bouti-
ques, magasins, décorations d'intérieurs, etc.

ÉTUDES ET PROJETS SUR DEMANDE

ALBUM FRANCO



Pour réussir dans la vie il faut savoir diriger sa barque

PARENTS qui recherchez une carrière pour vos enfants,
ÉTUDIANTS qui rêvez à l'École d'un avenir fécond,
ARTISANS qui désirez diriger une usine, un chantier,
VOUS TOUS qui voulez vous faire un sort meilleur,

écrivez immédiatement à

L'ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL

FONDÉE ET ADMINISTRÉE PAR DES INDUSTRIELS
 DIRIGÉE PAR DES INGÉNIEURS

où plus de CENT SPÉCIALISTES sont à votre disposition pour vous éclairer de leur expérience

ÉCRIVEZ ou VENEZ et l'on répondra GRATUITEMENT
à toutes vos questions. En outre, chaque personne se recommandant de La
Science et la Vie recevra gratuitement une jolie brochure sur toutes les carrières

RÉFÉRENCES DEPUIS 15 ANNÉES

L'École a fait imprimer 300 ouvrages différents ; 150.000 élèves ont suivi
 des COURS SUR PLACE ou PAR CORRESPONDANCE ; 75 % des
 élèves présentés aux examens ont été reçus ; plus de 10.000 ont été placés.
 Personnel enseignant, 200 professeurs spécialistes.

ÊTRE TITULAIRE D'UN DIPLOME de L'ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL

Contremaître, Conducteur, Sous-Ingénieur ou Ingénieur dans une branche quel-
 conque de l'Industrie, de la Marine, des Chemins de fer, de l'Agriculture, etc.,
c'est posséder un talisman qui vous ouvrira toutes les portes.

DIFFÉRENTES SECTIONS DE L'ÉCOLE :

Mécanique - Électricité - T.S.F. - Marine - Chemins de fer - Administrations
 Commerce - Armée - Grandes Écoles - Baccalauréat

PROGRAMME N° 10 GRATUIT SUR DEMANDE

Directeur : M. J. V. GALOPIN, 152, Avenue de Wagram - PARIS

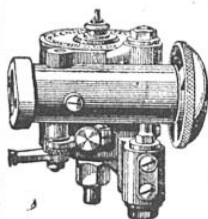
Votre voiture consomme trop d'essence si elle n'est pas munie d'un Carburateur ZÉNITH

LA PREUVE :

Une conduite intérieure de 2.415 kgs, 95×140 munie d'un CARBURATEUR ZÉNITH a consommé **8 litres 4 aux 100 km.**

Une voiturette "Peugeot", 2 places, munie d'un CARBURATEUR ZÉNITH a consommé **3 litres 16 aux 100 km.**

Le Carburateur ZÉNITH équipait d'ailleurs les voitures qui ont gagné le concours de distance, le concours de rendement et l'épreuve d'accélération



Sté du Carburateur ZÉNITH

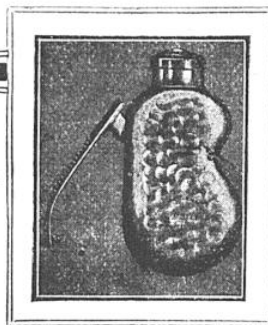
Siège social et Usines :
51, ch^{te} Feuillat - LYON
M^{re} à Paris, 15, r. du Débarcadère

Usines et Succursales :
Paris - Lyon - Londres - Milan
Detroit - New York - Chicago -
Bruxelles - Genève

En vente dès maintenant

LAMPE PERPÉTUELLE

SYSTÈME "LUZY" BREVETÉ S. G. D. G.



Lampe de poche
sans pile
ni accumulateur.

Fonctionnant
au moyen
d'une magnéto.

INUSABLE - INDISPENSABLE A TOUS

Cie Gle DES LAMPES ÉLECTRO-MÉCANIQUES
86, Rue de Miromesnil, 86 - PARIS
Téléphone : Wagram 88-57

Pour tout ce qui concerne la Photographie



MAGASIN
MODERNE DE
PHOTOGRAPHIE
21, Rue des Pyramides, 21
PARIS-OPÉRA

APPAREILS DE TOUTES MARQUES
vendus avec bulletin de garantie à partir de 500 francs

PRODUITS & ACCESSOIRES
DÉVELOPPEMENTS - TIRAGES DE LUXE - AGRANDISSEMENTS

Demandez notre Album adressé contre 1.50

NOUVEAU MANUEL RATIONNEL DE
L'AMATEUR PHOTOGRAPHE

Par L.-P. CLERC (3 planches hors texte)

Prix : 3 fr. 50 - franco 3 fr. 95

PHOTOS DE GUERRE

TOUS les FRONTS - DESTRUCTIONS
Monuments Publics - Églises, etc.
Champs de Bataille - Aviation - Tanks

