

## 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](http://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<br>Culture scientifique et technique<br>Presse scientifique                                                                                                                              |
| Note                         | À partir de février 1943, le titre devient "Science et Vie".<br>La bibliothèque du Cnam ne possède pas de collection,<br>la numérisation a été faite grâce au prêt de la collection<br>privée de M. Pierre Cubaud. |

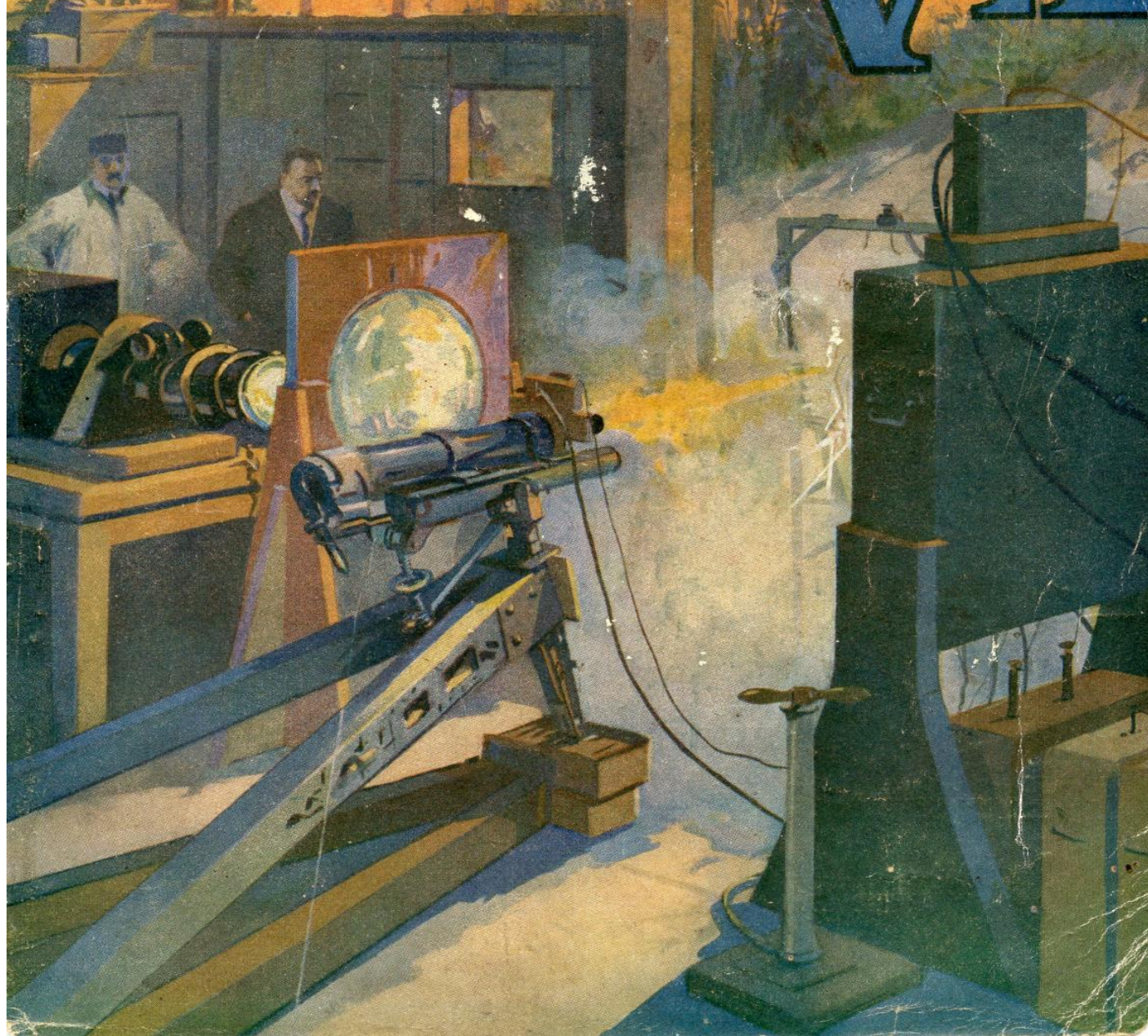
|                           |                                                                                       |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Notice du Volume          |                                                                                       |
| Auteur(s) volume          | [s.n.]                                                                                |
| Titre                     | La science et la vie                                                                  |
| Volume                    | Tome 19. n. 55. Février-Mars 1921                                                     |
| Adresse                   | Paris : La Science et la Vie, 1921                                                    |
| Collation                 | 1 vol. (p. 193-384): ill. , couv. ill. en coul. ; 24 cm                               |
| Cote                      | SCI. VIE 55                                                                           |
| Sujet(s)                  | Sciences -- Vulgarisation<br>Culture scientifique et technique<br>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                 | <a href="http://cnum.cnam.fr/redir?SCVIE.055">http://cnum.cnam.fr/redir?SCVIE.055</a> |



N° 55. - Prix : 3 fr.

Mars 1921.

# LA SCIENCE ET LA VIE



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



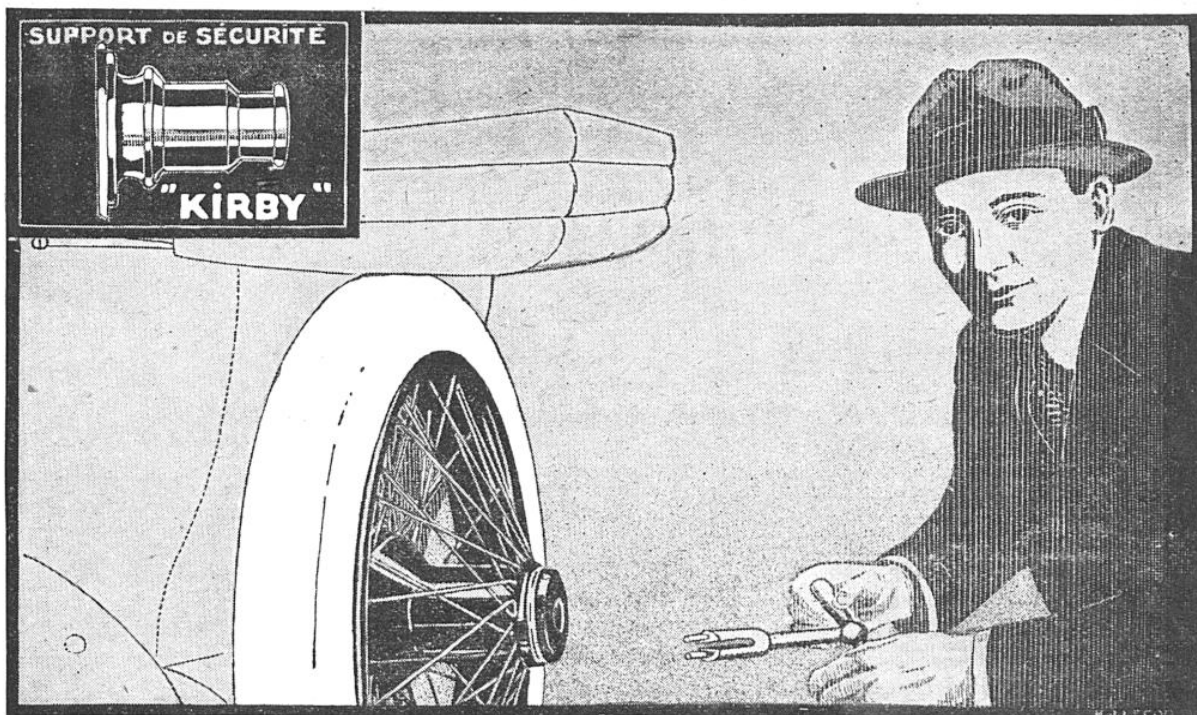


CATALOGUE ILLUSTRÉ 427 FRANCO

**KIRBY, BEARD & C<sup>O</sup> L<sup>D</sup>**

MAISON FONDÉE EN 1743

**5, RUE AUBER -- PARIS**



Un support pour chaque genre de roue

Une clé spéciale pour chaque support

**PLUS DE ROUES AMOVIBLES PERDUES**  
**PLUS DE ROUES AMOVIBLES VOLÉES**

AVEC LE

**SUPPORT DE SÉCURITÉ**  
POUR ROUES AMOVIBLES  
**“KIRBY-SMITH”**

BREVETÉ S. G. D. G.

**73, Rue Laugier - Paris**

Demandez notre Notice illustrée N° 426 franco



# NETTOYAGE PAR LE VIDE

APPARTEMENTS, BUREAUX, ATELIERS, MAGASINS avec  
les ASPIRATEURS portatifs

## BIRUM ÉLECTRIQUES OU A MAIN



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



*Envoi de Catalogues franco sur demande*

**R. BIMM, Const<sup>r</sup>**

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

# LA PIPE

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.

positivement imbouchable, condensant 38% de nicotine, donc saine et agréable à tous,

Tabac en combustion

Condensateur et Purificateur en aluminium pur

Fumée refroidie et débarrassée de ses principes nocifs

Remarquez : il n'y a ni trous ni tuyautage, donc pas de bouchage possible

Fumée impure saturée de principes nocifs

## GRAND PRIX BRUXELLES 1910

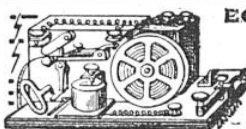
LE MEILLEUR, LE MOINS CHER  
DES ALIMENTS MÉLASSÉS

# PAIL'MEL

EXPOSÉ  
PAILLON  
M.L.  
79584

POUR CHEVAUX  
ET TOUT BÉTAIL

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



ECOLE SPÉCIALE de

**T.S.F.** FONDÉE EN 1912

69, R. FONDARY, Paris-15°

agréée par l'État, patronnée par les C<sup>ies</sup> 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<sup>e</sup> Génie - Marine - C<sup>ies</sup> 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 (Emplois 7.000 à 18.000 francs.)

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 appareils élégants et robustes

DEMANDEZ LE CATALOGUE DES

# PHARES BESNARD

Vous y trouverez tout ce qui convient, électricité ou acétylène 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<sup>e</sup>

Pour les Travaux de RESTAURATION DES FAÇADES

Pourquoi employer la pierre dont le prix dispendieux est évité 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<sup>e</sup>)

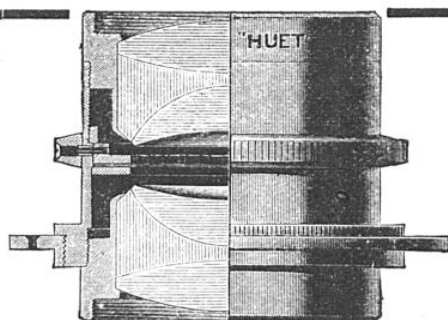
Téléphone : Nord 33-45

RAPIDITÉ D'EXÉCUTION

ASPECT ET SOLIDITÉ DE LA PIERRE

MINIMUM DE TEMPS ET DE DÉPENSE





CATALOGUE FRANCO

Exiger les  
**OBJECTIFS "HUET"**

**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

## JOUETS ÉLECTRIQUES ET SCIENTIFIQUES

MOTEURS ET MACHINES-OUTILS - MACHINE STATIQUE  
MACHINES A VAPEUR - TÉLÉGRAPHE MORSE

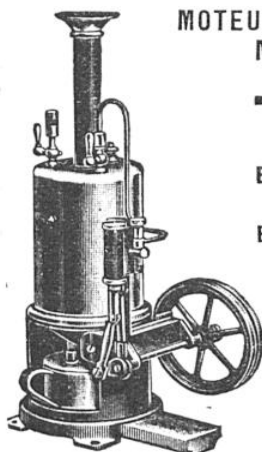


## TÉLÉGRAPHIE SANS FIL

BOITE TÉLÉPHONE - JEUX DE DEMANDES ET RÉPONSES ÉLECTRIQUES

**CONSTRUCTIONS MÉTALLIQUES**

BOBINES RUHMKORFF - COFFRETS USINE - EXPÉRIENCES ÉLECTRIQUES



### CATALOGUES ILLUSTRÉS

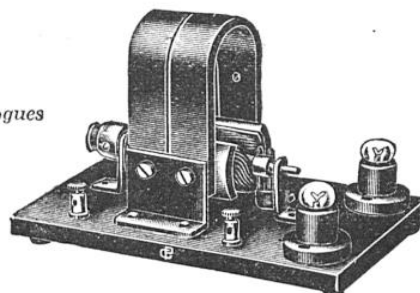
J. 20 : Jouets

T. 20 : T.S.F.

M. 20 : Médicaux

E. 20 : Électricité

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



**G. PÉRICAUD** Usines : PARIS - LYON

Constructeur

85, Bd Voltaire - PARIS Téléphone : Roquette 00-97

## A céder

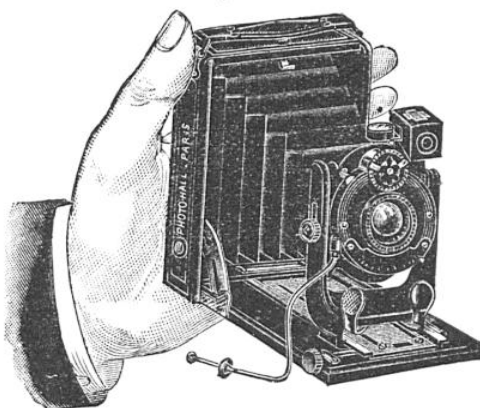
|                                        |             |
|----------------------------------------|-------------|
| FABRIQUE DE PRODUITS HYGIÉNIQUES .. .. | 100.000 frs |
| PRODUITS D'ENTRETIEN .. .. .           | 100.000 »   |
| COMMERCE DE LUXE .. .. .               | 120.000 »   |
| IMPRIMERIE D'ART .. .. .               | 200.000 »   |
| FABRIQUE DE JOUETS. ....               | 200.000 »   |
| LIBRAIRIE-PAPETERIE. ....              | 300.000 »   |
| DORURE, ARGENTURE .. .. .              | 350.000 »   |
| GARAGE, RÉPARATIONS .. .. .            | 500.000 »   |
| FABRIQUE DE BIÈRE .. .. .              | 600.000 »   |
| FABRIQUE DE CAISSES ET MOULURES .. ..  | 600.000 »   |

**PAUL MASSON, 30, Faubourg Montmartre**

# PHOTO-HALL

5, Rue Scribe (près de l'Opéra) PARIS (9<sup>e</sup>)

Format  $6\frac{1}{2} \times 9$   
à partir de  
**230** Francs



Format  $9 \times 12$   
à partir de  
**240** Francs

## APPAREILS PHOTOGRAPHIQUES DE PRÉCISION

employant à volonté les plaques sur verre ou les pellicules planes « FILM-PACK ». Ces appareils, de construction soignée, gainés maroquin, montés avec objectif anastigmat et obturateur de précision, sont livrés avec trois châssis, un déclencheur, une instruction et un traité de photographie.

| DÉSIGNATION DES APPAREILS                         | MONTÉS AVEC OBJECTIF ANASTIGMAT |                |               |              |
|---------------------------------------------------|---------------------------------|----------------|---------------|--------------|
|                                                   | PHOTO-HALL                      | STYLOR ROUSSEL | OLOR BERTHIOT | TESSAR ZEISS |
| Perfect pliant n° 0 .. .. $6\frac{1}{2} \times 9$ | 230 »                           | 300 »          | 390 »         | 540 »        |
| Noxa, tout en métal .. .. $6\frac{1}{2} \times 9$ | 395 »                           | 495 »          | 550 »         | 680 »        |
| Perfect pliant n° 2. . . . . $9 \times 12$        | 240 »                           | » »            | 320 »         | » »          |
| Perfect pliant n° 3. . . . . $9 \times 12$        | 320 »                           | 360 »          | 440 »         | 580 »        |
| Belliéni extra plat. . . . . $9 \times 12$        | » »                             | » »            | 595 »         | » »          |
| Folding S. O. M. . . . . $9 \times 12$            | » »                             | » »            | 565 »         | » »          |
| Perfect pliant n° 9. . . . . $10 \times 15$       | 460 »                           | 495 »          | 595 »         | » »          |
| Perfect Focal plane .. .. $10 \times 15$          | 785 »                           | 995 »          | 915 »         | 1155 »       |

**CATALOGUE GRATUIT ET FRANCO SUR DEMANDE**



*L'éloquence des chiffres*

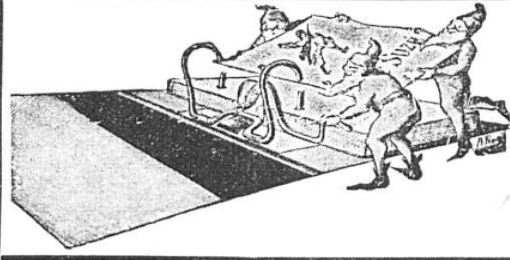
**60 %**  
d'économie  
sur votre  
tabac

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

En effet :

|                                                                                                                                                                                                    |                    |                                                                                                                              |                    |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
|  <p>En achetant vos cigarettes<br/>toutes faites<br/>20 cigarettes de<br/>qualité inférieure<br/>vous coûtent</p> | <p><b>1,20</b></p> | <p>En faisant vos cigarettes<br/>vous-même avec<br/>la Machine Lemaire<br/>20 cigarettes élégantes<br/>vous reviennent à</p> | <p><b>0,50</b></p> |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|

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



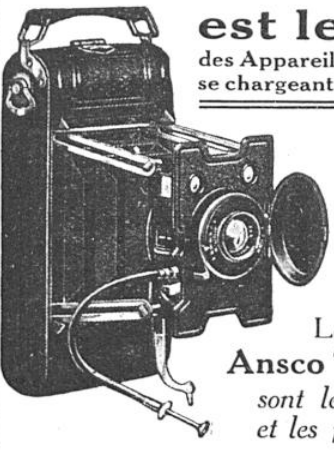
**Baisse sur**  
**CLASSEURS**  
à perforation - Système à Levier  
**DOSSIERS - CHEMISES**  
**CARBONES - RUBANS**

**Le Grenadier**



**RENÉ SUZÉ**  
fabricant  
9, Cité des Trois-Bornes, 9  
**PARIS (XI<sup>e</sup>)**  
Téléphone : Roquette 71-21

**"ANSCO"**  
est le **ROI**  
des Appareils à Pellicules  
se chargeant en plein jour



**18**  
Modèles  
différents

Les Pellicules  
**Ansco "Speedex"**  
sont les meilleures  
et les plus rapides

En vente partout  
**CENTRAL-PHOTO** Agent  
exclusif  
112, rue de La Boétie, 112 - PARIS (8<sup>e</sup>)  
CATALOGUE GRATIS SUR DEMANDE

Plumes Métalliques  
**ENCRE**  
**GOMMES**  
Cires à Cacheter  
Porte-Plume-Réservoir

**MALLAT**  
53, Bd de Strasbourg  
**PARIS**

USINE : 60, rue Claude-Vellefaux, 60

**INVENTEURS**

NE DÉPOSEZ PAS VOS BREVETS  
SANS AVOIR CONSULTÉ LA BROCHURE :  
UN PEU DE LUMIÈRE SUR LES  
**BREVETS**  
**D'INVENTION**  
—*Gratis & franco*—  
par **WINTHER-HANSEN**, INGÉNIEUR-CONSEIL  
PARIS, 2<sup>e</sup>, 35 Rue de la Lune  
INGÉNIEUR EN MATIÈRE DE PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
Ad. télégr. Brevethans-Paris. DEPUIS 1888





LES ÉTABLISSEMENTS  
STOPPLIGHT ENVOIENT  
FRANCO LEUR NOUVEAU CA-  
TALOGUE ■ ■ ■ ■ ■

## D'ACCESSOIRES D'AUTOMOBILES

A TOUT LECTEUR DE CETTE  
ANNONCE QUI LEUR EN FERA  
LA DEMANDE ■ ■ ■ ■ ■

ÉT. STOPPLIGHT  
25, RUE D'HAUTEVILLE, 25  
PARIS - DIXIÈME

CHAMBRES A  
AIR INCREVABLES

## S.L.I.M.

SOCIÉTÉ LYONNAISE D'INDUSTRIE MÉCANIQUE

Capital 4.250.000 francs

AUTOMOBILES SLIM-PILAIN  
12 HP - 16 Soupapes

APPLICATIONS DE  
L'AIR COMPRIMÉ  
sur les châssis automobiles

**SLIM 19-40 HP**

Brevetées S. G. D. G.

Usines et Bureaux :

5, Chemin du Vallon - LYON-SAINT-CLAIR

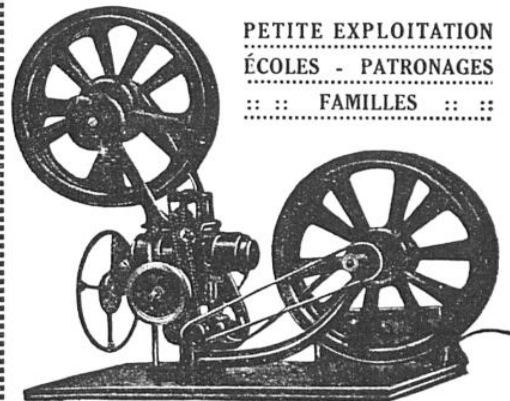
Agents à Londres : Mrs PERRENS, Mc CRACKEN Ltd  
Trafalgar Buildings, 1 Charing Cross

LONDON, S. W. 1.

## CINÉMA ÉDUCATEUR

NOUVEAUTÉ SENSATIONNELLE

3x3 mètres d'écran avec 2 ampères  
Auto-Dévolteur Breveté S. G. D. G.



PETITE EXPLOITATION  
ÉCOLES - PATRONAGES  
:: :: FAMILLES :: ::

E. MOLLIER & C<sup>ie</sup>, Constructeurs  
Agents exclusifs pour le monde entier

Établissements PAUL BURGI

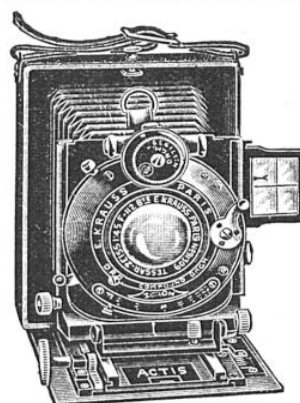
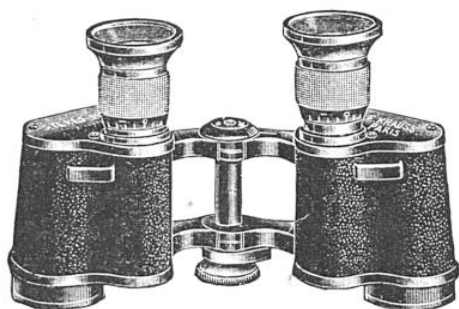
42, Rue d'Enghien, Paris - Tél. Bergère 47-48  
MÉDAILLE D'OR Exposit. Internationale d'Amsterdam 1920

La **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<sup>e</sup>)



**Tous les Avantages  
du Bureau Ministre**

Table droite à deux faces.  
Tiroirs à chaque face.  
Grand espace pour le dépouillement du  
courrier.  
Visibilité tout autour du bureau.



**Le Bureau  
GLOPPE**

BREVETÉ S. G. D. G.



**Réunit**



**Tous les Avantages  
du Bureau Américain**

Fermeture à rideau permettant de laisser  
le travail commencé en place, à l'abri  
des indiscrets.  
La fermeture du tiroir central entraîne au-  
tomatiquement celle des autres tiroirs.

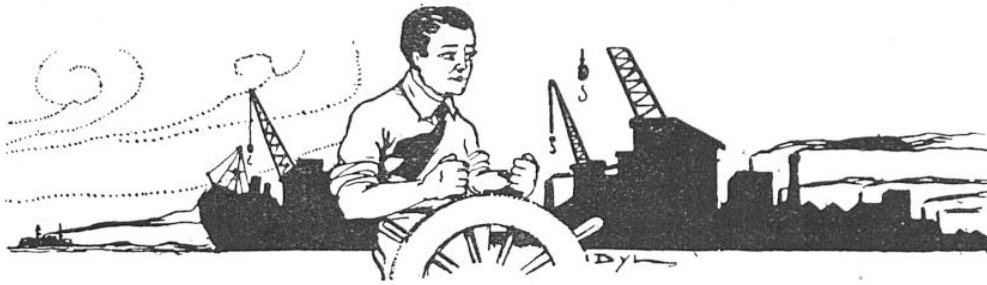
Renseignements et Prix-Courants adressés sur demande à :

**J.-M. GLOPPE, Ingénieur-Constr., 66, Avenue Félix-Faure - LYON**

Adresse télégr. : JEMAGLOP-LYON

Téléphone : Vaudrey 16-31, 16-32, 16-33





## 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 recomman-  
dant de La Science et la Vie recevra gratuitement une brochure  
sur l'une des sections de l'École.

## 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 Militaire - Marine Marchande - Constructions  
Navales - Chemins de fer - Constructions Civiles - Chimie - Métallurgie - Industries du  
bois - Agriculture et Industries agricoles - Administrations - Commerce - Comptabilité  
et Banque - Industrie hôtelière - Armée - Grandes Ecoles - Baccalauréats et Brevets

Directeur : M. J. V. GALOPIN, 152, Av. de Wagram, PARIS - Tél. Wagram 27-97

**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 entier. Notice jco sur demande contre 0.60 en timbres-poste. En vente dans tous les Gds Magasins et principales Maisons d'Électricité.

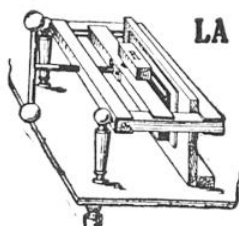
**CH. SCHMID, BAR-LE-DUC (Meuse)**

**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.  
**Achète cher les Collections.**

**LA RELIURE chez SOI**



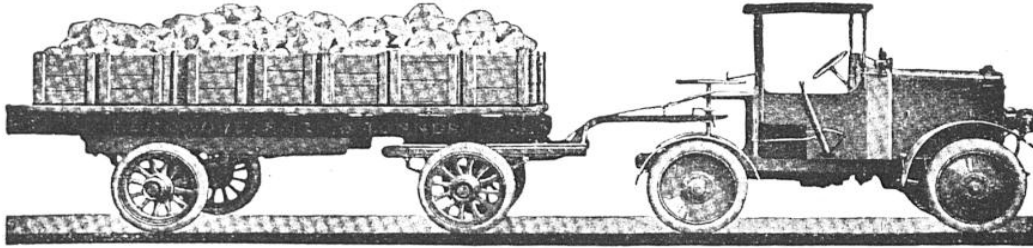
Chacun peut  
**TOUT RELIER soi-même**  
 Livres - Revues - Journaux  
 avec la  
**RELIEUSE MÈREDIEU**  
 Notice franco contre 0 f. 25

**FOUGÈRE & LAURENT, Angoulême**

**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 cm en 3 mois.  
 Brochure gratis contre timbres  
**WEHRHEIM,**  
**LE TRAYAS (Var)**



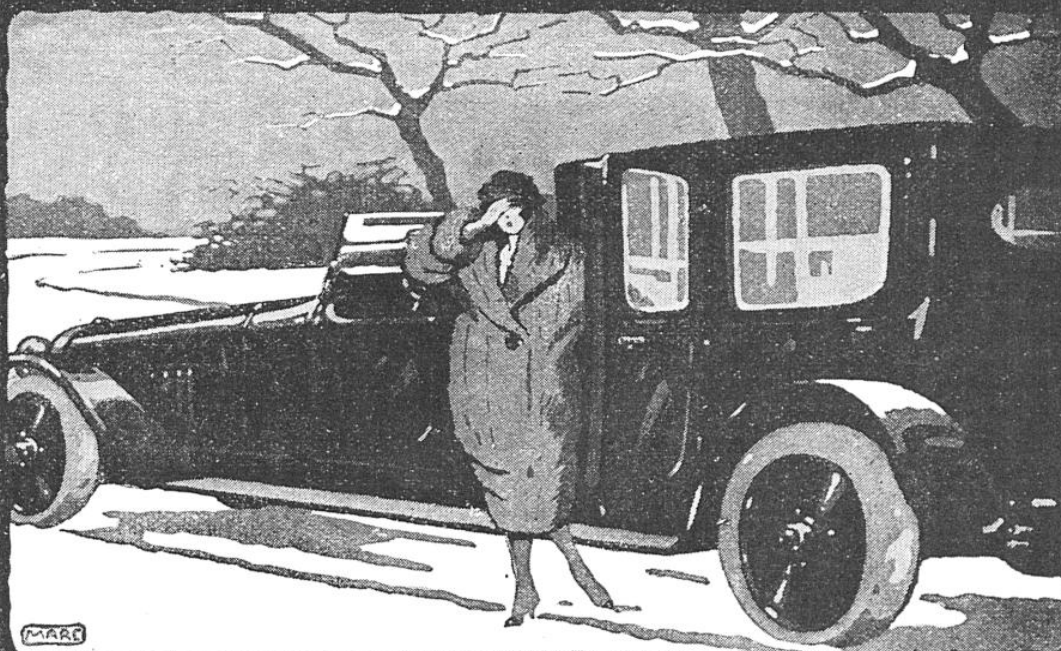
**TRAIN Chenard et Walcker FAR**

Concours de Consommation du Mans (30 Octobre 1920)

**1<sup>er</sup>** des véhicules industriels - **6.000** kilogs de charge utile - **29** lit. 800 aux 100<sup>kil</sup>

**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."

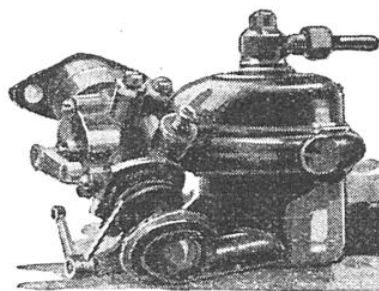
**CLAUDEL**

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

Téléphone : Wagram 93-30, 46-82

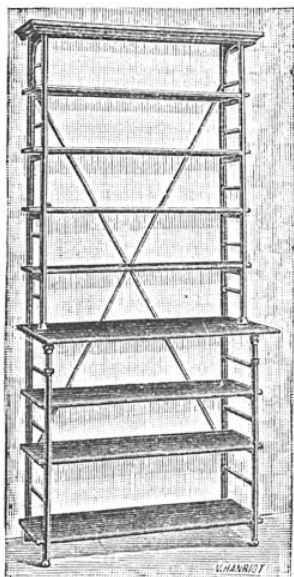
#### DES FAITS :

*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.*



PUBLICITÉ LEFÈVRE & BARON

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<sup>ie</sup>**  
35, Rue d'Aboukir, 35 - PARIS (2<sup>me</sup>)

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

NOUVEAU CATALOGUE "N° 2" FRANCO SUR DEMANDE

## **T.S.F.** Lecture au Son **Merveilleuse Trouaille**

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

**POUR CRÉER  
CHEZ SOI**  
**AFFAIRES PAR CORRESPONDANCE**

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

## *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 domi-  
cile franco de port et de douane.*

**Complets et Pardessus sur Mesure**  
**Depuis Francs : 152. »**

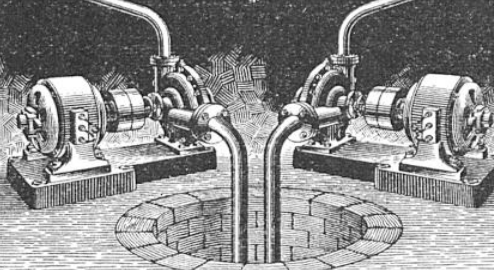
*Echantillons sur demande -:- Expéditions rapides*  
Satisfaction absolue ou remboursement intégral

**CURZON BROTHERS Ltd**  
(Dép. 217), 60-62 City Road, LONDRES, Angleterre  
**ENVOIS CONTRE REMBOURSEMENT**  
*Costumes Tailleurs pour Dames, sur mesure.*  
*Echantillons gratuits.*

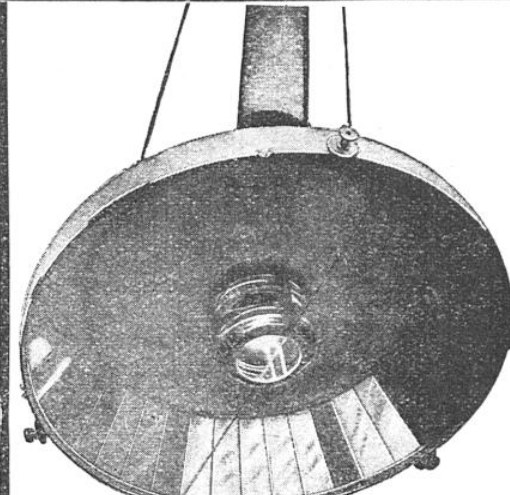


**POMPES  
CENTRIFUGES**  
INSTALLATIONS HYDRAULIQUES

**R. LEFI**  
3. AVENUE DAUMESNIL  
**PARIS**  
TEL : ROQUETTE. 89-95



ATELIER CH. PASQUIER



Appareil d'éclairage sans ombres portées  
**"LE SCIALYTIQUE"**  
BREVET L. VÉRAIN

Construit par la Société des anciens Établissements  
BARBIER, BÉNARD & TURENNE  
PARIS - 82, Rue Curial, 82 - PARIS

**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" |
| Stéreo-scopie.....      | 45×107 — 6×13 |                          |
| Tirages papier.....     | 9×12 — 13×18  |                          |

franco

## L'estime des Constructeurs pour le Carburateur ZÉNITH

est démontrée par ce fait qu'en Europe la majorité des voitures de tourisme en sont munies.

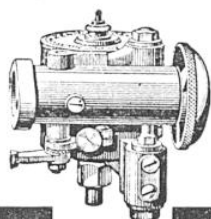
(67,2 % des châssis exposés au Salon de Bruxelles)

En Amérique, plus de 100 Constructeurs le montent exclusivement sur leurs voitures.



Ces chiffres, rigoureusement exacts et contrôlables, se passent de commentaires.

Société  
du  
Carburateur  
ZÉNITH



Paris-Lyon  
Londres  
Milan-Turin  
Bruxelles  
Genève  
Detroit (Mich.)  
Chicago  
New-York

## FORCE MOTRICE ÉLECTRIQUE



Électrification d'Usines

ÉCLAIRAGE INDUSTRIEL  
CENTRALES PRIVÉES

Haute et Basse Tension

Lignes de Transports de Force

ÉTABLISSEMENTS ANDRÉ DAUPHIN

Société Anonyme - 14, Rue Saint-Claude - PARIS

Téléphone : Archives 20-85

## LAMPES SANS PILE, SANS BATTERIE

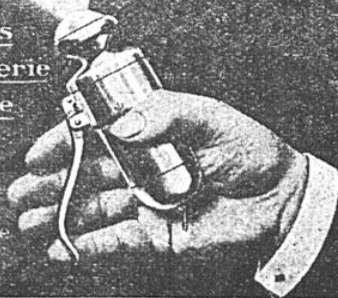
Eclairage  
Electro-Automate

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<sup>ie</sup>  
OFFICE TRANSCONTINENTAL

22, rue Vignon, 22 - Paris (9<sup>e</sup>)  
Téléph.: Louvre 01-88 - Télégr.: Offivignon-Paris



*Les Meilleures  
Machines  
Les Meilleurs  
Prix !...*

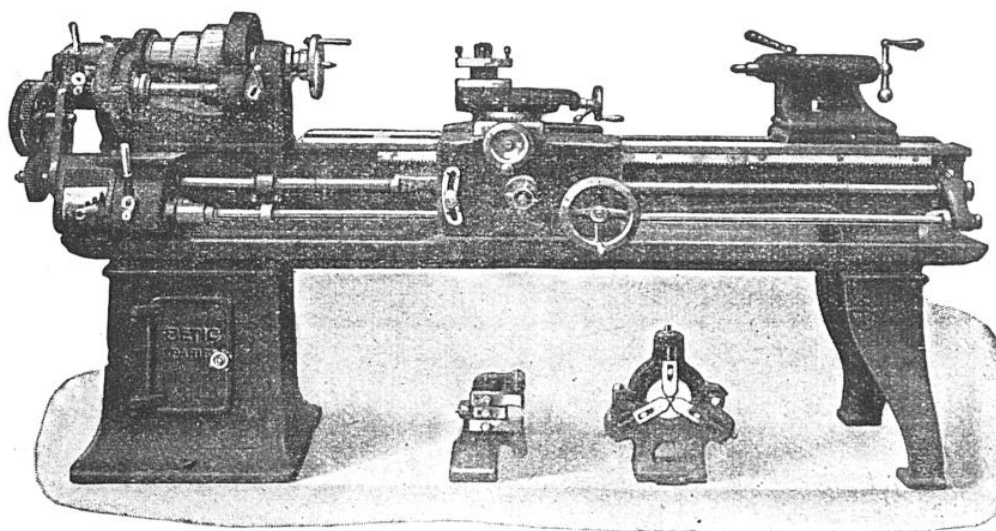
# Tour Parallèle BETIC

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*



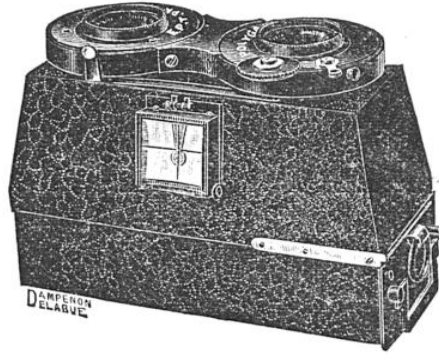
**N**E CHERCHEZ  
pas ailleurs, vous  
n'aurez ni mieux ni  
meilleur marché.

**MACHINES-OUTILS ET OUTILLAGE BETIC**  
**Paul COURTIAL - 17, Rue de Châteaudun - PARIS (IX<sup>e</sup>)**

Métro : Le Peletier -:- Nord-Sud : N.-D. de Lorette  
Téléphone : Trudaine 64-55 Télégr. : BETIC-PARIS

**LA STÉRÉOSCOPIE,**  
déjà bien plus attrayante  
que la Photographie ordinaire,  
est devenue plus facile encore

Objectifs  
Anastigmats  
HUET  
F/5



375 Frs  
en 45 × 107  
425 Frs  
en 6 × 13

Grâce au  
**Stéréo-Pocket**

**Par sa  
Perfection**

Construction entièrement métallique, réglage précis, anastigmats extrêmement lumineux et fins, obturateur central à grand rendement et à vitesses variables le **Stéréo-Pocket** est l'égal des appareils les plus réputés et a tous les titres pour devenir

*L'Indispensable Compagnon des Fervents de la Stéréoscopie*

**Par sa  
Simplicité**

Résultant de sa perfection même (et non de la méconnaissance des derniers progrès de l'optique et de la mécanique, comme dans beaucoup d'appareils réputés très simples), le **Stéréo Pocket** permet d'opérer, **sans connaissances spéciales**, avec une rapidité et une sûreté merveilleuses : il suffit d'appuyer sur le déclencheur, l'obturateur étant toujours armé : **pas de mise au point**, en raison de la grande profondeur de champ des objectifs. C'est pourquoi le **Stéréo-Pocket** constitue

*L'Appareil idéal des Débutants*

*Tenant aux beaux Résultats immédiats*

**Par son Prix  
Exceptionnel**

Qui, malgré ces perfectionnements, n'excède pas celui des appareils ordinaires, montés avec de simples rectilignes, le **Stéréo-Pocket** (n'employant d'ailleurs que des plaques peu coûteuses) est à la portée des budgets les plus modestes.