Vues de projection..... 8 1/2×10 / Catalogue spécial "AS"
Stéréoscopie..... 45×107 - 6×13 / franco
Tirages papier..... 9×12 - 13×18)

PLUMES MÉTALLIQUES
ENCRES
GOMMES
CIRES à CACHER
PORTE-PLUME - RÉSERVOIR



MALLAT

53, Bd de Strasbourg - PARIS

USINE : 60, rue Claude-Vellefaux



POUR DEVENIR PARFAIT PIANISTE

**COURS
SINAT**
Par Correspondance

Agréable, facile à suivre. Supprime l'étude mécanique. Économise les trois quarts du temps d'étude. Donne son splendide, virtuosité, sûreté de jeu. Enseigne ce que les leçons orales n'enseignent jamais. Rend facile tout ce qui semblait difficile.

COURS SINAT D'HARMONIE (très recommandé)
pour composer, accompagner, improviser, analyser.
EXPLIQUE TOUT, FAIT TOUT COMPRENDRE
Cours tous degrés : Violon, Solfège, Chant, Mandoline

Demandez très intéressant programme gratuit et franco
SINAT, Bureau H, 1, rue Jean-Bologne, Paris-16°

T.S.F. Lecture au Son
Merveilleuse Trouvaille

L'ingénieuse Méthode
"Mémoire Instantanée"
réduit à quelques heures seulement le
travail de plusieurs mois

Résultats Incroyables
Méthode complète, franco... Frs 2.50

WEBER, 22, Rue d'Athènes - PARIS
éditeur



VIROTYPE

MACHINE A ÉCRIRE FRANÇAISE

30, rue RICHELIEU
PARIS
Téléph. Gut. 10.76

Monsieur,

Nous sommes à votre disposition pour
vous faire parvenir notre notice franco
qui vous donnera tous les détails sur
l'utilisation de nos machines.

PRIX depuis 75 FRANCS.

Reproduction
garantie exacte
de l'écriture à la Machine
VIROTYPE

POUR OBTENIR UN
**BREVET
SÉRIEUX**

Adressez-vous à :
C.C. WINTHER-HANSEN
35, RUE DE LA LUNE, PARIS
INGÉNIEUR CONSEIL EN MATIÈRE DE
PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE DEPUIS 1888
ADR. TÉLÉGR. BREVÉTHANS - PARIS
Brochures gratis



Jeunes Gens Classes 21-22

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 de 10 à 12 cent. en 3 mois.

Brochure gratis contre timbres.

WEHRHEIM, Le Tréport (Var)

LAMPES SANS PILE, SANS BATTERIE

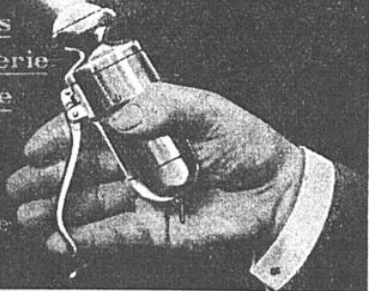
Eclairage
Electro-Automate

Lampes de Vélo

Lampes de
Garde

Lampes
Sans batterie
Sans pile

Unique
Merveilleux
Indispensable



Lampes de Poche
Lampes de Garde
Lampes de Vélo

Société Anonyme ELECTRO-AUTOMATE
A LA CHAUX-DE-FONDS (SUISSE)

CONCESSIONNAIRES-DÉPOSITAIRES
pour France et Colonies, Portugal, Brésil et
République Argentine

PAUL TESSIER & C^{ie}
OFFICE TRANSCONTINENTAL

22, rue Vignon, 22 - Paris (9^e)
Téléph.: Louvre 01-88 - Télégr.: Offvignon-Paris

Se trouve dans toutes
les bonnes maisons
de produits et de
matériels horticoles
et agricoles.

Demandez la notice B

“L'HORTICOLE”

Petite charrue perfectionnée, à bras et à traction animale, retourne jardins et petites cultures aussi bien que la bêche, beaucoup plus rapidement et avec moins de fatigue, transformable en butteuse à volonté.

OUTILLAGES MÉCANIQUES POUR L'HORTICULTURE
LIVRABLES DE SUITE



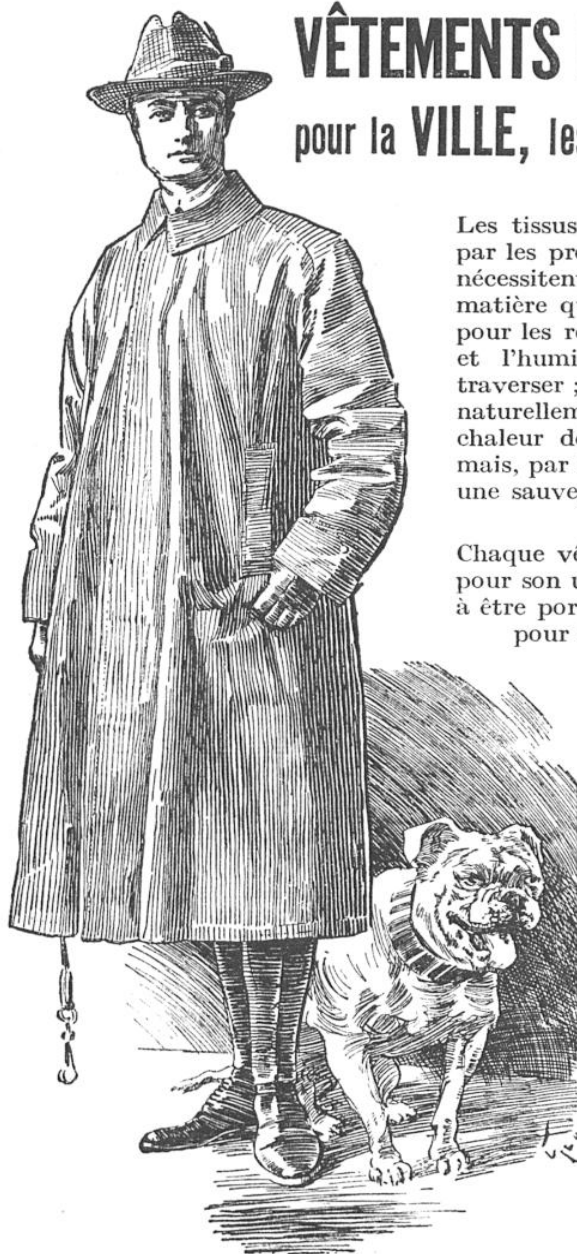
GUENNETEAU, 40, Fg Saint-Martin, Paris

Téléphone : Nord 77-03

BURBERRYS

PARIS - 8 & 10, Boulevard Malesherbes - PARIS

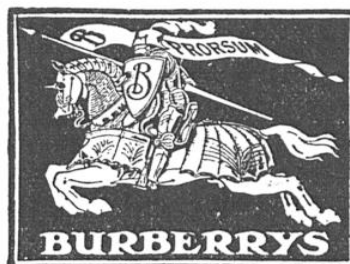
VÊTEMENTS IMPERMÉABILISÉS pour la VILLE, les SPORTS, le VOYAGE



Les tissus BURBERRYS, imperméabilisés par les procédés exclusifs Burberrys, qui ne nécessitent pas de caoutchouc ou autre matière qui obstrue la pénétration de l'air pour les rendre effectifs, empêchent la pluie et l'humidité sous toutes ses formes de traverser ; extrêmement légers et s'aérant naturellement ils n'occasionnent pas une chaleur désagréable par les temps lourds, mais, par la densité de leur tissage, ils sont une sauvegarde impénétrable contre le vent et le froid.

Chaque vêtement est spécialement dessiné pour son usage particulier, qu'il soit destiné à être porté à la VILLE, à la CAMPAGNE, pour les SPORTS ou le VOYAGE.

*Tout véritable vêtement
BURBERRYS*



porte cette étiquette

*Catalogue et Échantillons
franco sur demande*

*La serrure de sûreté R.V.
est inérochetable !*

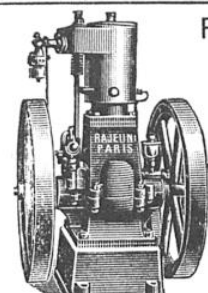


**SERRURES MECANQUES
R.V.**

GAGET SIMART FABRICANT
6 rue du Centre - LA GARENNE (M.)

SPECIALS POUR LE BATIMENT

Tiro



**FORCE MOTRICE
PARTOUT**
Simplement
Instantanément
TOUJOURS
PAR LES
**MOTEURS
RAJEUNI**
119, r. St-Maur, Paris
Catalogue N° 182
(Renseignements sur demande)

Téléph. : 923-82 — Télég. : RAJEUNI-PARIS

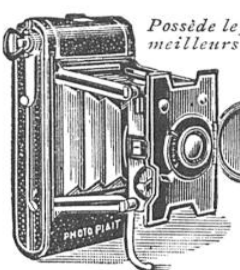
**GRAND PRIX DE LA SARTHE
(MOTOCYCLETTE)**

AVEC
BOUGIE



OLEO

PHOTO-PLAIT
37, 39, Rue La Fayette - PARIS-OPÉRA



*Possède le plus grand choix, vend les
meilleurs et aussi les moins chers.*

EN STOCK :
Anso - Novac -
Kodak - Noxa -
Gaumont - Mono-
blocs - Stereo-
Panoramique Le-
roy - Ontoscopes
Platoscopes - Noviscopes
etc., etc.