Livré avec très beau sac cuir, déclencheur, 3 châssis métalliques :

45 × 107 : Frs 375 — 6 × 13 : Frs 425

*Description détaillée envoyée gratis -:- Catalogue complet : 1 franc*

**Établissements TIRANTY, 91, Rue Lafayette, 91 -:- PARIS**

Constructeurs d'Appareils photographiques de précision

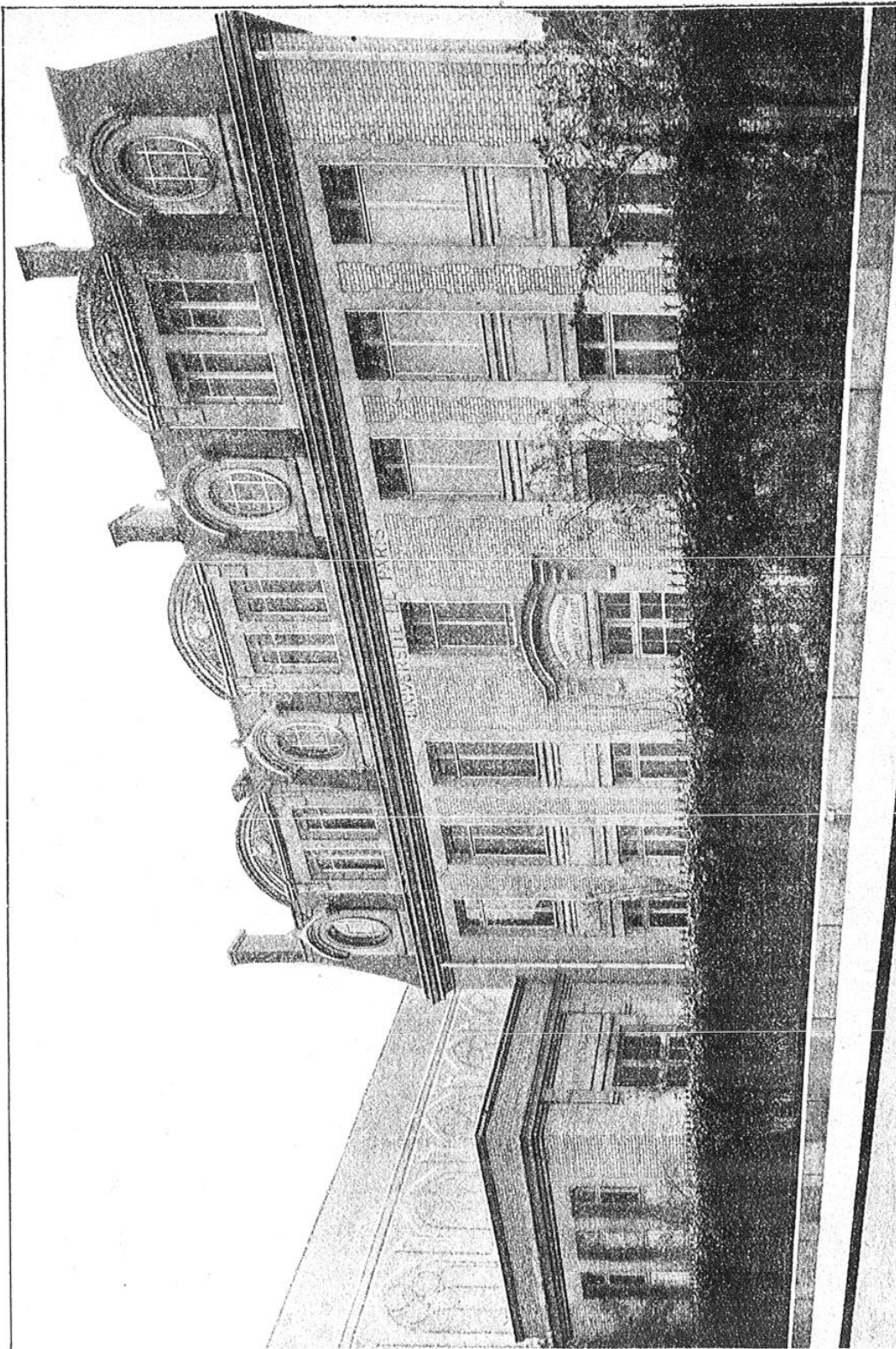


|                                                                                                           |                           |     |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|-----|
| L'Institut du Radium, centre d'étude et de préparation de la mystérieuse substance .. .. .                | Jacques Boyer.. .. .      | 211 |
| Le chauffage central appliqué à des groupes d'immeubles et même à des villes entières .. .. .             | Charles Rudemer .. .. .   | 221 |
| Les cristaux gravés dans la masse sont de véritables œuvres d'art .. .. .                                 | Félix Marquisat. .. .. .  | 235 |
| Le sciage des métaux par contact et leur sectionnement à distance par le curieux disque de Reese.. .. .   | Prosper Lahbè.. .. .      | 247 |
| Les coulisses d'un grand journal quotidien: l'impression des bandes pour les numéros des abonnés. .. .. . | L.-P. Clerc. .. .. .      | 255 |
| On pourra, enfin, contrôler la marche, l'usure et l'usage des voitures automobiles .. .. .                | Frédéric Matton .. .. .   | 257 |
| Réaliser une cloche parfaite est une œuvre délicate.. ..                                                  | Alexis Crespey.. .. .     | 261 |
| La téléphonie transocéanique et la téléphonie monofilaire.                                                | Adrien Lutz .. .. .       | 271 |
| Un nouveau système de répétition des signaux sur les locomotives .. .. .                                  | Marcel Dubourg .. .. .    | 277 |
| Le stéréoscope et les anaglyphes permettent la vision du relief. .. .. .                                  | René Gurson .. .. .       | 279 |
| 25.000 photographies par seconde. .. .. .                                                                 | J. de la Cerisaie .. .. . | 289 |
| Une prise de courant universelle .. .. .                                                                  | .. .. .                   | 298 |
| L'essai des métaux précieux .. .. .                                                                       | Jacques Boisseau .. .. .  | 299 |
| Plus d'accidents à craindre avec les démarreurs d'avions.                                                 | Georges Houard .. .. .    | 307 |
| Le pétrole algérien viendra bientôt à notre secours .. ..                                                 | François Gaudouin.. .. .  | 313 |
| La propulsion par réaction appliquée aux machines volantes.. .. .                                         | Valentin Bolâtre .. .. .  | 321 |
| Pour assurer le secret des communications téléphoniques.                                                  | L.-D. Fourcault. .. .. .  | 325 |
| Pour étudier les taches solaires, on les projette sur un écran.. .. .                                     | Gaston Grisolles .. .. .  | 329 |
| Une nouvelle machine à casser les pierres sur les routes.                                                 | Albert Jolliand. .. .. .  | 333 |
| Une hélice qui s'escamote sous le bateau .. .. .                                                          | .. .. .                   | 338 |
| La détermination des vitesses dans les masses d'eau en mouvement. .. .. .                                 | Charles Camichel .. .. .  | 339 |
| Les gaz carburés s'accommodent de vapeurs d'eau dans les moteurs à explosions .. .. .                     | Louis Rully. .. .. .      | 345 |
| Les calculs difficiles à la portée de l'ouvrier. .. .. .                                                  | André Crober .. .. .      | 349 |
| Le chauffage des acides par l'électricité .. .. .                                                         | .. .. .                   | 352 |
| Pour peindre, plâtrer, cimenter, utilisons l'air comprimé.                                                | .. .. .                   | 353 |
| Un fourneau de cuisine au gaz remarquablement économique. .. .. .                                         | .. .. .                   | 355 |
| Une pile électrique perfectionnée .. .. .                                                                 | Joseph Merlang .. .. .    | 357 |
| Les A-côté de la Science (Inventions, découvertes et curiosités) .. .. .                                  | V. Rubor .. .. .          | 359 |
| L'air comprimé sur les véhicules automobiles .. .. .                                                      | Michel Bergeron.. .. .    | 365 |
| L'application de la « Christian Science » .. .. .                                                         | .. .. .                   | 368 |
| Support de sécurité pour roue d'auto .. .. .                                                              | .. .. .                   | 370 |

*Le sujet de la couverture du présent numéro a été emprunté à l'article  
« 25.000 photographies par seconde » (page 289)*

REPUBLICAINE  
SIRE





FAÇADE PRINCIPALE DE L'INSTITUT DU RADIUM, RUE PIERRE-CURIE, A PARIS : LE PAVILLON CURIE ET L'AMPHITHÉÂTRE (A GAUCHE)



# 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, Etranger, 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 Février 1921.

Tome XIX

Février-Mars 1921

Numéro 55

## L'INSTITUT DU RADIUM, CENTRE D'ÉTUDE ET DE PRÉPARATION DE LA MYSTÉRIEUSE SUBSTANCE <sup>(1)</sup>

Par Jacques BOYER

LE Conseil municipal de Paris a, l'an dernier, approuvé une proposition de M. Le Trocquer, ministre des Travaux publics, ayant pour objet l'achat de deux grammes de radium. Le crédit de 1.800.000 francs, nécessaire pour en effectuer l'acquisition au cours actuel, fut d'ailleurs adopté en principe par les élus de la Ville-Lumière qui, après une visite à l'*Institut du Radium*, décidèrent de confier la garde de la rarissime substance à cet établissement scientifique, centre d'études physiques et biologiques des plus importants quoique presque ignoré du public. Une telle libéralité, en ces temps de compression budgétaire, s'explique aisément, car les effets curatifs déjà obtenus par les substances radioactives (radium, émanation du radium et mésothorium) laissent entrevoir d'encourageantes perspectives pour le soulagement des misères humaines et, en particulier, la guérison du cancer, dans un avenir prochain.

Malheureusement, la *curiethérapie*, c'est-à-dire l'utilisation de foyers de rayonnement constitués par des ampoules radio-

actives maintenues, durant un temps déterminé, à proximité de tumeurs cancéreuses, n'était pas, jusqu'ici, à la portée des praticiens français, même les plus fortunés. Dorénavant, grâce à cette initiative ministérielle, secondée par la municipalité parisienne, l'*Institut du Radium* pourra mettre à la disposition du corps médical des tubes d'*émanation de radium*, d'une efficacité thérapeutique égale et dont l'emploi permettra de laisser la substance-mère, le radium (pratiquement inusable) dans l'armoire blindée du magnifique laboratoire de la rue Pierre-Curie, qui conservera cet inestimable capital à l'abri de tous risques.

Ainsi Paris, la ville où Pierre Curie fit sa mémorable découverte, qu'exploitent maintenant les radiumthérapeutes allemands, anglais et américains, ne se trouvera plus en état d'infériorité. Du reste, avant la guerre, presque tout le radium fabriqué en



M<sup>me</sup> CURIE

(1) Voir l'article de M. Jean Becquerel, professeur de physique au Muséum d'Histoire naturelle : « La Radioactivité de la matière », *La Science et la Vie*, tome IV, n° 11 (Février 1914), pages 147-165.

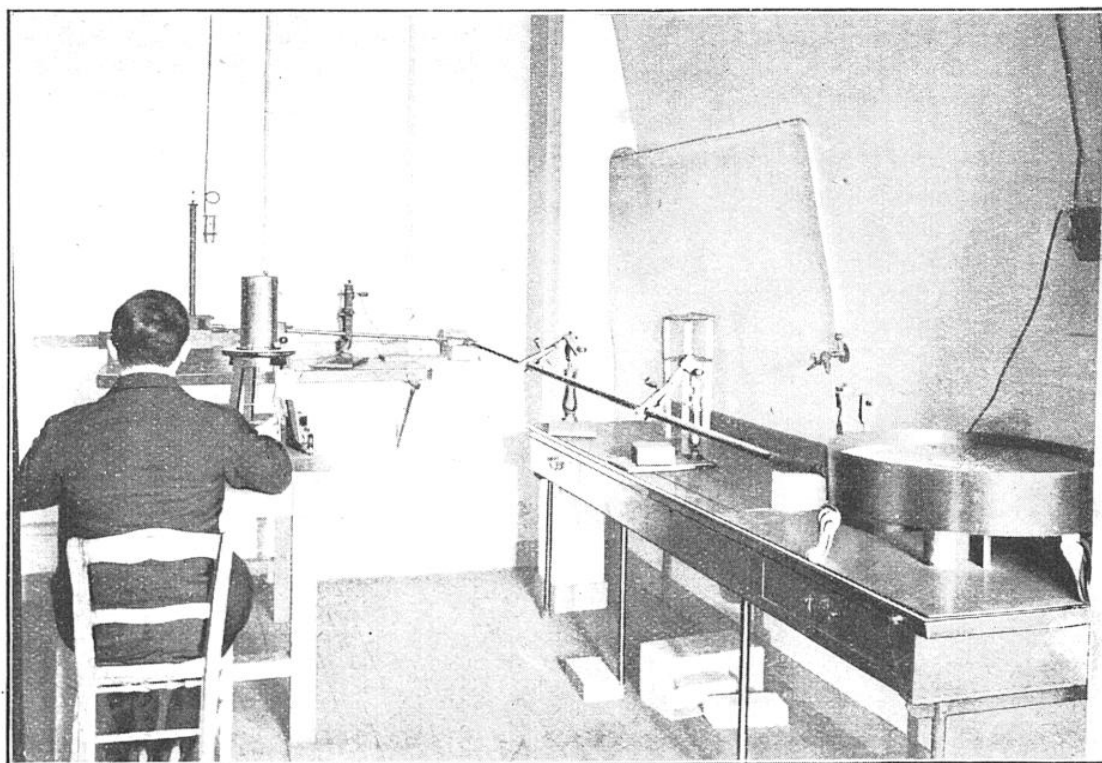
France s'exportait à l'étranger d'où, maintenant, nous devons en rapatrier, à poids d'or, d'infinitésimales parcelles!

Actuellement, l'*Institut du Radium* est entretenu à frais communs par l'Université de Paris et l'Institut Pasteur. Il comprend deux laboratoires autonomes mais travaillant en collaboration étroite. L'un, le Pavillon Curie, rattaché à la chaire de physique générale de la Faculté des Sciences, s'occupe plus spécialement du côté scientifique pur et son directeur est M<sup>me</sup> Curie, tandis que dans le second laboratoire ou Pavillon Pasteur, à la tête duquel se trouve le Dr Regaud, on étudie surtout les applications biologiques et médicales. Entre ces deux édifices, s'élève un petit bâtiment intermédiaire dans lequel s'effectuent les manipulations, très délicates, des matières radioactives.

Ces diverses constructions, à peine achevées en août 1914, restèrent hermétiquement closes pendant toute la durée de la guerre et le véritable fonctionnement des deux services de l'Institut du Radium

date seulement du mois d'avril 1919.

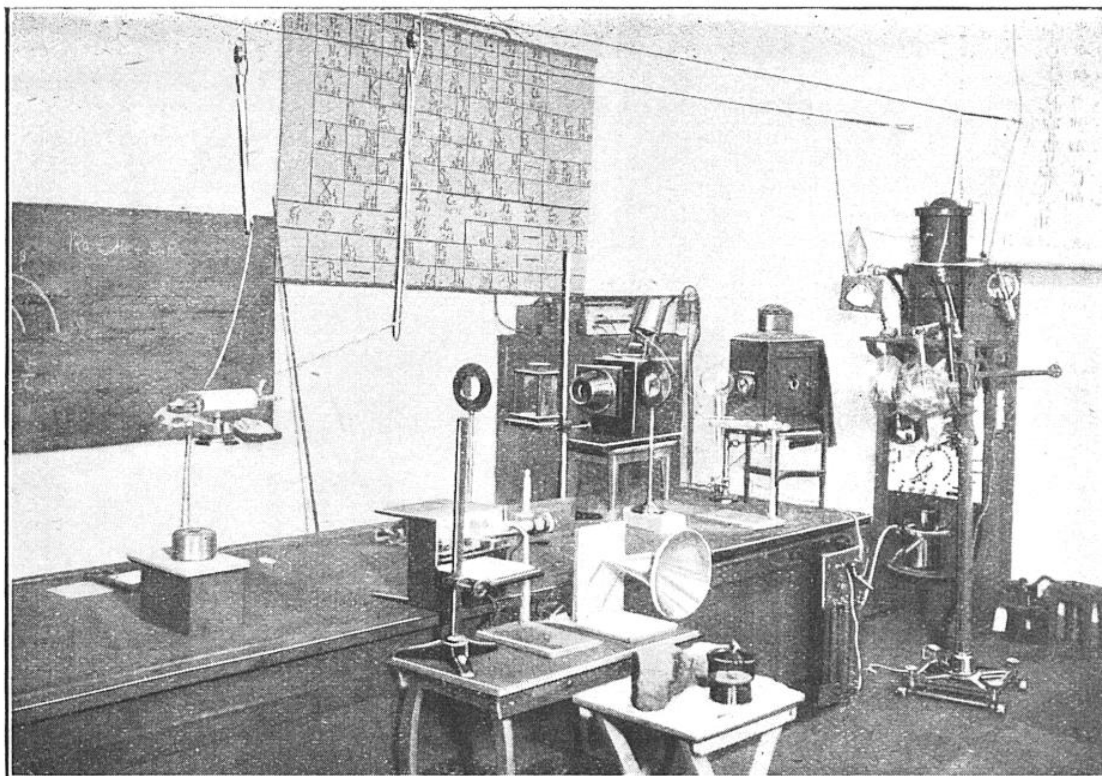
Entrons d'abord dans le Pavillon Curie, pour visiter le service d'*étalonnage des ampoules*. Savants et médecins ont, en effet, besoin de connaître en valeur absolue la quantité de radium contenue dans chaque tube radioactif dont ils se servent soit pour des expériences, soit pour des applications médicales. Pour effectuer ces mesures, on s'adresse à une méthode indiquée par Pierre Curie et qui comporte essentiellement trois appareils : un condensateur à plateaux (sis à droite de notre photographie ci-dessous et sur lequel on pose l'ampoule de radium), un quartz piezo-électrique et un électromètre. Au moyen d'une batterie de petits accumulateurs, on porte le plateau inférieur du condensateur à un potentiel élevé et on relie le plateau supérieur avec le quartz et l'électromètre. On sait que, normalement, il ne passe aucun courant entre les deux plateaux d'un condensateur tandis que, au voisinage d'un sel de radium, l'air séparant les deux armatures



LES INSTALLATIONS DU SERVICE D'ÉTALONNAGE DES AMPOULES RADIOACTIVES

*L'opérateur mesure, par la méthode du quartz piezo-électrique, la quantité de radium renfermée dans les ampoules que les médecins ou les fabricants soumettent à l'Institut.*





SALLE DE L'AMPHITHÉÂTRE OU M<sup>ME</sup> CURIE FAIT HABITUELLEMENT SES COURS

*Sur la petite table du milieu, on aperçoit un amplificateur permettant l'audition de certaines particules émises par le radium, puis des tubes à déviation magnétique des rayons cathodiques suspendus à un fil horizontal; à droite, on voit une lanterne de projection et une bobine avec ses accessoires pour produire les courants à haute tension nécessaires à certaines expériences démonstratives.*

devient bon conducteur et livre passage à l'électricité. On met alors à profit ce courant pour faire dévier l'aiguille de l'électromètre et on contrebalance cette déviation par le courant égal et contraire que donne le quartz piezo-électrique. Ce courant compensateur, immédiatement mesurable à l'aide d'un chronomètre et de poids marqués, fournit, après étalonnage de l'instrument avec un sel d'activité connue, la mesure de la radioactivité cherchée. Pour apprécier la valeur des *ampoules d'émanation*, préparées à l'Institut du Radium à raison de vingt-quatre par jour en moyenne, on se sert également de l'électroscope. L'opérateur tient dans sa main un chronomètre qui lui permet d'évaluer le temps avec précision.

Mais pour manipuler ces ampoules d'émanation, (en raison des effets encore peu connus que les substances radifères ont sur l'organisme humain) le personnel doit employer des tables spéciales. Ces

meubles sont tout en chêne et on a intercalé horizontalement et verticalement entre les planches de bois des lames de plomb afin d'arrêter les terribles rayons au cours des manipulations. Comme on peut s'en rendre compte en examinant une de nos photographies (page 218), l'homme introduit la précieuse petite ampoule d'émanation de radium, au moyen d'une pince, dans un tube en plomb, qui rend son transport sûr et inoffensif.

Dans les *laboratoires de chimie*, nous pourrions assister à toutes les opérations longues et délicates, les fractionnements et cristallisations répétées que nécessitent la préparation des substances radioactives (radium, polonium, actinium, uranium, thorium, etc.). Sur l'une de nos vues, par exemple, une femme surveille l'appareil distillatoire dans lequel se purifie du nitrate d'urane, tandis qu'elle insère, entre deux disques métalliques, quelques milligrammes de polo-

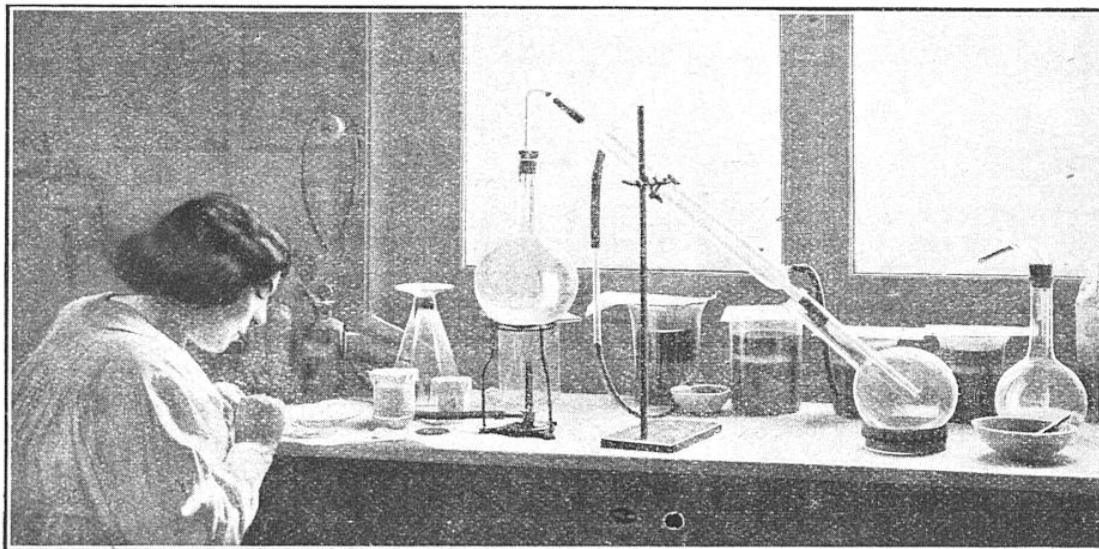


nium. Dans un autre coin du laboratoire, le jour de la visite nécessitée pour la préparation de cet article, une de ses compagnes faisait chauffer au bain-marie une solution de baryum radifère.

La salle de l'extraction de l'émanation du radium est la plus extraordinaire de l'Institut. A gauche, en entrant, se trouve une armoire, aux parois blindées de plomb, dans laquelle se conservent les composés de radium. On met ces inestimables substances dans des fioles en verre munies

titut du Radium, on a't besoin d'une machine à air liquide. On a dû installer cette dernière (système The British Oxygen Co) dans les sous-sols de l'établissement afin d'économiser la place.

Qu'est-ce donc au juste que l'émanation de radium, presque seule utilisée aujourd'hui dans nombre d'expériences scientifiques poursuivies journellement au Pavillon Curie? Supposons, avec Fr. Soddy, qu'après avoir dissous dans l'eau un échantillon de radium, on évapore la



UN COIN DU LABORATOIRE DE CHIMIE DE L'INSTITUT DU RADIUM

*Dans ce laboratoire s'effectuent les opérations longues et délicates, les fractionnements et cristallisations répétées que nécessitent la préparation des substances radioactives : radium, polonium, actinium, uranium, thorium, etc. Au centre de la photographie, on voit l'appareil distillatoire dans lequel se purifie le nitrate d'urane. La chimiste insère entre deux disques métalliques quelques milligrammes de polonium.*

de tubes recourbés en relation avec un manomètre à mercure. Actuellement, le récipient jalousement abrité dans l'armoire contient pour près d'un million d'une solution radifère qui remplirait à peine le creux d'une petite coupelle!

De droite à gauche, sur la gravure représentant cette salle, on distingue le groupe de pompes spéciales et d'une rare perfection, destinées à faire le vide dans la canalisation, puis l'appareil pour mesurer la pression des gaz à l'intérieur de la fiole à émanation. L'opérateur se tient devant cette jauge en verre dont il suit les variations, au cours du remplissage des ampoules. Généralement, on conserve l'émanation de radium dans des bouteilles Dewar, comme nous le verrons plus loin. C'est ce qui explique qu'à l'Ins-

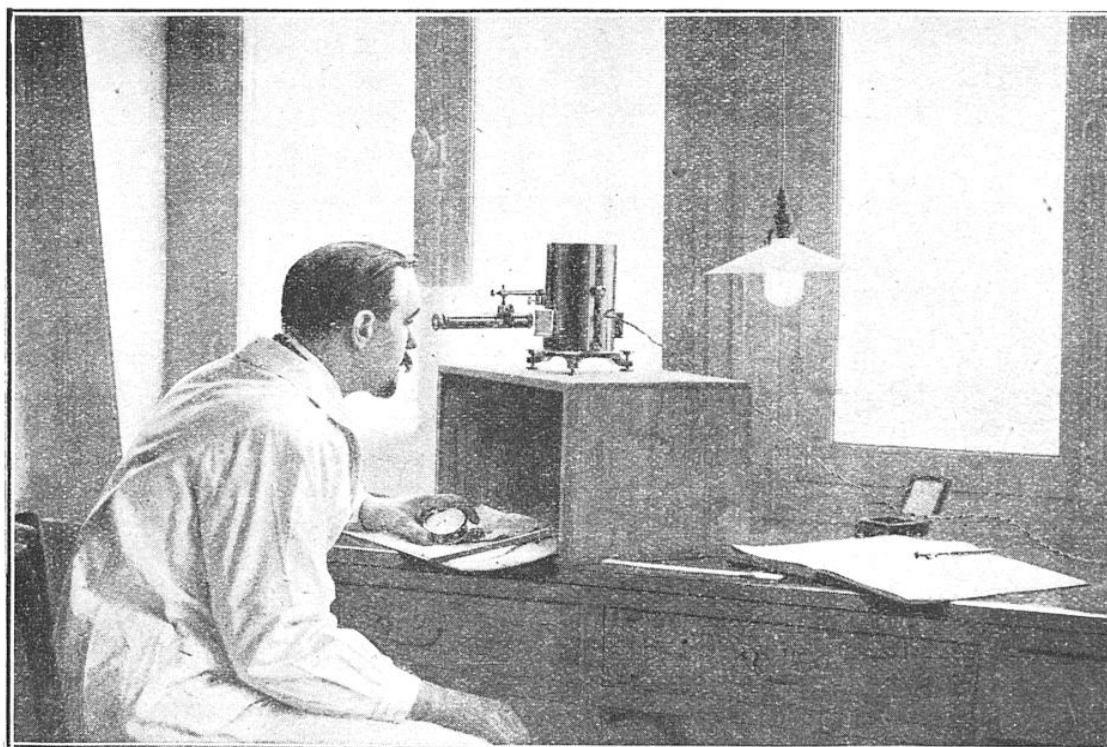
solution à sec pour obtenir de nouveau le composé solide, on constate, non sans quelque étonnement, que la plus grande partie de la radioactivité de la substance a disparu. On ne trouve plus la moindre trace des rayons pénétrants  $\beta$  et  $\gamma$ , tandis que les rayons non pénétrants  $\alpha$  ont subi une réduction du quart de leur intensité initiale. Mais, chose étrange, le mystère ne s'arrête pas là. Si on abandonne le radium à lui-même pendant un certain temps, il récupère petit à petit son activité, si bien qu'au bout d'un mois environ, il redevient aussi radioactif qu'au début de l'opération. *A priori*, cet étrange phénomène semble en contradiction flagrante avec le fait admis jusqu'alors par tous les physiciens, à savoir qu'aucune action connue ne paraît influencer la



radioactivité du radium. Mais en analysant de plus près l'expérience, on s'aperçoit qu'au cours de la dissolution du radium dans l'eau, il s'échappe dans l'air un nouveau gaz extraordinairement radioactif qu'on peut, du reste, enfermer dans un vase clos et que le professeur Rutherford appelle l'*émanation de radium*.

Dans les cours qu'elle fait, chaque année, dans l'amphithéâtre de l'Institut

jouit de la propriété de devenir fluorescent sous l'action des rayons X et du rayonnement du radium, en émettant une brillante lumière de teinte verte. Ainsi Mme Curie, après avoir fait l'obscurité dans la salle, montre le tube contenant l'émanation, et la willémitte brille alors d'un vif éclat. Ce spectacle est véritablement admirable, et si l'on réfléchit, comme l'écrit encore Soddy, « à la cause



MESURE DES AMPOULES D'ÉMANATION AU MOYEN DE L'ÉLECTROSCOPE

*Le personnage tient dans sa main un chronomètre qui lui permet d'évaluer le temps avec précision. L'Institut du Radium de Paris peut préparer environ vingt-quatre ampoules radioactives par jour.*

du Radium, Mme Curie répète les plus jolies expériences, devenues classiques, sur les divers corps radioactifs et, en particulier, sur cette mystérieuse émanation. Nous en rappellerons ici deux ou trois, afin de donner une idée de la nouveauté d'un tel enseignement. D'une solution de bromure de radium conservée en vase clos dans l'armoire aux parois blindées, elle extrait l'émanation qu'elle enferme, mélangée avec de l'air, dans un petit tube de verre muni de robinets. Puis elle dispose à l'intérieur du récipient plusieurs fragments de willémitte ou silicate de zinc. Ce minéral gris-verdâtre

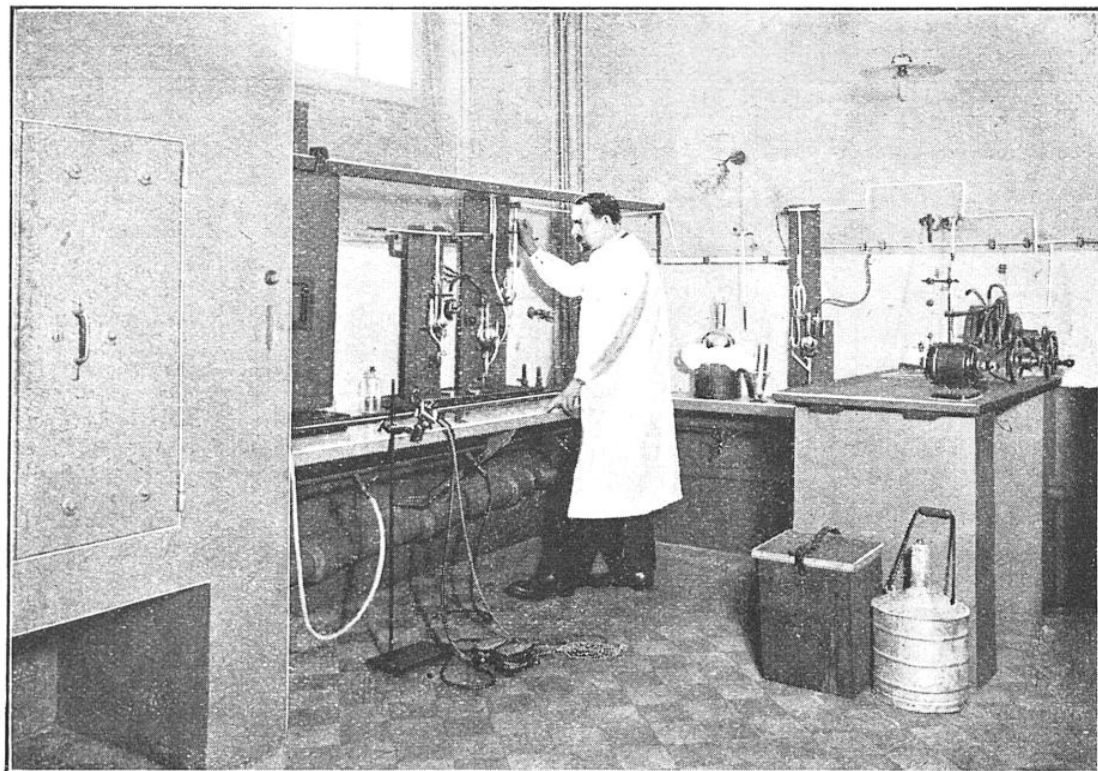
de cette lumière ainsi qu'à tout ce que ce phénomène symbolise pour l'humanité, on éprouve des sentiments que seul un poète pourrait exactement traduire ».

D'autres expériences, faites dans le laboratoire de l'Institut du Radium, ont confirmé que l'émanation, intensivement radioactive par elle-même, comme nous l'avons dit plus haut, émettait des rayons X très semblables en eux-mêmes à ceux produits par les autres corps radioactifs, mais ne dégageait pas de rayons  $\beta$  et  $\gamma$ , — tout au moins si on considère un tube contenant de l'émanation de radium depuis quelques heures seulement.



En outre, l'émanation est un véritable gaz et non une force solide de la matière dispersée dans l'air comme des particules et extraordinairement ténue. Pour vérifier l'hypothèse, on se sert, à l'Institut du Radium, de la machine à air liquide. Si l'émanation est un gaz, sa condensation doit s'opérer au moins à de très basses températures et, effectivement,

alors dans ce tube d'émanation qui, sous l'action du froid extrême, perd immédiatement sa forme gazeuse pour se condenser. Au moment où l'expérimentateur envoie un léger courant d'air pour balayer l'émanation vers le tube en U, la willémitte devient aussitôt très lumineuse aux points de condensation de l'émanation de radium. Tant qu'on



SALLE OU S'OPÈRE L'EXTRACTION DE L'ÉMANATION DE RADIUM

*A gauche, se voit l'armoire aux parois blindées de plomb, dans laquelle sont conservés les composés radioactifs; un peu plus loin, à droite, on remarque le groupe de pompes spéciales destinées à faire le vide dans la canalisation. L'opérateur se tient devant la jauge en verre servant à mesurer la pression des gaz à l'intérieur de la fiole à émanation et il en suit les variations au cours du remplissage des ampoules*

elle se condense au dessous de  $-150^{\circ}$ ; elle se volatilise pour revenir brusquement à l'état gazeux quand la température se relève au-dessus de ce point. D'ordinaire, on dispose l'expérience de la manière suivante. A l'une des tubulures du récipient renfermant l'émanation de radium, on adapte une poire soufflante en caoutchouc, puis on relie l'autre extrémité du vase à un tube de verre en forme d'U, contenant quelques morceaux de willémitte et immergé dans l'air liquide à  $-183^{\circ}$  environ. On souffle

maintient le tube en U dans l'air liquide, l'émanation demeure au même endroit si on continue à souffler un faible courant d'air dans l'appareil, mais, peu d'instants après avoir retiré le tube de l'air liquide, il se réchauffe petit à petit et quand il atteint  $-150^{\circ}$ , une légère insufflation d'air au moyen de la poire en caoutchouc suffit pour chasser l'émanation de radium qui a repris l'état gazeux qu'elle avait primitivement.

D'autre part, en soumettant l'émanation à la plus énergique action chimique,



elle reste impassible, ce qui la rapproche des gaz de la famille de l'argon.

Mais laissons-là ces hautes spéculations scientifiques dans un domaine encore plein de mystères ! Si nous voulions décrire tous les travaux de ce genre qui se poursuivent quotidiennement à l'Institut du Radium, il nous faudrait passer en revue les relations entre l'hélium et les éléments radioactifs, entre le radium et l'uranium, étudier les séries de désintégration du thorium et de l'actinium, exposer les transformations successives du radium et pousser nos investigations jusqu'à la structure intime de l'atome. Une telle enquête déborderait donc de beaucoup l'étendue de cet article. Aussi, après avoir donné un dernier coup d'œil aux appareils disposés sur la table de l'amphithéâtre de M<sup>me</sup> Curie (amplificateur permettant l'audition de certaines particules émises par le radium, tubes à déviation magnétique des rayons cathodiques pendus à un fil horizontal, lanterne de projection, bobine avec ses accessoires pour produire des courants à haute tension, etc.), nous allons pénétrer dans les laboratoires de biologie de l'Institut du Radium, dirigés par le professeur Regaud.

Ce service, installé dans le Pavillon Pasteur, s'occupe principalement des recherches expérimentales concernant l'action biologique des radiations, la connaissance de leurs effets sur les tissus, sur les divers organes, sur les différentes fonctions et, en particulier, sur les éléments cellulaires du cancer. Pour remplir ce programme, les techniciens ont reconnu la nécessité, non seulement de ne point séparer l'action de radiations aussi voisines que les rayons  $\gamma$  du radium ou du thorium et les rayons X, mais encore de rapprocher, de superposer et de contrôler sans cesse les résultats obtenus avec ces deux types de radiations, de même qu'il y a lieu d'associer fréquemment les rayons  $\gamma$  ou *curiethérapie* avec les rayons X ou *roentgenthérapie*.

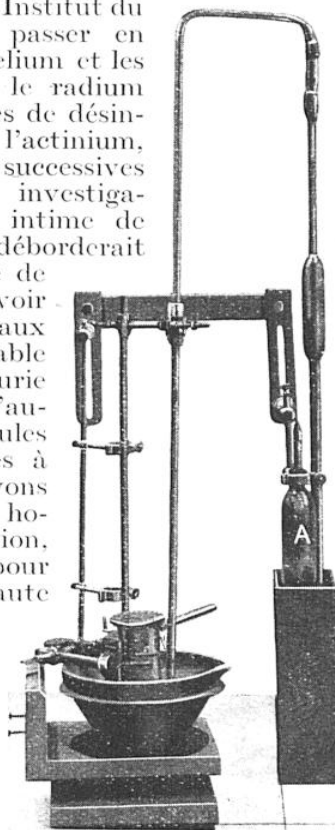
A cet effet, le pavillon possède un matériel radiographique suffisamment

puissant pour qu'on puisse y poursuivre toutes les variétés d'expérimentation sur les cobayes, les lapins, les rats, et autres animaux de laboratoire. L'ensemble du poste comprend deux salles : l'une, réservée aux sujets en expérience, l'autre

destinée à l'observateur. Ces deux pièces sont séparées en partie par un mur, en partie par une cloison robuste, supportant un revêtement de feuilles de plomb de 3 millimètres d'épaisseur ; au milieu de ces lames protectrices, se trouvent encastrées, à des hauteurs différentes, trois fenêtres en verre au plomb de 12 millimètres d'épaisseur. De la sorte, l'observateur, protégé contre les rayons, peut contrôler la bonne marche des opérations et le fonctionnement régulier des appareils. Les dangers résultant de l'emploi de quantités considérables de rayons dont la fréquence et le pouvoir de pénétration s'accroissent d'année en année, exigent que l'opérateur, chaque jour exposé, soit, aussi parfaitement que possible, mis à l'abri des brûlures par l'écran de plomb et par une distance suffisante de la source de rayons X.

Outre les différents dispositifs de protection et de fixation destinés aux sujets en expérience, la première salle contient des appareils nécessaires à la transformation du poste expérimental en poste thérapeutique ainsi que des instruments de mesure, un fluoromètre de Guillemot et divers électroscopes. Une

cupule de verre au plomb, fermée, du côté du sujet, par des localisateurs également en plomb, enferme partiellement l'ampoule productrice de rayons X ; en outre, un large bouclier d'aluminium doublé de feutre épais absorbe la plus grande partie des faisceaux parasites ou secondaires susceptibles d'amener des perturbations. D'ordinaire, on utilise des ampoules Coolidge, dont le circuit de chauffe est alimenté tantôt par un transformateur, tantôt par une



APPAREIL POUR OBTENIR ET CAPTER L'ÉMANATION DE RADIUM

A, fiole renfermant une solution radifère d'une valeur d'environ un million ; à gauche, tubes manométriques en relation avec le récipient qui renferme la précieuse matière.

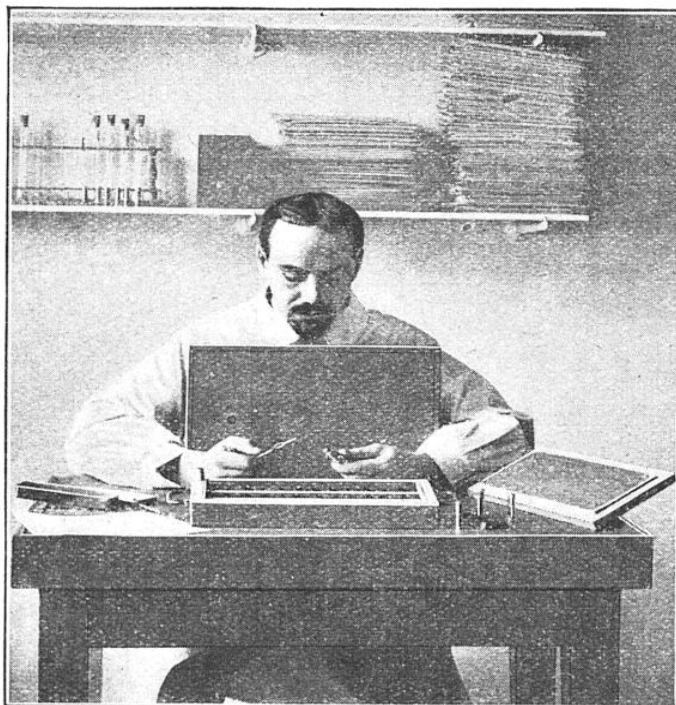


batterie d'accumulateurs de 60 ampères-heure, lorsque l'expérimentation exige un courant parfaitement constant.