**Glyphoscopes - Véras-
copes Richard - Taxiphotes - Lanternes d'agran-
dissement et de Projection - Cinéma de Salon.**

**Seul fabricant et Vendeur des
PLAQUES NÉGATIVES PHOTO-PLAIT**
Les meilleures et aussi les moins chères.

6½×9	9×12	13×18	45×107	6×13
3.85	6.95	12.45	5. »	5.40

La douzaine.

CATALOGUE GÉNÉRAL gratis et franco sur demande

LE FRIGORIGÈNE A-S

MACHINE ROTATIVE À GLACE & À FROID
BREVETS AUDIFFREN & SINGRÛN

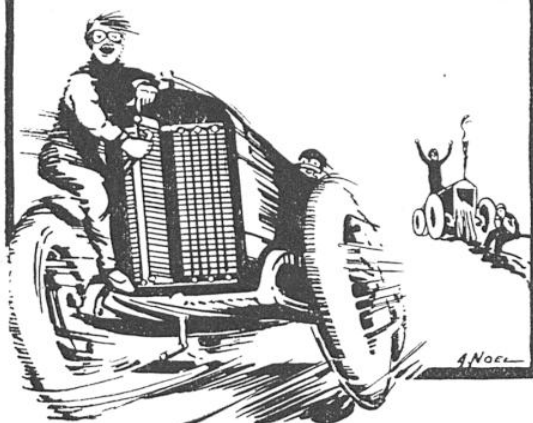
TOUTES APPLICATIONS INDUSTRIELLES & DOMESTIQUES

SÉCURITÉ ABSOLUE *Les plus hautes Récompenses
Nombreuses Références* **GRANDE ÉCONOMIE**

SOCIÉTÉ D'APPLICATIONS FRIGORIFIQUES - 92, Rue de la Victoire, PARIS - Catalogue & Devis gratis s. demande

RADIATEUR AVIOS

Syst. Chardard



Éléments amovibles et interchangeables permettant la réparation instantanée de toute fuite sans perdre d'eau

S'adapte à toute marque.
Ne chauffe jamais

STOCK
pour voitures **Ford**

82, Boul. GALLIENI - ISSY-LES MOULINEAUX - Téléph. : Saxe 42-73

Publicité A. NOËL

COMPRESSEURS D'AIR

PRESSIONS

BASSE jusqu'à 20 kg par cm² pour.....

MOYENNE de 20 à 100 kg par cm² pour..

HAUTE de 100 à 500 kg par cm² pour

Peinture
Brasserie
Sablage
Outillage pneumatique, etc.
Lancement de moteurs
Essais de récipients
Charge de bouteilles, etc.
Charge de bouteilles à air
Charge de torpilles
Appareils frigorifiques
Synthèse des gaz, etc., etc.

*Récipients et Bouteilles à air comprimé
toutes dimensions, toutes pressions
Mano-détendeurs - Accessoires*

LUCHARD & C^{ie}, Ing^r-Const^r, 20, Rue Pergolèse, PARIS

Téléphone : Passy 50-73

INDUSTRIELS

Regardez les **MAINS** de votre Personnel
SI elles ne font qu'une besogne **MACHINALE**

Demandez à

"La MAIN d'Œuvre Mécanique"

LA MACHINE POUR CE TRAVAIL
(Si elle n'existe pas on la fera exprès)

VOUS AUREZ UN GROS BÉNÉFICE...

Rue de Bagneux, 103, Montrouge (Seine)

ASSUREZ - VOUS GRATUITEMENT

Tout Lecteur d'EXCELSIOR

qui s'abonne ou renouvelle son abonnement pour un an est désormais assuré contre les accidents, si fréquents aujourd'hui, causés par un moyen quelconque de locomotion ou de transport.

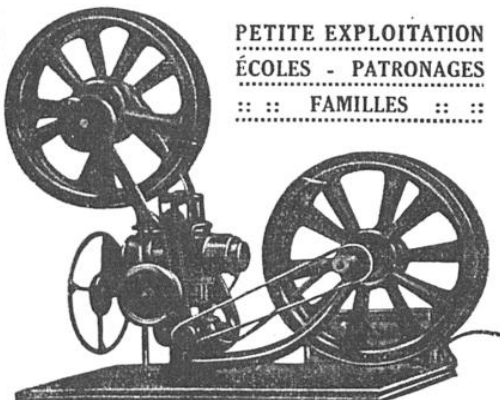
CAPITAL DE 5.000 FRANCS garanti en cas de mort ou variant suivant la gravité des conséquences de l'accident. **IL PEUT**, s'il le préfère, assurer un domestique et couvrir sa responsabilité civile avec garanties équivalentes.

Tous frais d'assurance à la charge d'EXCELSIOR, qui enverra détails sur demande adressée : 20, Rue d'Enghien, Paris (10°)

CINÉMA-ÉDUCATEUR

NOUVEAUTÉ SENSATIONNELLE

3x3 mètres d'écran avec 2 ampères
Auto-Dévolteur Breveté S. G. D. G.



PETITE EXPLOITATION
ÉCOLES - PATRONAGES
:: FAMILLES ::

E. MOLLIÉ & Co, Constructeurs
Agents exclusifs pour le monde entier

Établissements PAUL BURGI
42, Rue d'Enghien, Paris - Tél. Bergère 47-48
MÉDAILLE D'OR Exposit. Internationale d'Amsterdam 1920

La Seule Maison de Tailleurs



Anglais à qui ont été décernées
4 Médailles d'Or.

A CHÉTEZ vos VÊTEMENTS
SUR MESURE chez

CURZON BROTHERS Ltd

maison bien établie et bien connue.

IL N'Y A AUCUN RISQUE

Tous nos complets sont livrés à domicile franco de port et de douane.

Complets et Pardessus sur Mesure

Francs : 173, 201, 229, etc.

Echantillons sur demande -:- Expéditions rapides

CURZON BROTHERS Ltd

(Dép. 217), 60-62 City Road, LONDRES, Angleterre

ENVOIS CONTRE REMBOURSEMENT

Costumes Tailleurs pour Dames, sur mesure.
Echantillons gratuits.

THÉ DE L'ÉLÉPHANT

P. L. DIGONNET & Co Importateurs
25, Rue Curial, MARSEILLE



REMPLACEZ vos PILES

de SONNERIE par le **FERRIX**
qui utilise le courant de lumière alternatif
sans jamais s'user

125.000 appareils en service. Not. fco c. timbre.
LEFEBURE, ing. 38, Bd St-Michel (entresol) Paris.

CORDERIES DE LA SEINE

Le Havre Télégramme : CORDECODET-HAVRE

*Cordages en Manille et
en Chanvre.*

*Câbles en Fils d'Acier à
haute résistance,*

*de tous diamètres, de toutes lon-
gueurs et de toutes compositions,
employés dans la Marine, les Tra-
vaux Publics, les Mines et l'In-
dustrie.*

Cordes, Ficelles et Fils.

SPÉCIALITÉS

CABLES MIXTES perfectionnés.

CABLES de LEVAGE ANTI-
GIRATOIRES, à torons
plats ou triangulaires.

CABLES de CABESTANS

CABLES de TRANSMISSION,
tressés à section carrée ou
triangulaire.

CABLES de LABOURAGE

FICELLE pour
MOISSONNEUSE-LIEUSE

**L'Architecture
Française**



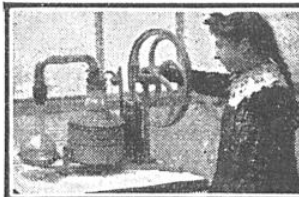
**CONSORTIUM
D'ARCHITECTES**

Diplômés par le Gouvernement

Ayant construit les usi-
nes BLÉRIOT, DARRACQ,
CLÉMENT-BAYARD, Ate-
liers Mécanique du VAL
d'OR et autres Usines
importantes en Province

TÉLÉPHONE :
Trudaine 63-43

14, rue Rodier, Paris-9^e



**Machine à Glace
"RAPIDE"**

Glace en 1 minute
sous tous climats
à la campagne
aux colonies, etc.

INSTALLATIONS
FRIGORIFIQUES

GLACIÈRES POUR LABORATOIRES
MODÈLES SPÉCIAUX POUR BASSES TEMPÉRATURES

OMNIUM FRIGORIFIQUE

23, Boulevard de Sébastopol, Paris-1^{er}
Téléph. : Central 28-50 — Notices sur demande.

Machines à Écrire

**Remington
Underwood
Royal**

Réparations
par Spécialistes

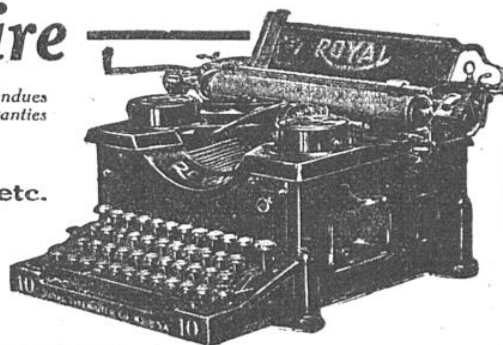
Smith et Bros

Corona, etc., etc.