La salle de l'observateur comporte le dispositif de transformation du courant primaire, c'est-à-dire plusieurs types de bobines et d'interrupteurs (Gaiffe et Ropiquet) pouvant fonctionner, soit directement sur le courant alternatif, soit sur un courant continu à voltage variable, grâce à une dynamo, soit enfin, lorsque la précision de l'expérimentation l'exige, sur un courant continu parfaitement fixe, provenant d'une batterie d'accumulateurs de 60 ampères-heure. Un kénotron, dont le filament de chauffe est lui-même en relation tantôt avec une batterie d'accumulateurs, tantôt avec un transformateur, selon les nécessités, absorbe l'onde inverse des bobines et quelques soupapes de Villard constituent un appareil de secours en cas d'accident. Ce matériel, quoique d'une puissance assez limitée, permet aisément l'emploi au secondaire de courants de 3 à 4 milliampères avec 25 à 27 centimètres d'étincelles entre pointes, durant une moyenne de huit à dix heures. Avec ces appareils perfectionnés, le Dr Regaud et ses collaborateurs actuels, les Drs Coutard et Lacassagne, s'efforcent de se rendre compte du mécanisme d'action des radiations sur les organismes sains et malades. S'ils n'ont pu encore résoudre la question de manière complète, eux et leurs émules

connaissent, à présent, l'inégale sensibilité vis-à-vis de tels ou tels rayons, des divers éléments constitutifs des tissus. Certains de ces derniers résistent parfois à une irradiation intense et prolongée, tandis qu'un faible rayonnement détruit entièrement les cellules de plusieurs autres. L'Institut du Radium abrite provisoirement au Pavillon Pasteur

les cancéreux qu'il soigne, en attendant l'occupation d'un établissement où, grâce à la bienveillance du Dr Roux, il compte installer une série de postes roentgenthérapiques nécessaires au traitement des variétés et des localisations de cancers plus justiciables des rayons X que du radium. Une de nos photographies représente un patient soumis aux irradiations par le Dr Coutard, radiologiste du Pavillon Pasteur. Le sujet, atteint d'une petite



LA MANIPULATION DES AMPOULES D'ÉMANATION

*La table est tout en chêne et on a intercalé horizontalement et verticalement des lames de plomb entre les planches en bois, afin d'arrêter les rayons au cours des manipulations. Au moyen d'une pince, le préparateur introduit la petite ampoule d'émanation de radium dans une gaine en plomb qui rend son transport absolument sûr et tout à fait inoffensif.*

tumeur de la face, est étendu sur un lit-table, le corps protégé contre les faisceaux diffusés ou parasites par des feuilles de caoutchouc plombé, suffisamment opaques aux rayons X. La région roentgenisée correspond à un petit dispositif fixé à la joue et renfermant un disque de platinocyanure de baryum, susceptible de subir des modifications de teinte sous l'influence des rayons. Ce petit disque, comparé à une échelle colorimétrique, permet une appréciation sommaire de la quantité de rayonnement incident. Comme on s'en rend compte en regardant cette gravure (p. 220), l'irradiation se pratique

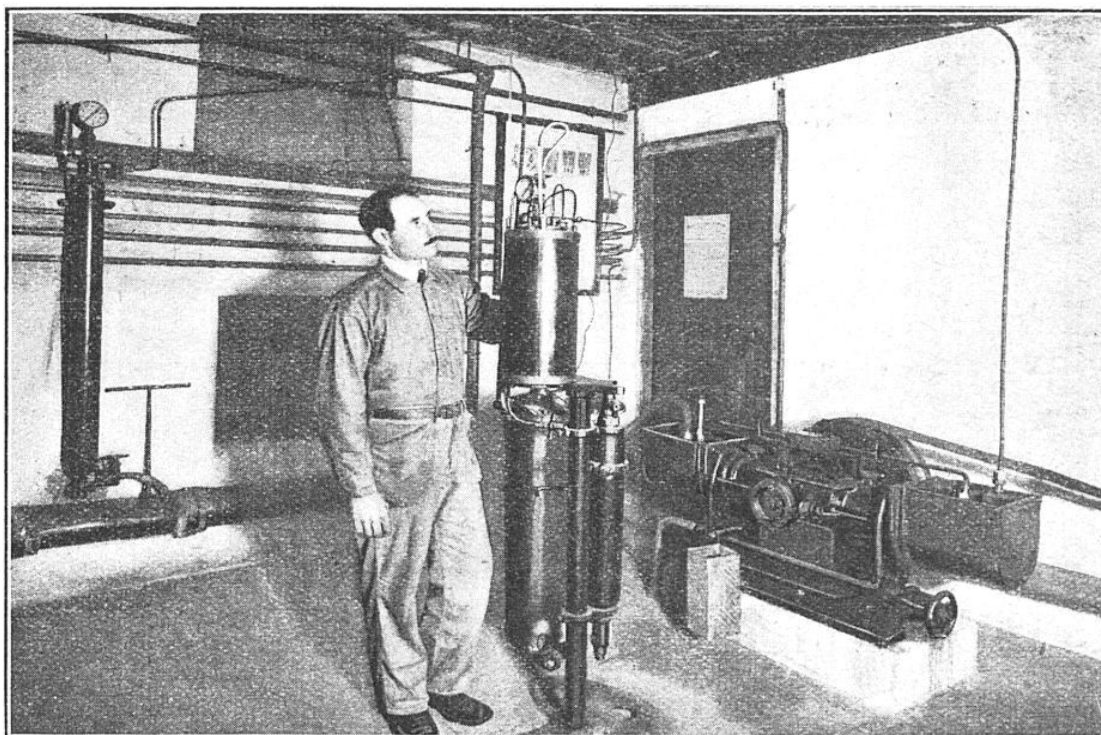


à grande distance (30 à 35 centim. du foyer à la peau), dans le but de réduire dans la plus large mesure la perte d'intensité.

Vu les progrès constants de l'instrumentation, la roentgenthérapie offre certains avantages sur la curiathérapie, car elle agit sur un champ organique beaucoup plus vaste et elle homogénéise mieux l'énergie en profondeur; toutefois, les rayons X paraissent moins efficaces que

également cancéreux, qui détruit les tissus normaux de l'organisme et se substitue, petit à petit, à ces derniers. On constate d'ailleurs de très notables différences dans leur mode de reproduction, d'où des types de tumeurs variés et diversement impressionnables aux radiations.

Suivons, par exemple, l'évolution d'un cancer d'une radiosensibilité extrême, en examinant, à des intervalles de plus en



MACHINE A AIR LIQUIDE INSTALLÉE DANS LES SOUS-SOL DE L'INSTITUT DU RADIUM

les rayons  $\gamma$  et on limite plus difficilement leurs effets. Voilà pourquoi on a jugé utile d'associer les deux méthodes pour traiter le cancer au Pavillon Pasteur. Malheureusement, tant que les projets hospitaliers caressés par le conseil de direction de cet établissement ne seront pas réalisés, trop peu de malades bénéficieront des bienfaits effluves dont l'action sur les cellules cancéreuses s'explique de la façon suivante :

Sous certaines influences d'origine encore inconnue, une cellule de l'organisme ou un groupe de cellules voisines deviennent cancéreuses. Chacune d'elles prolifère alors d'extraordinaire façon en produisant un nouveau tissu cellulaire

plus éloignés, les modifications structurales du tissu cancéreux. Nous verrons d'abord, sur les fragments prélevés ainsi dans la tumeur, la dégénérescence des cellules. Elles cessent de se diviser et ne tardent pas à mourir. Aussi les médecins espèrent guérir les tumeurs de cette catégorie, c'est-à-dire douées d'une intense activité reproductrice. Mais les choses ne se passent pas de même dans le cas d'un cancer moins sensible aux actions radiothérapiques. Si les premiers examens montrent encore la destruction d'un nombre important d'éléments, si, quelques jours plus tard, les prélèvements fragmentaires révèlent le remplacement du tissu cancéreux par un tissu normal de

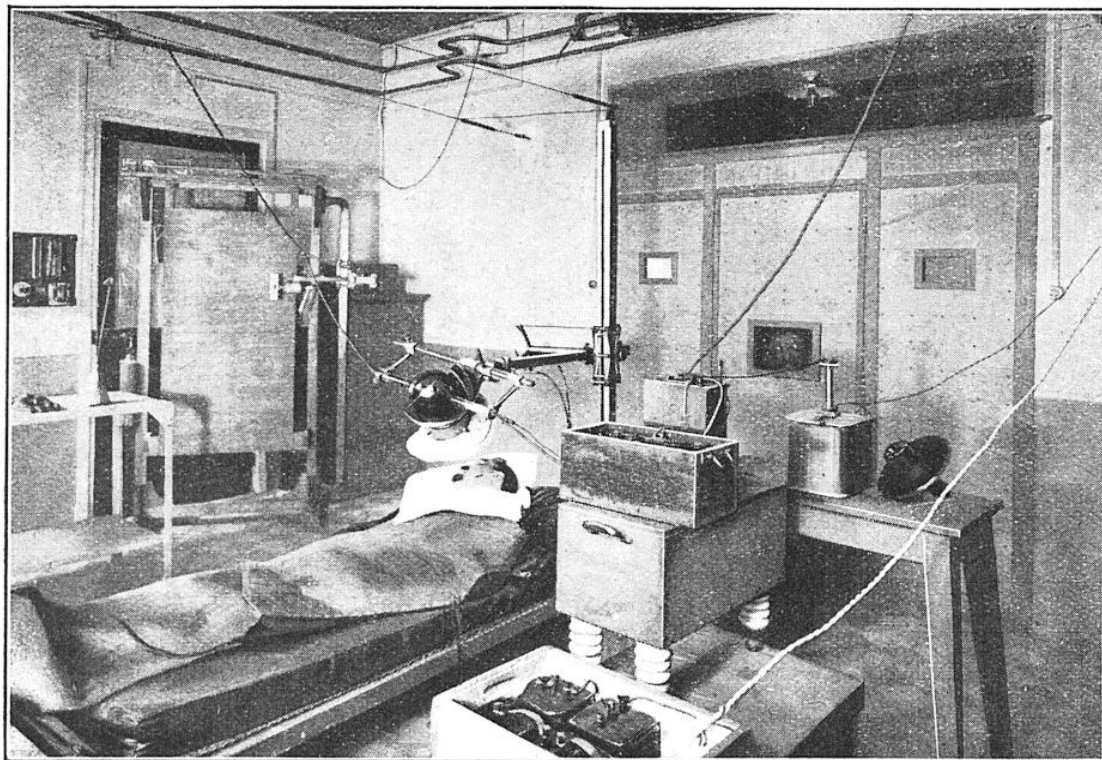


bourgeoisement, comme celui qui s'observe dans la cicatrisation des plaies, on aperçoit, disséminés çà et là, un certain nombre d'îlots cellulaires cancéreux ayant résisté au rayonnement parce que, indubitablement, ces cellules offraient un minimum de radiosensibilité à ce stade particulier de leur croissance.

En définitive, il faut profiter de la

densité de ces rayons diminue à mesure qu'on s'éloigne du foyer émissif, minuscule point formé par la matière radioactive. La réduction des radiations reçues par des surfaces égales, inégalement éloignées du lieu d'émission, est proportionnelle au carré de leurs distances à celui-ci.

Les cas de guérison du cancer à l'actif de la curiethérapie deviendront de plus



LE SERVICE DE RADIOTHÉRAPIE INSTALLÉ DANS LE PAVILLON PASTEUR

*Cette photographie représente un malade en traitement; sa tête est placée à 20 centimètres environ de l'ampoule Coolidge, laquelle est munie d'un bouclier protecteur. Le médecin est complètement à l'abri des rayons X grâce à une cloison mobile en bois bardée de plomb; il surveille, par une petite lucarne que l'on voit au fond, l'application du rayonnement.*

différence de radiosensibilité existant entre les tissus pathologiques à détruire et les tissus sains à respecter. Voilà les règles que le Dr Regaud et ses savants collaborateurs observent au Pavillon Pasteur dans la lutte contre le cancer. En curiethérapie, ils s'adressent surtout aux rayons  $\gamma$ , d'une puissance de pénétration suffisamment grande pour aller chercher au sein d'une tumeur cancéreuse les cellules à tuer. Cependant, si le rayonnement  $\gamma$  est le caustique spécifique rêvé, son action doit varier en raison inverse de la radiosensibilité de la cellule à mortifier. Or la

en plus fréquents au fur et à mesure que sa technique se perfectionnera. Les curiethérapeutes associés aux chirurgiens pour les cancers des organes profonds pourront, ainsi, soulager bien des misères. Quand les uns et les autres se trouveront désarmés ou impuissants, par suite d'infiltrations cancéreuses étendues dans les systèmes lymphatiques ou circulatoires, ils appelleront à la rescousse les roentgenthérapeutes, en attendant la découverte du remède spécifique qui vaincra définitivement le terrible fléau.

JACQUES BOYER.



# LE CHAUFFAGE CENTRAL APPLIQUE A DES GROUPES D'IMMEUBLES ET MÊME A DES VILLES ENTIÈRES

Par Charles RUDEMER

**L**E chauffage des habitations est un des problèmes qui intéressent le plus l'existence de l'homme, car, sous nos climats, celui-ci ne saurait vivre, en période hivernale, dans des locaux qui ne seraient pas convenablement chauffés, et, pour perpétuer sa race, la chaleur lui est tout aussi indispensable que le pain. De plus, l'état actuel de notre civilisation lui permet de réclamer un peu de bien-être susceptible de lui être fourni par une température douce, constante et uniforme dans la maison. Enfin, cette température doit être aussi peu coûteuse que possible, tout en ne nécessitant qu'un minimum de sujétion pour sa production et son entretien.

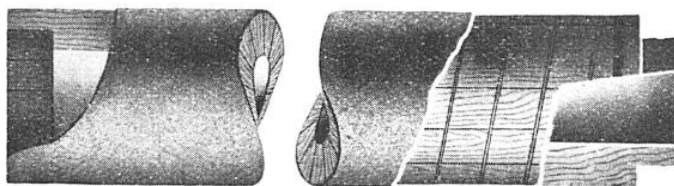
Pendant de longues années, et jusqu'à l'époque moderne, notre chauffage ne fut obtenu qu'à l'aide de la cheminée ou du poêle. Or, chacun sait que la cheminée est un appareil de chauffage à très mauvais rendement, car le rayonnement du foyer est seul utilisé, tandis que presque toute la chaleur produite s'échappe

par le conduit de fumée et est ainsi perdue. 12 à 15 % seulement de celle-ci sert pour le chauffage de la pièce. C'est donc un gaspilleur de combustible. De plus, la cheminée demande un grand entretien et occasionne, par conséquent, une notable perte de temps; il faut, en effet, transporter le bois ou le charbon, charger de temps à autre le foyer, enlever les cendres et tisonner sans cesse, travail désagréable et très salissant.

Le poêle a un rendement considérablement supérieur : lorsqu'il est bien construit, il peut, en effet, utiliser 65 et même jusqu'à

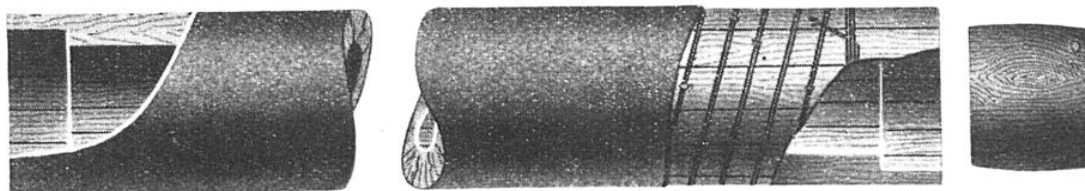
85 % de la puissance calorifique du bois ou du charbon. Il permet donc une économie notable de combustible pour la production d'une même quantité de chaleur; mais celle-ci est mal

distribuée dans la pièce, car, étant trop intense dans le voisinage du foyer, elle devient insuffisante à une certaine distance. Très souvent, en outre, le local chauffé s'empplit d'une odeur désagréable et malsaine, l'atmosphère y devient plus ou moins vite



TUYAU EN BOIS POUR CONDUITE DE VAPEUR

*Ce tuyau est formé de douves assemblées par du fil de fer enroulé autour d'elles en spirales, et recouvertes d'asphalte.*



AUTRE SYSTÈME DE GAINÉ EN BOIS POUR CONDUITE SOUTERRAINE DE VAPEUR

*Le tuyau intérieur, en fer forgé, est recouvert avec des lames d'asbeste en feuilles, et la gaine de bois, de 10 centimètres d'épaisseur, doublée d'étain, avec un espace libre d'air de 2 cm. 5 entre l'étain et l'asbeste recouvrant le tuyau, est formée de lames dressées et superposées en échelons radiaux assemblées avec rainures et languettes (bouvelage). La gaine est recouverte d'asphalte et de poix mélangée de sciure*

oppressive, occasionnant des maux de tête et un sentiment général de malaise ; parfois, même, certains types de poêles sont dangereux par suite de dégagement de gaz toxiques susceptibles d'altérer la santé de ceux qui sont astreints à les respirer du matin au soir pendant la durée de l'hiver. Enfin, les sujétions inhérentes à la cheminée subsistent avec les poêles ; la poussière et les cendres provenant de leur chargement et de leur entretien contaminent l'air ambiant et salissent tout ce qui se trouve dans la pièce.

Beaucoup des inconvénients signalés plus haut sont évités quand on utilise le gaz pour le chauffage des appartements. On a construit dans ce but des petits appareils, dits radiateurs (parce qu'ils chauffent par radiation, comme le corps de chauffe du chauffage central) très propres, très commodes, aisément transportables. Leur allumage est instantané, car il n'y a qu'à tourner un robinet et à présenter une allumette à la rampe, et ils chauffent rapidement ; mais c'est là une chaleur d'un prix de revient élevé et qui n'est pratique que dans certains cas, quand, par exemple, on ne séjourne que peu de temps dans la pièce, car l'atmosphère ne tarde pas à y devenir irrespirable si les produits de la combustion ne sont pas évacués par la cheminée. S'ils sont évacués, il faudra brûler beaucoup plus de gaz pour réaliser une température convenable et la dépense sera d'autant plus élevée. Enfin, ce système de chauffage n'est pas sans offrir de danger.

Le chauffage par l'électricité, cependant très propre et très commode, exempt de tout danger, présente les mêmes inconvénients que le gaz au point de vue du haut prix de revient.

C'est dans le but d'éviter tous ces inconvénients que les ingénieurs et les constructeurs d'appareils ont établi des dispositifs permettant de chauffer tout un immeuble, d'un point donné, avec un seul foyer. C'est

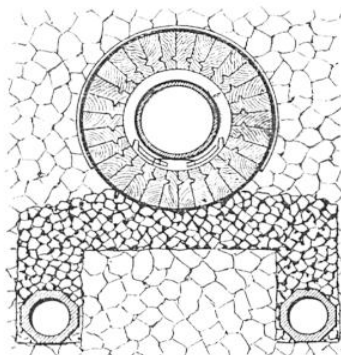
le système dit « chauffage central » qui réduit notablement la consommation du combustible et qui simplifie le service. Il utilise, ainsi qu'on le sait, comme transporteur de chaleur, l'air, l'eau ou la vapeur.

Le chauffage par l'air chaud est le plus simple, et il fut tout d'abord le plus employé. Malheureusement, la distribution de la chaleur, influencée par la direction et l'intensité du vent, ne se fait que très irrégulièrement dans les pièces chauffées. De plus, il possède des défauts tels que le professeur Gariel, de l'Académie de Médecine, a demandé, au *II<sup>e</sup> Congrès de l'Habitation*, en 1906, que ce système de chauffage fût prohibé. Il déverse, en effet, dans les appartements, malgré l'emploi de filtres à air et d'humidificateurs, un air

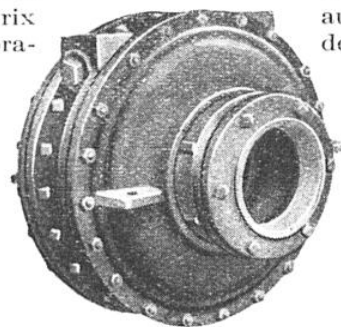
sec et chargé de poussières, quand ce n'est pas de l'oxyde de carbone, car il est prouvé que ce gaz, extrêmement toxique, comme on le sait, peut parfaitement traverser les surfaces de chauffe portées au rouge et se mélanger ainsi à l'air destiné au chauffage. De plus, par suite de l'usure, de la rouille ou même des dilatations et contractions successives, il peut s'établir des fissures qui livreront passage aux produits délétères de la combustion, lesquels, passant par les conduites d'air chaud, se répandront dans les appartements, provoquant des troubles profonds et plus ou moins durables dans l'organisme des personnes qui y vivent, parfois même, comme cela s'est vu, des accidents mortels.

Enfin, les conduits du calorifère à air chaud ne peuvent être nettoyés méthodiquement et débarrassés aisément des poussières qui s'y accumulent, depuis leur origine jusqu'à l'orifice des bouches de chaleur.

Les calorifères à eau chaude ou à vapeur sont nettement supérieurs au précédent et l'extension énorme qu'ils ont prise à l'époque moderne a considérablement amélioré l'hygiène de nos habitations en permettant de



COUPE TRANSVERSALE D'UN TUYAU DE VAPEUR EN PLACE, AVEC SES DRAINS



DOUBLE VARIATEUR, POUR COMPENSER L'EXPANSION ET LA CONTRACTION DUES AUX DIFFÉRENCES DE TEMPÉRATURE

*Il a deux diaphragmes de cuivre et possède deux bouts mobiles de façon à fournir contraction et expansion pour deux sections de tuyaux de 15 mètres de longueur de chaque côté.*



distribuer la chaleur très régulièrement et selon les besoins, tout en exigeant moins de combustible et en ne répandant ni poussière malfaisante, ni gaz nocifs.

Nous n'en parlerons pas autrement, car ils ont fait l'objet de descriptions dans des articles publiés antérieurement dans *La Science et la Vie*.

Mais on constate actuellement une tendance à remplacer le chauffage central spécial à chaque maison isolée par le chauffage collectif au moyen de stations centrales importantes, chauffant tout un groupe d'immeubles dans un certain périmètre, véritables usines fabriquant et distribuant la chaleur par des canalisations appropriées, comme cela se fait pour l'eau, le gaz et l'électricité. On arrive ainsi, en effet, à produire la chaleur à un prix aussi faible que possible, en utilisant

des combustibles à bas prix, en réduisant les frais de main-d'œuvre et en disposant les appareils de façon à tirer le meilleur parti possible de la puissance calorifique dégagée par la combustion du charbon.