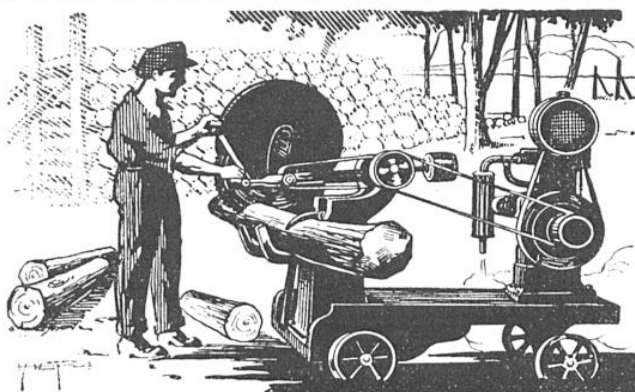
LOCATION MENSUELLE et ANNUELLE

Centralisations des Grandes Marques de Machines à Écrire
94, r. Lafayette, Paris - Tél. : Berg. 50-68 - Catal. franco

Vendues
avec garanties



ENVELOPPES VITRIFIÉES ACCEPTÉES DANS TOUS LES PAYS SE FAIT EN TOUS LES FORMATS		
ETIQUETTES D'ENVOI POUR EXPÉDITIONS	PAUL DUBUIS FABRICANT-SPECIALISTE ROANNE (LOIRE) CARNET-ECHANTILLONS AVEC IMPRESSION SUR DEMANDE	SACHETS POUR ECHANTILLONS CATALOGUES ETC.,
ENVELOPPES ORDINAIRES ENVELOPPES CHARGEMENTS		



CETTE MACHINE
VOUS EST INDISPEN-
SABLE POUR CONJURER
la CRISE du CHARBON

*Avec une puissance
insignifiante, sans
fatigue, rapidement*

La MOTO-SCIE J.-M. GLOPPE

**COUPERA VOTRE BOIS : Pour le Chauffage domes-
tique. - Pour vos Chaudières. - Pour la Cuisine.**

Elle peut être actionnée indifféremment par moteur à essence,
moteur électrique ou force motrice quelconque de 3 HP

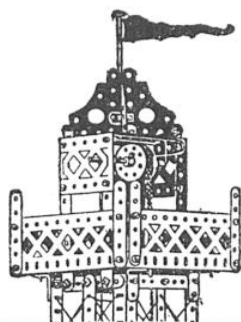


RENSEIGNEMENTS
et PRIX-COURANTS à **J.-M. GLOPPE** INGENIEUR-
CONSTRUCTEUR

66-68, Avenue Félix-Faure - LYON

Téléphone : Vaudrey 16.31, 16.32, 16.33 - Télégramme : Jemaglop-Lyon

MECCANO



RIEN AU-DESSUS de MECCANO !

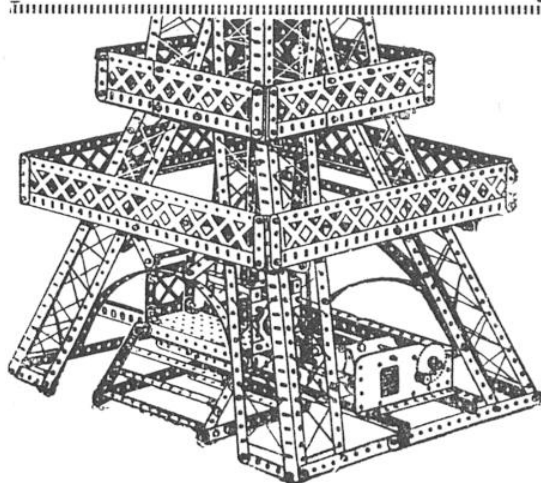
J'adore construire des modèles MECCANO aux fines arêtes d'acier étincelant. Mon Manuel d'Instructions m'en indique des centaines : grues, tours, ascenseurs, métiers, autos, aëros, etc...

N'exige aucune étude préalable. Chaque boîte contient tout le nécessaire. Rien autre à acheter. Le plus inexpérimenté peut commencer tout de suite.



CADEAU IDÉAL !
En vente partout à partir de 15 fr.

Envoyez-nous vos nom et adresse et ceux de trois camarades et demandez-nous, gratis sous le n° 19, renseignements sur MECCANO et GRAND CONCOURS PRIMÉ de 6.000 francs.



MECCANO, 5, r. Ambroise-Thomas, Paris, 9^e



*Avec l'aisance
souple du
Cygne*

LE
**PORTE-PLUME
RÉSERVOIR
SWAN**

*glisse
sur le
papier.*



*En Vente dans toutes
les Papeteries*

Vous qui portez binocle vos yeux sont en danger

Qu'une balle de tennis, un branchage, frappent votre binocle, vos lunettes, et les éclats de verre vous blessent cruellement. Vous assurez la sécurité de vos yeux avec

les verres armés "Triplex"

Aucun éclat ne s'en détache lorsqu'ils subissent un choc violent et se fendent. Vous pouvez les utiliser ainsi jusqu'à réparation.