Les avantages sont les suivants :

1° Propreté absolue due à l'absence de charbon, de cendres, de fumée, de suie, à l'intérieur et à l'extérieur des locaux habités ;

2° Débit de chaleur beaucoup plus constant que par l'action de chaudières particulières et facilité de réglage à volonté et instantanément, selon les besoins du moment ;

3° Pas de chaudière à installer et à surveiller presque sans relâche ;

4° Diminution des risques d'incendie par suite de la suppression du foyer. (De ce fait, certaines compagnies d'assurances consentent d'importantes réductions de primes) ;

5° Gain de la place occupée par la chaufferie et ses accessoires et par l'approvisionnement du combustible ;

6° Suppression de tout service de chauffe et de manutention malpropre du charbon ;

7° Pas de dépréciation des appareils de

production, dont on n'a pas à s'occuper ;

8° Possibilité de chauffer les maisons basses dans lesquelles on est souvent et fortement incommodé par les fumées et celles qui ne possèdent ni sous-sols, ni caves ;

9° Pas de crainte d'explosion de chaudière et meilleure hygiène par suite de l'absence de tout dégagement de gaz nocifs ;

10° Aucune préoccupation du fonctionnement et de l'entretien : la vapeur étant toujours en charge dans les tuyaux dès qu'il y a prévision de froid. Elle est constamment sous la main de l'abonné, la nuit comme le jour, pendant toute la période hivernale ;

11° Enfin, possibilité, pour les propriétaires d'immeubles de rapport, de faire établir une distribution avec compteur spécial par appartement, ce qui, en faisant supporter à chaque locataire sa con-

sommation particulière, évite toute contestation et tout gaspillage de chaleur.

Ces avantages sont tels qu'il est surprenant que le système ne se soit pas plus tôt répandu en Europe, qu'il n'ait même pas encore reçu d'application en France, alors qu'aux États-Unis et au Canada, il existe plusieurs centaines de villes pourvues de stations centrales de distribution de chaleur à domicile.

Parmi elles, un certain nombre ont une population inférieure à dix mille habitants et quelques-unes en comptent même moins de cinq mille.

Il en existe dans des

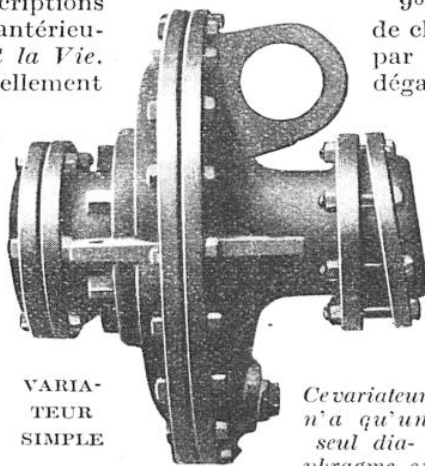
cités où la neige est presque inconnue. La première de ces installations a été établie en 1876. « L'Association nationale de chauffage par district », a contribué grandement à répandre le système.

Les installations de chauffage par distribution de ville comportent une classification ana-

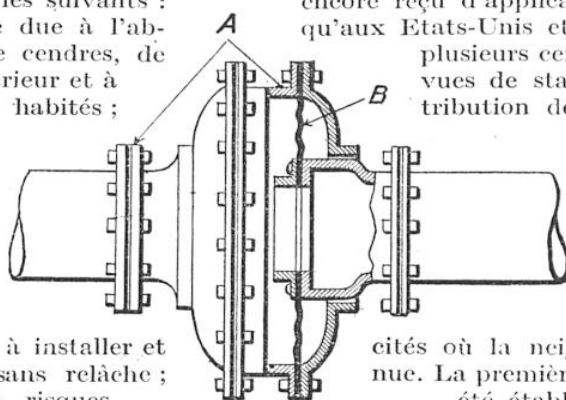
logue à celle de chauffages centraux réduits à un édifice ou à un simple immeuble.

Ces installations se divisent en stations à vapeur et stations à eau chaude.

Les premières comportent elles-mêmes une



*un seul bout mobile ; il est employé dans les endroits où l'on désire des angles ou déviations d'une ligne droite.*



VARIATEUR VU EN COUPE PARTIELLE (A DROITE DE LA FIGURE)

A, plateau fixe ; B, diaphragme en cuivre.



division : elles se classent en stations à vapeur vive et stations à vapeur d'échappement.

Dans les stations à vapeur vive, celle-ci est produite par une batterie de générateurs, distribuée à une pression variable entre 1 kilo et 8 kilos, détendue par des déten-

deurs à l'entrée des installations particulières et condensée dans les radiateurs, l'eau de condensation étant jetée à l'égout ou ramenée à l'usine par des tuyauteries spéciales de retour. Cependant, ces dernières sont rarement employées pour les raisons suivantes :

Les Américains utilisent, en général, dans les habitations, le système dit atmosphérique. Ils amènent la vapeur à l'entrée des radiateurs à une pression de 20 grammes seulement. Le robinet présente un étranglement tel qu'il ne laisse passer que 85 % de la quantité de vapeur que le radiateur est susceptible de condenser. Dans ces conditions, non seulement il n'y a pas de perte de chaleur à la sortie, mais l'eau de condensation est partiellement refroidie par les 15 % de surface supplémentaire. De plus, on fait passer l'ensemble des eaux de condensation d'un même client dans un radiateur, dit économiseur, qui en abaisse encore la température. On arrive ainsi à évacuer les eaux à la température de 40 à 50° pour la marche à pleine charge de chauffage, et à température encore plus basse pour la marche à charge réduite.

D'un calcul fait par M. l'ingénieur spécialiste Beurienne, à qui nous empruntons ces détails, il résulte que la perte est de moins de 5 %.

Le retour des eaux de condensation à l'usine exigerait un réseau de tuyauterie qui, ne fonctionnant pas d'une manière générale à plein tuyau, serait soumis à une usure

rapide par suite de l'oxydation due à la présence simultanée de l'air et de l'eau. En outre, il faudrait, dans bien des cas, aspirer ces eaux au moyen de pompes puissantes.

De plus, dans le parcours des compteurs à l'usine, l'eau de condensation abandonnerait la plus

grande partie des calories qu'elle conserve. Le seul avantage serait donc de récupérer l'eau distillée pour l'alimentation des chaudières.

Lorsque la vapeur est distribuée à la pression élevée de 8 kilos, par exemple, elle est vendue à la clientèle, qui a la facilité de l'employer soit pour alimenter des machines à vapeur, soit directement pour le chauffage, soit, enfin, pour la production d'énergie par détente dans une machine, avec emploi de la vapeur d'échappement pour le chauffage.

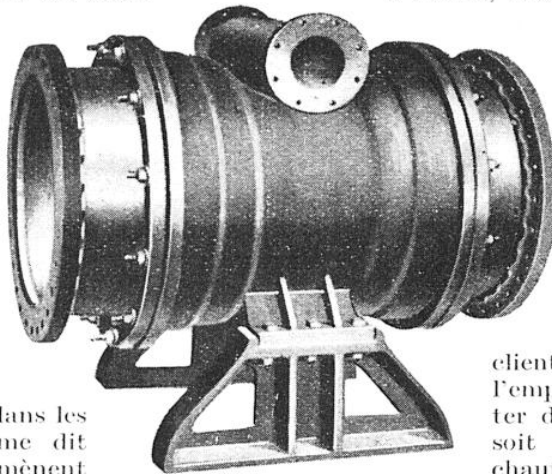
Cette dernière combinaison est la plus intéressante et celle qui se répand de plus en plus, car il y a double utilisation. La vapeur est détendue par des machines dont l'échappement se fait à contre-pression ; elle est distribuée dans des tuyauteries souterraines établies de telle sorte qu'elle conserve, au point le plus éloigné, une pression d'au moins 110 grammes, puis réduite par détendeur sur chaque branchement particulier à une valeur de 20 à 50 grammes et utilisée comme il est dit plus haut.

Cette combinaison ne doit cependant pas être faite sans une étude judicieuse et très sérieuse du problème à résoudre.

Les Américains

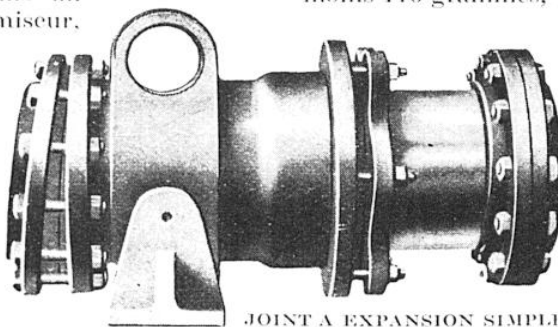
ont souvent réalisé la combinaison suivante :

A la suite de perfectionnements apportés dans la construction du matériel électrique et dans les transports à grande distance, les Sociétés d'exploitation ont été conduites à créer de grandes centrales distribuant l'énergie électrique aux anciennes stations,



JOINT A EXPANSION DOUBLE

*Ce joint est destiné à permettre le passage à la vapeur sèche prise des tuyaux principaux. Le percement est fait au sommet et la pose du branchement (jonction de service d'un abonné) est préparée sur l'appareil.*



JOINT A EXPANSION SIMPLE

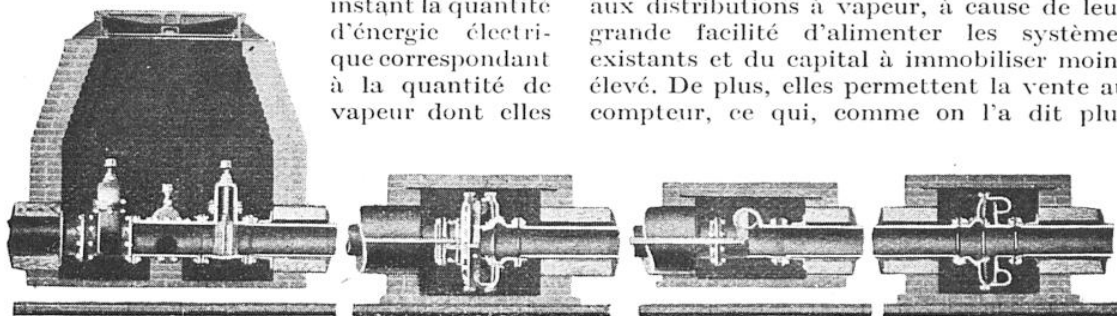


qui sont devenues ainsi des sous-stations. Des Compagnies de chauffage ont repris le matériel de ces sous-stations, en ont fait fonctionner les machines à contre-pression et distribué la vapeur d'échappement.

Leurs alternateurs sont montés en parallèle avec la centrale principale ; elles produisent à chaque instant la quantité d'énergie électrique correspondant à la quantité de vapeur dont elles

sera ensuite utilisée, alors que la charge électrique correspondra, au contraire, à une quantité de vapeur inférieure à celle nécessaire au chauffage. Ce genre d'installation conviendrait donc beaucoup mieux à des secteurs où les variations de charge électrique sont particulièrement brusques.

La pratique semble donner l'avantage aux distributions à vapeur, à cause de leur grande facilité d'alimenter les systèmes existants et du capital à immobiliser moins élevé. De plus, elles permettent la vente au compteur, ce qui, comme on l'a dit plus



ÉLEVATION SECTIONNELLE MONTRANT, EN PLACE, LES VARIATEURS SIMPLES OU DOUBLES ET LES VALVES DE LA CANALISATION. — A GAUCHE : TROU D'HOMME ET « REGARD »

ont besoin pour le chauffage, et revendent cette énergie à la Société Electrique à un prix inférieur au prix de revient de celle-ci. Le bénéfice réalisé ainsi atteint 18,5 % du capital.

Quand la station et la distribution sont à eau chaude, l'usine centrale est constituée comme celle d'une station à vapeur, avec cette différence que la vapeur sortant des machines est condensée dans un condenseur par surface. L'eau chaude qui en sort est envoyée au moyen de pompes dans des tuyauteries souterraines, puis distribuée dans les installations particulières. Elle se refroidit dans les radiateurs et est ramenée par d'autres tuyauteries à l'usine où elle rentre au condenseur. Le cycle est fermé.

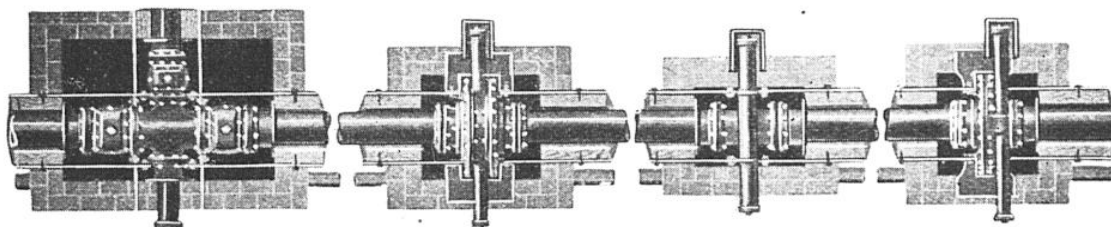
L'avantage du système est d'éviter la perte de vapeur momentanément en excédent, quand la consommation de l'énergie électrique est faible ou nulle. La masse d'eau de la distribution et, au besoin, la masse additionnelle d'un réservoir, peuvent emmagasiner une forte quantité de chaleur qui

haut, évite le gaspillage par la clientèle.

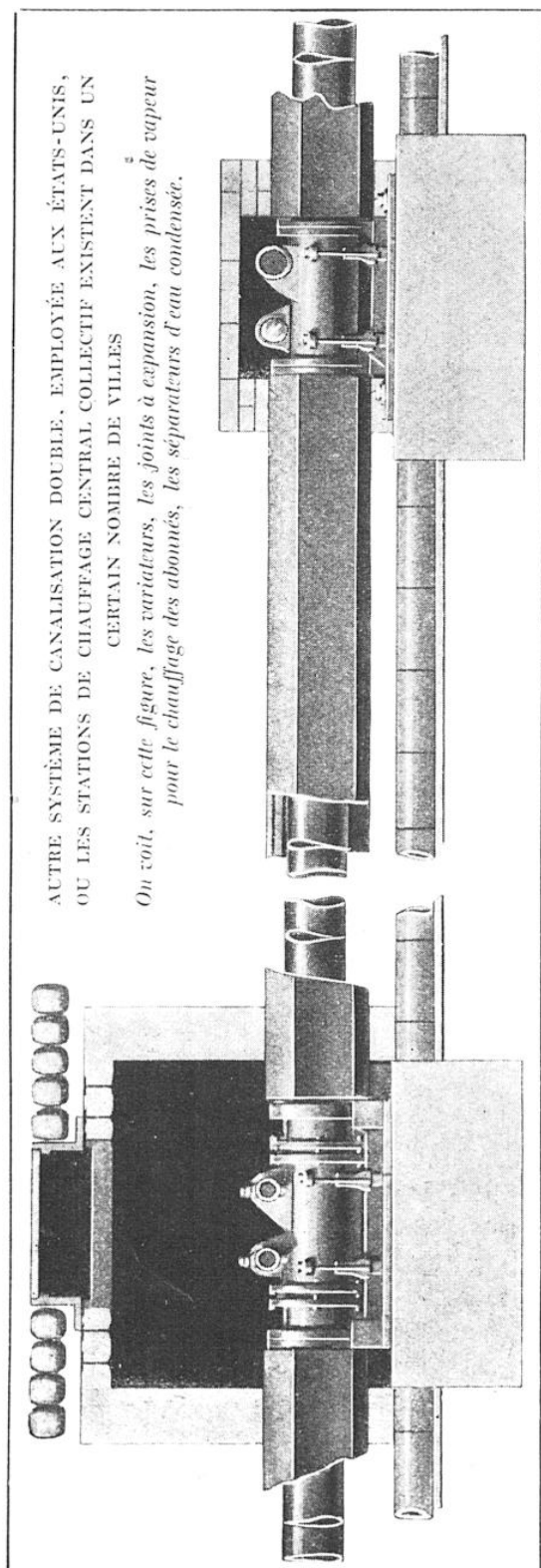
Il existe cependant, aux Etats-Unis, de très importantes installations de distribution d'eau chaude, à domicile, mais elles paraissent être de moins en moins en faveur.

La combinaison qui semble la plus avantageuse consiste dans un secteur de distribution de vapeur alimentant des chauffages à eau chaude particuliers. Ces derniers ont l'avantage pour le client, de présenter un réglage plus facile et, pour la Compagnie exploitante, de pouvoir absorber momentanément un excédent de chaleur qu'ils restituent ensuite, d'où il résulte une régularité beaucoup plus grande dans la marche de l'usine de distribution.

Lorsqu'on parle d'une distribution de vapeur ou d'eau chaude, à une distance d'un ou deux kilomètres, la première objection que font les personnes non initiées au système, c'est que les déperditions en route doivent être considérables. Nous verrons par la suite qu'elles sont, au contraire, peu



VUE EN PLACE DES JOINTS DE DILATATION, A EXPANSION SIMPLE OU DOUBLE, DITS AUSSI JOINTS DE FUITE, DESTINÉS A COMPENSER LARGEMENT LA DÉTENTE DE LA VAPEUR



importantes, grâce aux dispositifs d'isolement employés pour les réduire. Plusieurs de ceux-ci ont été réalisés depuis la création des distributions de chauffage et ils varient suivant les diverses Compagnies.

Celui de l'*American District Steam Co.*, qui a installé un très grand nombre de distributions, se compose d'un tuyau métallique d'abord recouvert de trois couches d'une feuille de carton d'amiante de 1 millimètre d'épaisseur, enroulées avec du fil de cuivre. Le tuyau est maintenu au centre d'un conduit en bois formé par des douves en sapin blanc ayant subi une préparation spéciale, lesquelles s'assemblent entre elles par des rainures et des languettes et sont bloquées ensemble au moyen d'un fil d'acier galvanisé de quatre à cinq dixièmes de millimètres, assez tendu au serrage pour pénétrer à l'intérieur du bois (fig. page 221). Ce conduit enterré est construit en pièces de longueurs variables, dont la moyenne est d'un peu plus de 2 mètres. A l'une des extrémités se trouve un tenon, à l'autre une mortaise. Son diamètre dépasse de 50 millimètres celui du tuyau qu'il recouvre, créant ainsi un isolement d'air de 25 millimètres qui est un excellent calorifuge. Sa surface intérieure est recouverte d'une feuille de fer-blanc qui a pour but de réfléchir la chaleur rayonnante émise par le tuyau. Son épaisseur est de 10 centimètres et il est recouvert d'un enduit à base de goudron. Au montage, chaque tenon d'un conduit est introduit dans la mortaise de l'élément suivant. Le joint est fait avec du goudron chaud. Le tuyau intérieur concentrique est protégé par un papier goudronné spécial qui recouvre la paroi extérieure, sauf à la base du conduit. L'ensemble est placé dans la tranchée sur un lit pierreux, et des drains en communication constante avec l'égout sont disposés à la base de la tranchée. Quoique l'enveloppe en bois soit étanche à l'eau, la présence de celle-ci dans le terrain environnant augmenterait, en effet, le coefficient de transmission de la chaleur. La tuyauterie en fer est centrée et maintenue en place dans la conduite au moyen de guides fixes, de guides à rouleaux ou à billes. Des colliers disposés de distance en distance, empêchent le mouvement longitudinal de l'air entre la tuyauterie et le conduit. (Voir les figures des pages 224 et 225.)

Les dispositifs pour ménager la dilatation ont été également établis en grand nombre : coudes de dilatation, joints d'expansion à presse-étoupe, enfin, joints d'expansion à diaphragme dénommés « variateurs », qui servent à relier ensemble les tuyauteries. Un



des deux tuyaux à relier est attaché à un plateau fixe *A*, l'autre, au centre du diaphragme en cuivre *B*, joint par ses bords au plateau fixe et dont le centre est susceptible de se déplacer pour compenser la dilatation des deux tuyaux (fig. p. 223).

Ces appareils sont trous d'homme construits en briques et possédant un double couvercle pour empêcher les déperditions de chaleur (fig. page 225).

La soudure autogène, peu employée jusqu'à ces derniers temps aux États-Unis, apporte actuellement un perfectionnement important en permettant de réduire le nombre des joints, et, par suite, le prix de revient de l'installation, ainsi que les pertes résultant des fuites et la déperdition par les surfaces des brides.

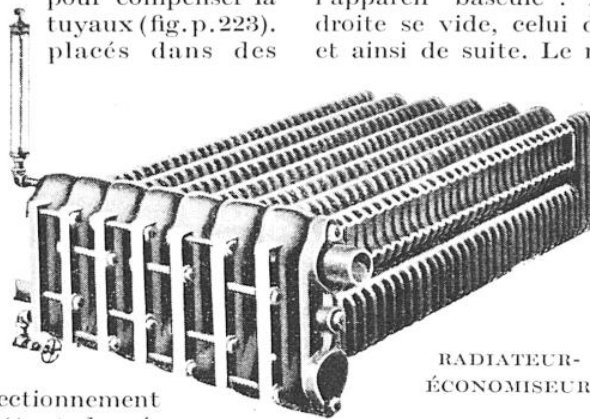
Le compteur pour l'eau de condensation (car c'est celle-ci qui indique la quantité de vapeur livrée à l'abonné, chaque kilo d'eau condensée correspondant à environ cinq cent trente calories), se compose d'un réservoir à deux compartiments oscillant autour

d'un axe. Quand il est dans la position indiquée par la figure de la page 229, l'eau se déverse dans le compartiment de droite, et, lorsque celle-ci a atteint un certain poids, l'appareil bascule : le compartiment de droite se vide, celui de gauche se remplit, et ainsi de suite. Le nombre de basculages

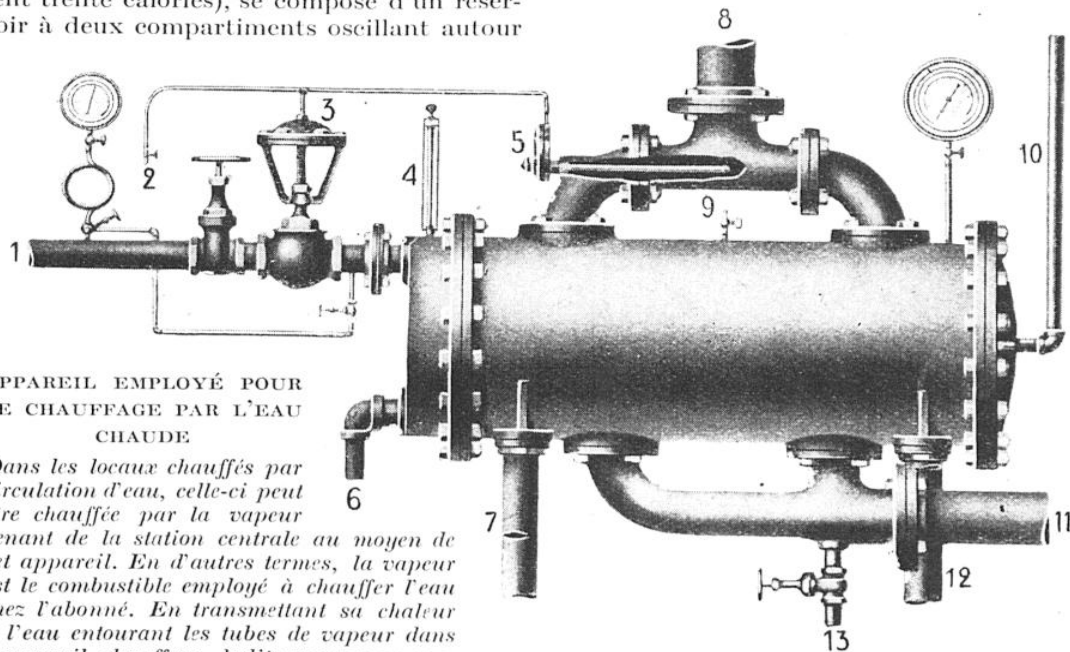
est enregistré par les cadrans que porte le compteur.

Les Américains emploient aussi le mode de vente au mètre cube chauffé et au mètre carré de radiateurs alimentés, mais ces combinaisons ont le très grave défaut de ne pas intéresser le consommateur à la dépense, et il s'ensuit un gaspillage.

C'est là l'inconvénient des distributions à eau chaude dans lesquelles il est difficile de mesurer la quantité de chaleur fournie au consommateur, car, s'il existe de nombreux types de compteurs pour mesurer l'eau de condensation et le poids de vapeur d'une installation, aucun compteur de calo-



RADIATEUR-ÉCONOMISEUR

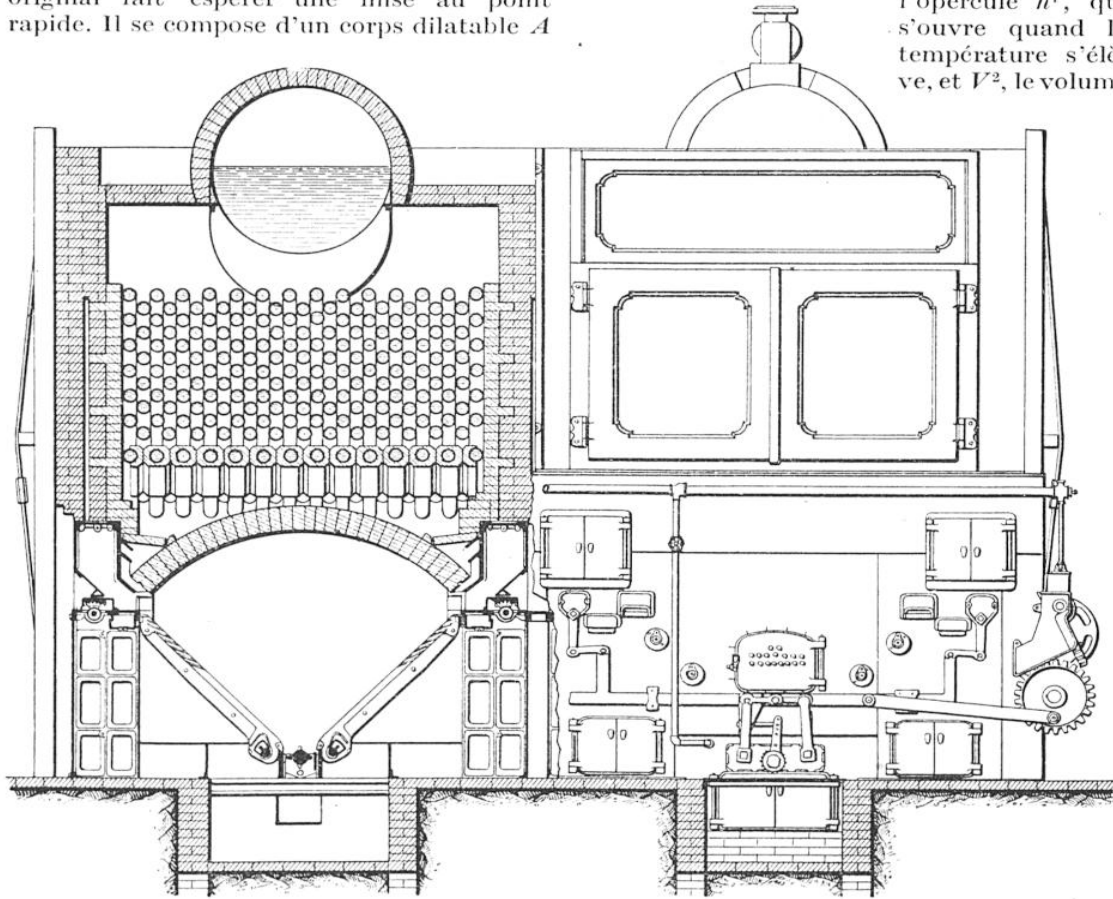


APPAREIL EMPLOYÉ POUR LE CHAUFFAGE PAR L'EAU CHAUDE

Dans les locaux chauffés par circulation d'eau, celle-ci peut être chauffée par la vapeur venant de la station centrale au moyen de cet appareil. En d'autres termes, la vapeur est le combustible employé à chauffer l'eau chez l'abonné. En transmettant sa chaleur à l'eau entourant les tubes de vapeur dans l'appareil chauffeur, ladite vapeur se condense, et l'eau qui en résulte est évacuée par une soupape automatique. — 1, arrivée de la vapeur 2 et 13, robinets de purge ; 3, valve de réglage de l'arrivée de vapeur ; 4, valve automatique pour l'évacuation de l'air ; 5, régulateur automatique de température ; 6, tuyau de retour de la vapeur 7 et 12, rapports du réservoir ; 8, arrivée de l'eau chaude ; 9, purgeur d'air ; 10, tuyau d'expansion du réservoir ; 11, tuyau de retour de l'eau refroidie.

ries, sous forme d'eau chaude, n'a encore été utilisé industriellement. M. Guillemin, directeur du service de chauffage à la Compagnie des Forges d'Audincourt, paraît cependant avoir résolu ce problème. Ce technicien a récemment conçu un compteur dont le principe très intéressant et original fait espérer une mise au point rapide. Il se compose d'un corps dilatable  $A$

pérature. Si donc on détermine, au moyen de compteurs volumétriques ordinaires, la quantité d'eau débitée pendant un temps quelconque par chacun des opérateurs, on en déduit immédiatement, à l'aide d'un calcul simple, la température moyenne de cette eau. Si  $V^1$  est le volume d'eau débité par l'opérateur  $h^1$ , qui s'ouvre quand la température s'élève, et  $V^2$ , le volume



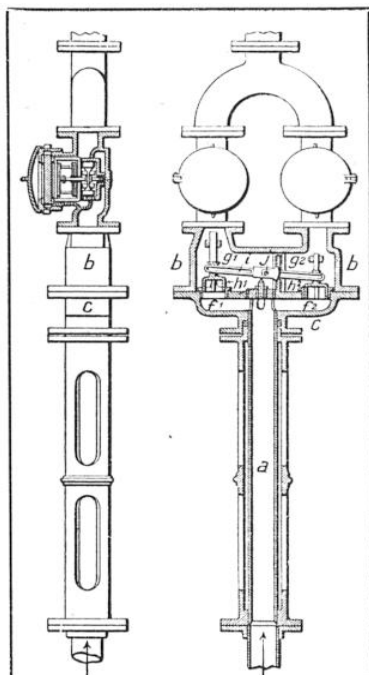
CHAUDIÈRE MURPHY DOUBLE, A TUBES D'EAU (A DROITE : VUE EXTÉRIEURE DE FACE ; A GAUCHE : COUPE TRANSVERSALE MONTRANT LE FOYER A GRILLE DOUBLE EN V)

(fig. page 229), commandant, par l'intermédiaire d'un levier multiplicateur  $I$ , deux opérateurs distributeurs  $h^1$  et  $h^2$ , situés à égale distance du point d'articulation  $J$  du levier. Sous l'influence des variations de température de l'eau chaude traversant l'appareil, le corps  $A$  se dilate ou se contracte, les deux opérateurs  $h^1$  et  $h^2$  se déplacent en sens inverse et viennent ouvrir ou fermer les deux orifices  $f^1$  et  $f^2$ , aboutissant chacun à l'un des compartiments  $g^1$  et  $g^2$  de la boîte-enveloppe  $b c$ . L'eau à mesurer est ainsi divisée à chaque instant en deux courants de volumes proportionnels à la tem-

débité par le deuxième opérateur de mouvement en sens inverse, la température moyenne de la masse d'eau écoulée, ou le nombre de calories qu'elle contient sera égal (si l'on néglige la petite différence de densité due à la variation de la température), à cent fois le volume d'eau enregistré par le compteur  $V^1$ . En pratique, on tient compte des variations de la densité de l'eau en donnant aux fenêtres de l'opérateur-distributeur  $h^1$ , une forme telle que les sections de passage soient, pour chaque température, proportionnelles à la densité.

Comme exemples de distribution de cha-





COMPTEUR DE CALORIES  
SOUS FORME D'EAU CHAUDE,  
SYSTÈME GUILLEMIN

a, corps dilatable ; b, c, boîte-enveloppe ; f<sup>1</sup>, f<sup>2</sup>, orifices aboutissant chacun à l'un des compartiments g<sup>1</sup> et g<sup>2</sup> ; h<sup>1</sup>, h<sup>2</sup>, opercules distributeurs ; i, levier multiplicateur ; j, articulation du levier.

biné avec une station électrique, une usine de production de glace et une distribution de saumure refroidie à domicile, car le système peut être complété par la vente du froid pendant toute la saison d'été.

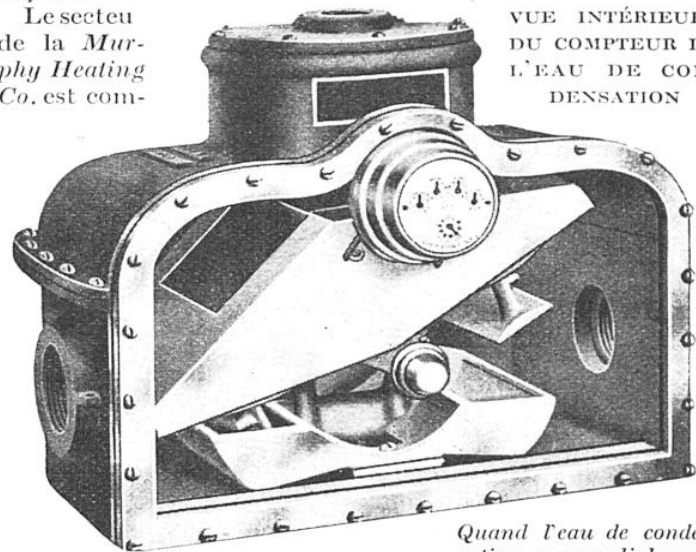
L'installation comprend douze chaudières de 400 chevaux et trois turbo-générateurs. La vapeur est utilisée pour le chauffage et pour la machine à réfrigération à l'ammoniaque. Quand on n'a pas l'emploi de la vapeur d'échappement, toute l'installation ou seulement une partie fonctionne à condensation.

La distribution comprend 66.000 mètres de tuyauteries de diamètre variant de 150 à 750 millimètres alimentant 38.000 mètres carrés de radia-

leur à domicile, on peut citer la ville de D. troit, dans le Michigan, qui possède plusieurs stations réunissant presque tous les types de chauffage par la vapeur.

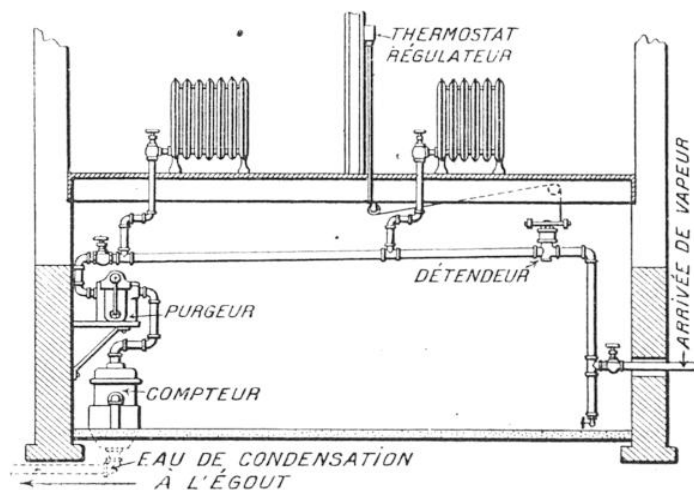
Le secteur de la *Murphy Heating Co.* est com-

teurs. La vapeur est vendue au compteur à raison de 5 fr. 40 les 100 kilos. Dans une installation privée, 1 kilo de charbon ne produisant pratiquement que 7 kilos de vapeur, le prix de la tonne de charbon devrait être de 37 fr. 80 pour que le prix de revient du chauffage fût le même qu'avec la station centrale. Il resterait encore à l'avantage de cette dernière la suppression du chauffeur et de l'entretien du générateur. Le capital est de 1.625.000 francs et le revenu annuel de 500.000 francs. (Ces prix sont ceux enregistrés avant la guerre.)

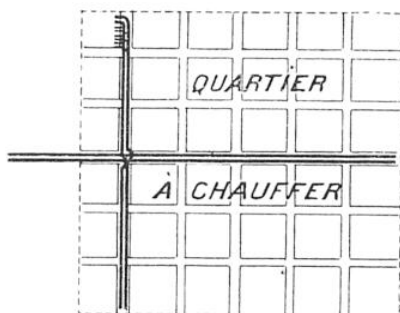
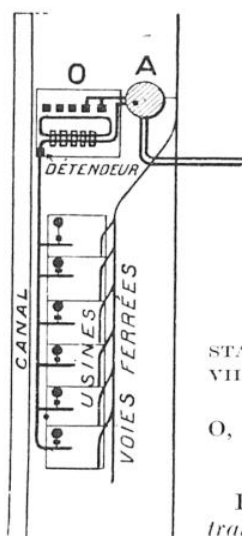


VUE INTÉRIEURE  
DU COMPTEUR DE  
L'EAU DE CONDENSATION

Quand l'eau de condensation a rempli le compartiment de droite, celui-ci, rendu ainsi plus pesant, bascule et se vide ; le compartiment de gauche se remplit alors, et ainsi de suite. Le nombre des basculages est indiqué par les aiguilles des cadrans.



INSTALLATION DE CHAUFFAGE PAR LA VAPEUR CHEZ L'ABONNÉ



STATION CENTRALE ALIMENTANT UNE VILLE OU UN QUARTIER EN FORCE MOTRICE, ÉCLAIRAGE ET CHAUFFAGE

O, usine centrale de production ; A, accumulateur à eau chaude.

Dans le secteur de la *Central Heating Co.*, la combinaison adoptée a été celle de la reprise d'une station électrique devenue sous-station. Elle alimente 30.000 mètres carrés de radiateurs. Avec la vapeur, elle produit le courant électrique pour le service du quartier, en empruntant ce qui lui manque ou renvoyant un excès à la station centrale générale suivant les besoins du chauffage.

Cette Société distribue la vapeur, soit à 1 kilo de pression, ce qui permet d'assurer le service des cuisines et des buanderies, soit à 8 kilos aux industriels, qui peuvent employer cette vapeur pour produire la force motrice ou le chauffage.

L'*American District Steam Co.* chauffe un quartier de la ville de Cleveland (Ohio), par une centrale à vapeur à la haute pression de 8 kg. 8 réduite à 4 kilos à la fin de la distribution. Le détendeur de pression est installé dans le sous-sol de chaque client (fig. p. 229). En plus du réglage général de l'installation, un régulateur thermostat agit comme appareil de sûreté pour empêcher l'arrivée de vapeur à haute pression dans les radiateurs. Il procure, en outre, des économies allant jusqu'à 25 et 30 % et évite,

en même temps, la sujétion du réglage de l'appareil à la main.

A Harrisbourg, on utilise le système Holly perfectionné qui ne diffère pas sensiblement des précédents. La vapeur est fournie aux abonnés à la pression de 9 kilos. La consommation de vapeur est mesurée par des compteurs. En établissant le devis de chaque installation, la Compagnie calcule, d'après les dimensions de l'immeuble, son exposition, son mode de construction, etc., quelle sera la consommation probable, puis elle fixe un maximum et un minimum. Entre ces deux limites, l'abonné paye exactement la quantité qu'il a employée. Si la consommation est inférieure au minimum prévu, il paie néanmoins le prix correspondant à ce minimum, si elle est supérieure au maximum, la Compagnie lui

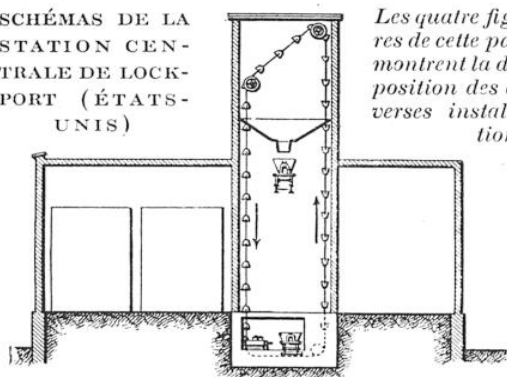


Les locaux chauffés sont extrêmement dispersés ; la tuyauterie de distribution, très longue et très compliquée, est susceptible de présenter des pertes calorifiques beaucoup plus importantes qu'elles ne le seraient

dans un quartier ou dans une ville dont les immeubles sont mieux groupés que dans cette cité américaine.



SCHÉMAS DE LA  
STATION CENTRALE DE LOCK-  
PORT (ÉTATS-  
UNIS)

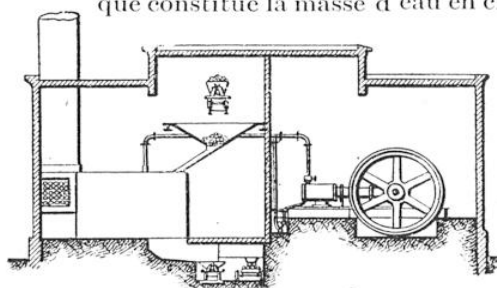


*L'élévateur de charbon vu en coupe.*

Les quatre figures de cette page montrent la disposition des diverses installations.