Les verres armés "Triplex"

sont aussi limpides que les autres. Ils se font pour myopes, presbytes et astigmatés, selon les formules ordonnées. Vous exigerez de votre opticien qu'il les monte sur votre pince-nez.

OPTIQUE et PRÉCISION DE LEVALLOIS

86 rue Chaptal, Levallois-Perret (Seine) - Tél. : Wag. 50-27

**La Revue
Pratique de
l'Automobile !.....**

Omnia

Rédacteur en Chef : BAUDRY DE SAUNIER

**A été la seule Revue française qui a exposé au
14^{me} Salon de Bruxelles (Décembre 1920).**

Son succès a été si considérable, que le tirage du numéro exceptionnel édité à cette occasion a été épuisé en quelques jours.

☞ Cette livraison de haut luxe, renfermant 120 pages en couleurs et en noir, ne sera donc désormais fournie qu'aux nouveaux abonnés pour lesquels une réserve de 1.200 a été constituée avant le 10 Décembre 1920.



*Les Meilleures
Machines
Les Meilleurs
Prix !...*

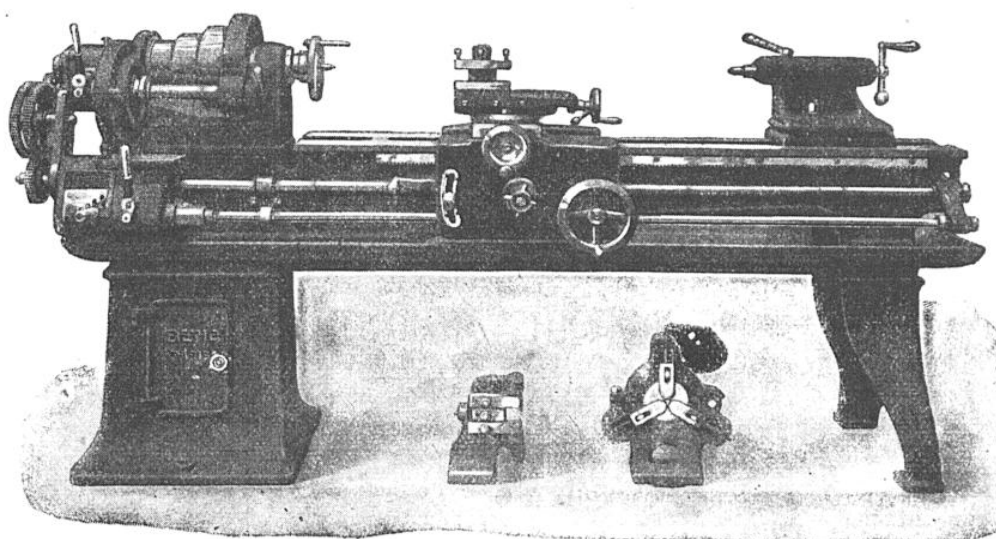
Tour Parallèle BETIC

FABRICATION FRANÇAISE

Un seul Type

HAUTEUR DE POINTES 200 m/m
LONGUEUR entre POINTES 1300 m/m

*Banc rompu - Vis et Barre de chariotage -
Boîtes de vitesses - Transversal automatique
Tourelle carrée : Quatre outils
Broche percée 32 m/m*



NE CHERCHEZ
pas ailleurs, vous
n'aurez ni mieux ni
meilleur marché.

MACHINES-OUTILS ET OUTILLAGE BETIC

Paul COURTIAL - 17, Rue de Châteaudun - PARIS (IX^e)

Métro : Le Peletier -:- Nord-Sud : N.-D. de Lorette

Téléphone : Trudaine 64-55 Télégr. : BETIC-PARIS

VOTRE PUBLICITÉ
ne sera d'un
BON RENDEMENT
que si elle est
BIEN FAITE

CONFIEZ - LA
À L'OFFICE TECHNIQUE DE PUBLICITÉ
qui en obtiendra le meilleur rendement
en vous faisant réaliser une importante économie
Admin^r Délégué : LEVY Ingénieur des Arts et Man^{res} (1909)

PUBLICITÉ
SOUS TOUTES SES FORMES

PÉRIODIQUES - QUOTIDIENS - AFFICHAGE - MAQUETTES - DESSINS
PHOTOGRAPHIES - CATALOGUES - DIRECTION DE BUDGETS - DEVIS, ETC.

Office technique de Publicité : 21 R. S^t Guillaume, PARIS. 7^e
Tél. FLEURUS 17-09

MEUBLES de BUREAUX
STOCK CONSIDÉRABLE

BUREAUX
AMÉRICAINS :: FRANÇAIS

Bibliothèques à 2, 3 ou 4 portes - Tables - Bureaux Ministre - Bureaux dactylo -
Classeurs en tous genres et de toutes grandeurs - Fauteuils cuir - Fauteuils tournants
et basculants - Chaises en bois courbé - Prix de Fabrique - Livraison immédiate

INSTALLATIONS COMPLÈTES DE TOUS BUREAUX

DEVIS SUR DEMANDE

Etablissements JANIAUD JEUNE, 61-63, Rue Rochechouart

Tél. : Gut. 31-09 - FOURNISSEURS DE TOUTES les GRANDES ADMINISTRATIONS - Tél. : Gut. 31-09

POUR LES RÉGIONS DÉTRUITES



**MÉTAL
REX**

PROPRIÉTAIRES,
INDUSTRIELS, ARCHITECTES, ENTREPRENEURS

ne construisez plus !!!

n'installez plus de conduites d'eau sous pression
NI AU SOUS-SOL - NI DANS LES APPARTEMENTS
sans employer les tuyaux de
MÉTAL REX

MAXIMUM DE RÉSISTANCE A LA PRESSION		MINIMUM DE RISQUE D'INTOXICATION
---	---	--

LE MÉTAL REX

Est plus résistant que le plomb	Est plus hygiénique	Se pose plus facilement
Est aussi malléable	Dure plus longtemps	Se dissimule mieux dans les installations
Se soude mieux		

COÛTE MOINS CHER QUE LE PLOMB

ÉCONOMIE DE 40 à 50 %

Économie de 50 % sur les matières - Économie de 50 % sur les transports
La main-d'œuvre, la manutention, les accessoires de pose, tout est **MOINS CHER** quand on emploie le **MÉTAL REX**.

LE MÉTAL REX EST LE SEUL de sa composition ayant fait l'objet d'un avis favorable de la Commission d'examen des inventions intéressant les Armées de Terre et de Mer.

LE MÉTAL REX EST LE SEUL de sa composition dont l'emploi a été autorisé par les Ministères de la Guerre et de la Marine.

DEMANDER LES NOTICES SPÉCIALES

à MM. MARCEL BASSOT & C^{ie}
14 rue de Turenne Paris

POUR BIEN SE PORTER...

il faut bien manger !

POUR BIEN MANGER...

il faut avoir de bonnes dents !

POUR AVOIR DE BONNES DENTS...

il faut se servir
du

Dentol



La Science nous enseigne que les belles dents ne sont pas seulement une beauté, elles sont l'appareil indispensable à la santé parfaite. Car tout s'enchaîne; le travail que n'ont pas fait les dents absentes ou mauvaises, il faut que l'estomac l'accomplisse; donc, mauvaise digestion, nutrition imparfaite, ruine lente de l'organisme.

La Vie. Une bonne santé donne une longue vie. Soignons donc nos dents au moyen d'une méthode scientifique.

C'est à cette nécessité que répond le **Dentol**, produit véritablement pastorien, dont les bienfaits principaux sont le raffermissement des gencives, l'éclat et la solidité des dents, la pureté de l'haleine, enfin la sensation d'une fraîcheur délicieuse et persistante dans la bouche.

Le **Dentol** se trouve dans toutes les bonnes maisons vendant de la parfumerie et dans les pharmacies.

DÉPOT GÉNÉRAL : Maison FRÈRE, 19, rue Jacob, Paris

CADEAU Il suffit d'envoyer à la MAISON FRÈRE, 19, rue Jacob, Paris, un franc en timbres-poste en se recommandant de *La Science et la Vie* pour recevoir, franco par la poste, un délicieux coffret contenant un petit flacon de **Dentol**, une boîte de **Pâte Dentol**, une boîte de **Poudre Dentol** et un échantillon de **Savon dentifrice Dentol**.



ETUDES CHEZ SOI

L'Ecole Universelle
par correspondance de Paris

VOUS PERMETTRA DE DEVENIR RAPIDEMENT

INGÉNIEUR

SOUS-INGÉNIEUR ou DESSINATEUR

DANS LA BRANCHE DE L'INDUSTRIE

OU DE L'AGRICULTURE

QUE VOUS AUREZ CHOISIE

L'ENSEIGNEMENT DE L'Ecole Universelle

PEUT ÊTRE SUIVI QUELS QUE SOIENT LA PROFESSION,

LA RÉSIDENCE & LE DEGRÉ D'INSTRUCTION DE L'ÉLÈVE.

BROCHURE N° 122 FRANCO

10, RUE CHARDIN, PARIS (16^e)



LE PROCHAIN NUMÉRO DE "LA SCIENCE ET LA VIE"
PARAITRA EN MARS 1921