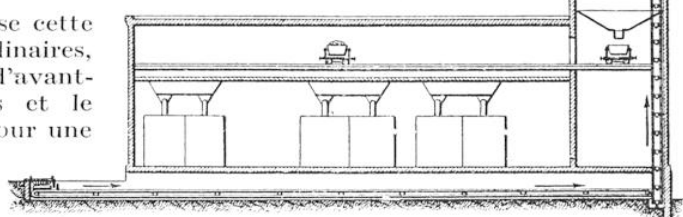
fournit gratuitement ce qui dépasse cette limite. Dans les habitations ordinaires, bien construites, le prix minimum (d'avant-guerre) est d'environ 50 francs et le maximum 65 francs par saison pour une capacité de 100 mètres cubes.

Nous avons dit plus haut que les distributions à eau chaude présentaient de grands avantages dans le cas de charges variables, par suite du volant de chaleur que constitue la masse d'eau en cir-



*Coupe schématique transversale de la salle des chaudières et des machines.*

culution, jointe à celle d'un réservoir. Elle est également avantageuse pour les transports à distance dans lesquels le pourcentage de perte de chaleur est important. Avec la vapeur, la perte absolue par la tuyauterie est sensiblement constante, quels que soient la charge et le pourcentage de perte, ce dernier d'autant plus élevé que la charge est plus faible ; au contraire, avec l'eau chaude, la température du fluide variant avec la charge, il s'ensuit que le pourcentage de perte est sensiblement constant,



*Coupe longitudinale montrant les wagons transportant et versant le charbon dans les trémies de chargement des foyers.*

quelle que soit l'importance de la charge.

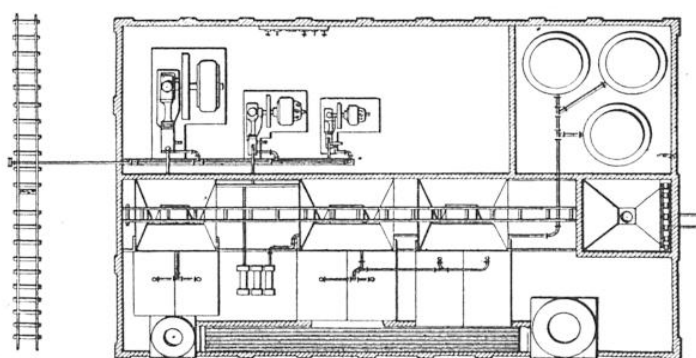
Un exemple de cette installation est fourni par la ville de Toledo. L'eau, réchauffée par la vapeur d'échappement des machines actionnant des alternateurs ou la vapeur détendue dans des réchauffeurs, est mise en circulation par un ensemble de pompes débitant 73 mètres cubes à l'heure.

La surface de chauffe est d'environ 100.000 mètres carrés correspondant à une consommation de 12.500 kilos de charbon à l'heure, soit 24.000 tonnes pour une saison.

La ville de Dresde est la première, en Europe, qui, en 1905, ait installé le chauffage à domicile. Cette station, combinée

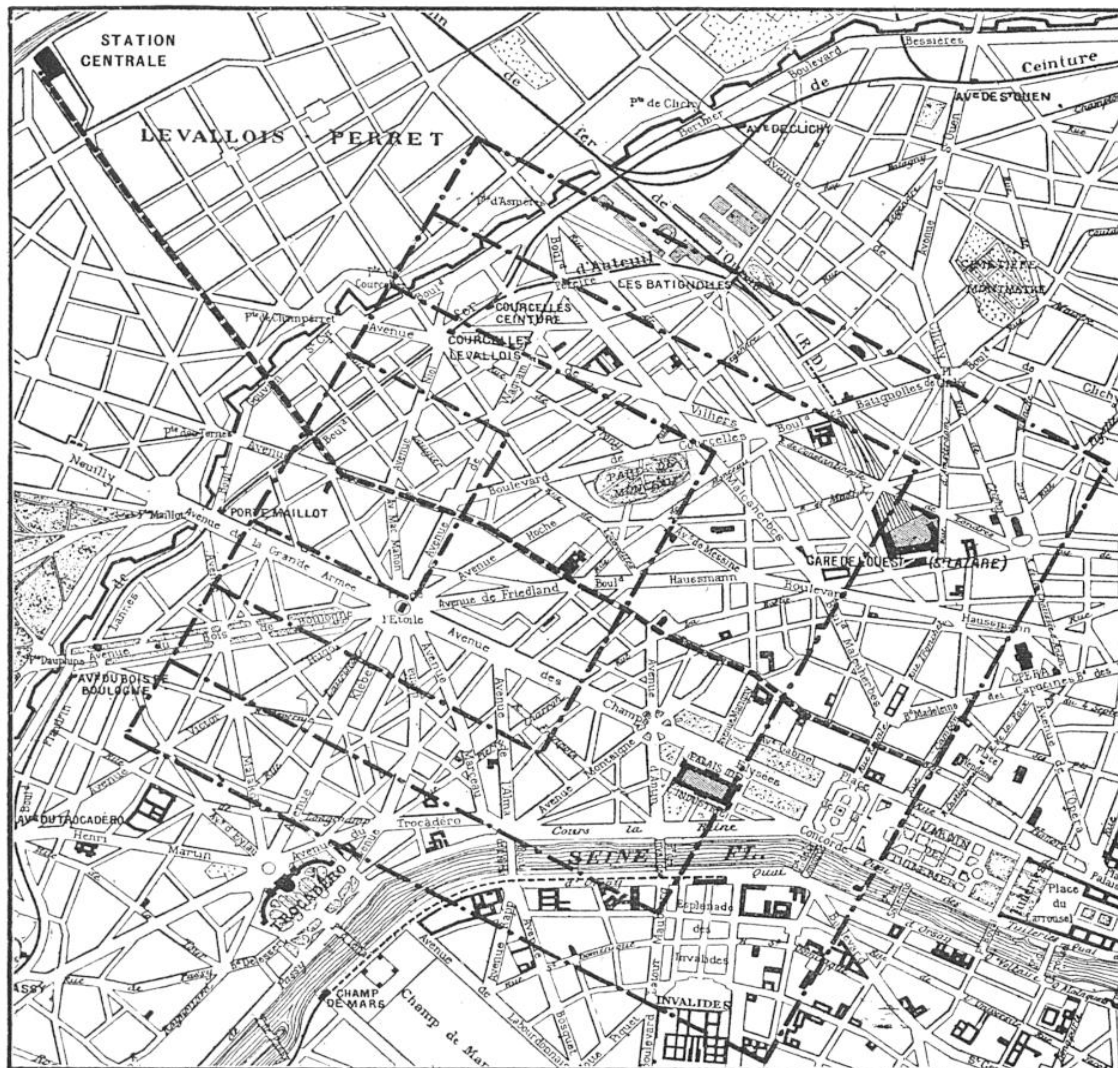
avec une usine électrique, peut produire seize millions de calories par heure et le point le plus éloigné desservi par elle est à 1 kilomètre 200. Elle contient quatorze chaudières de 200 mètres carrés de surface de chauffe. Les conduites sont protégées par des enveloppes calorifuges en déchets de soie ; elles n'ont pas de joints d'expansion, mais les dilatations sont permises par des courbes ménagées à cet effet et l'emploi de tuyaux en cuivre dans ces courbes. La vapeur, produite à 8 kilos, est réduite à 6 kilos pour la distribution au domicile de l'abonné.

La chaleur utilisée délivrée dans les



*Plan de la salle des chaudières et des machines : en bas, économiseur ; en haut à droite, réservoirs d'eau chaude servant à l'alimentation des conduites de distribution à domicile.*





APPLICATION DE LA THÉORIE DU CHAUFFAGE PAR STATION CENTRALE A VAPEUR A UN SECTEUR PARISIEN (PROJET DE M. L'INGÉNIEUR BEAURRIENNE)

*Dans ce projet, la station centrale serait située sur le territoire de Levallois-Perret, au bord de la Seine.*

conduites principales est estimée à 49 % de la puissance calorifique du charbon. Les pertes par les canalisations varient de 4 à 10 %. La dépense de charbon était (avant la guerre) de 30 pfennings par 100.000 calories distribuées, alors que le meilleur calorifère ne pouvait les produire, dans les mêmes conditions, à un prix inférieur à 60-75 pfennings.

M. Beurrienne, qui a fait sur ces distributions de chaleur à domicile de savantes études que nous avons largement utilisées, a appliqué la théorie de ce chauffage à un quartier de Paris, en donnant aux côtés du secteur des longueurs variables de 800,

1.600, 2.400 et 3.200 mètres. Il démontre par le calcul que l'exploitation d'un réseau sera d'autant plus avantageuse que le rapport de la consommation unitaire, c'est-à-dire la quantité de chaleur à fournir par unité de surface du secteur, à la densité calorifique maximum à fournir par heure et par unité de surface du réseau (cette quantité définit l'importance des tuyauteries et de leurs déperditions, et elle représente le capital à immobiliser et son amortissement, tandis que la quantité de chaleur à fournir représente le revenu de l'installation) sera plus élevée, puisque le rapport n'est autre que



celui existant entre le revenu de l'installation et le capital. La densité calorifique maximum étant fonction de la température minimum, il découle que, pour deux réseaux semblables, établis dans des villes où la température moyenne de l'hiver est la même, l'installation aura un rendement très supérieur dans celle où la température minimum est la plus élevée. Cette même densité dépend également de la température extérieure et de la nature des locaux; il est évident que, dans un quartier d'immeubles à cinq ou six étages, la quantité de chaleur à fournir par mètre carré sera plus considérable que dans un quartier d'hôtels particuliers et de maisons entourées de jardins.

Si l'on prend comme élément de discussion et de comparaison l'installation de la ville de Lockport, près Buffalo (plan p. 230), où la température moyenne de l'hiver est de  $+3^{\circ}$ , la densité calorifique de 13 calories et les pertes de chaleur de 9,5 p. 100 pour un secteur de 800 mètres de côté

avec des maisons très espacées, dans un quartier riche de Paris, où la température moyenne de l'hiver est de  $+6^{\circ}5$ , la densité calorifique serait de 36 environ, et, pour un secteur très peuplé de 800 mètres de côté, le pourcentage de perte serait de 6,5. Ainsi, pour le quartier considéré par M. Beaurienne, la station centrale de la distribution étant placée au croisement du boulevard Pereire et de l'avenue des Ternes, les tuyauteries principales suivant cette avenue et le faubourg Saint-Honoré, le rendement calorifique et le rendement du capital consacré à l'installation seraient, d'après les calculs de cet éminent ingénieur en chauffage, très supérieurs à ceux de Lockport. Pour la même densité calorifique, mais pour un secteur de 3.200 mètres de côté, le pourcen-

tage de perte serait de 12,5, et, si l'on plaçait l'usine sur le quai Michelet, à Levallois Perret, à 2 km. 500, on n'aurait qu'une perte supplémentaire de 5,31 % (plan p. 232).

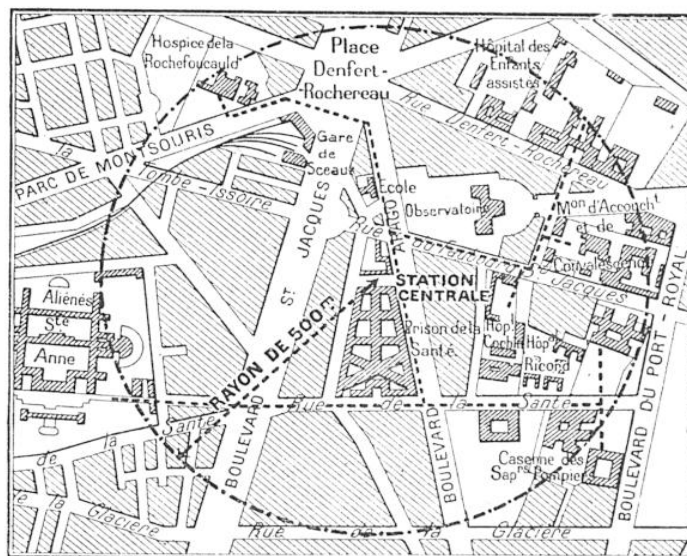
L'exploitation de ce dernier secteur de 3.200 mètres de côté, comporterait une fourniture moyenne horaire de 180.000 calories (y compris les 18 à 20 % de pertes dans les canalisations) correspondant à 335.000 kilos de vapeur et à 42 tonnes de combustibles, soit, pour un hiver, un total de 181.440 tonnes. Mais le rendement du combustible est plus élevé dans une usine centrale que dans une

chaufferie particulière; et, même en tenant compte des pertes de chaleur dans le transport, il est rationnel d'estimer que la consommation correspondante des chauffages, serait d'au moins 170.000 tonnes. Avant la guerre, on estimait que la différence entre le prix du charbon utilisé par l'usine et celui de meilleure qualité, brûlé par les particuliers, était de nature, selon les calculs

de M. Beaurienne, à procurer une économie de 4.733.920 francs sur la consommation totale.

M. Rey, architecte, a également étudié cette question du chauffage à domicile, mais en se plaçant surtout au point de vue hygiénique. Il montre les progrès que l'on peut en attendre, choisissant, par deux exemples, une application immédiate dans Paris, l'une dans le domaine de l'Etat, l'autre dans celui de la municipalité (plan ci-dessus). Dans le périmètre d'un cercle de 500 mètres de rayon, il englobe neuf importants édifices municipaux et quelques autres secondaires du quatorzième arrondissement, l'usine étant placée vers le centre, et il prouve que la Ville de Paris aurait le plus grand intérêt à concentrer dans cette usine unique le chauffage de ces locaux.

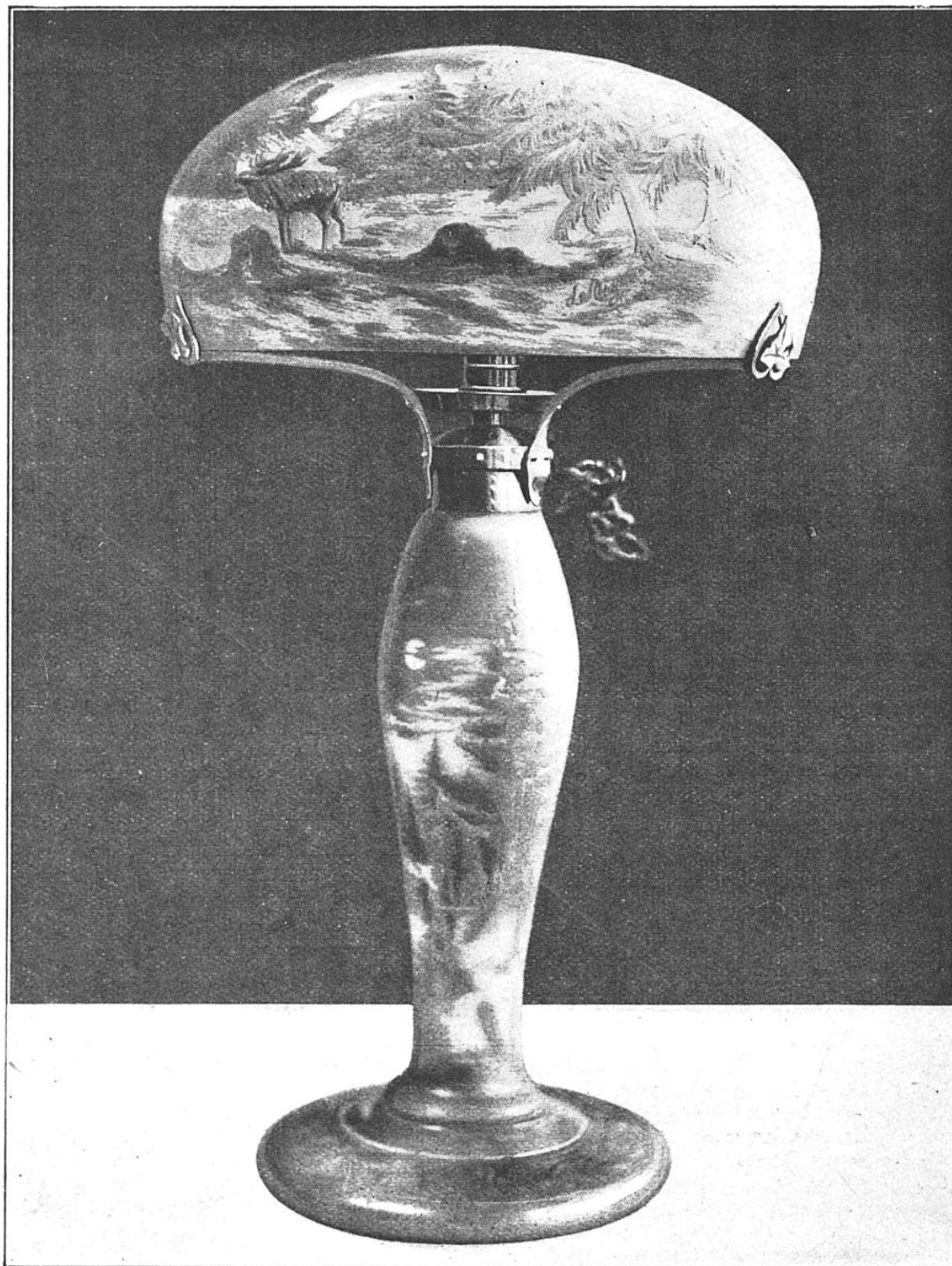
CHARLES RUDEMER.



PROJET DE M. A. REY, POUR LE CHAUFFAGE A LA VAPEUR, PAR STATION CENTRALE, D'UN GROUPE DE NEUF ÉDIFICES PARISIENS PLUS OU MOINS RAPPROCHÉS, DANS LE QUATORZIÈME ARRONDISSEMENT



## CORPS DE LAMPE ÉLECTRIQUE EN CRISTAL GRAVÉ



*Cet élégant objet est le résultat d'un véritable travail artistique assez long et extrêmement délicat.*



# LES CRISTAUX GRAVES DANS LA MASSE SONT DE VÉRITABLES ŒUVRES D'ART

Par Félix MARQUISAT

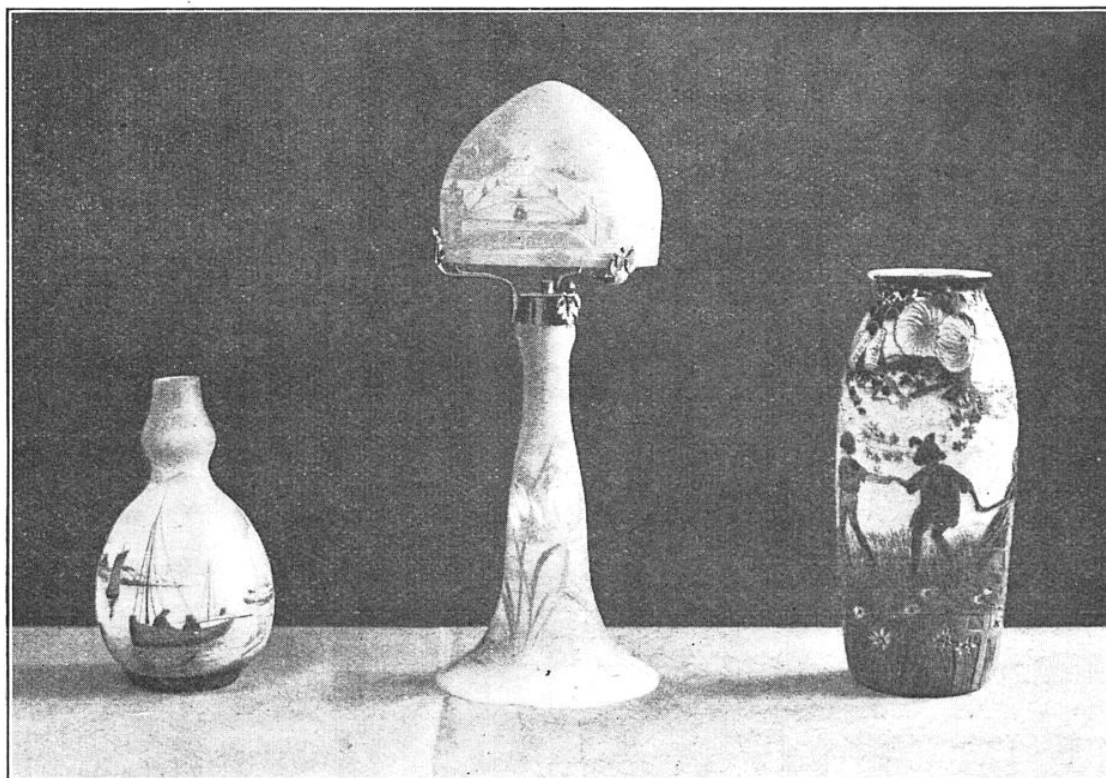
**L**ES premiers maîtres verriers étaient déjà considérés comme des artistes ; et cela peut remonter, si l'on veut aller jusqu'à l'origine du verre, avant l'ère chrétienne, puisque dès le IV<sup>e</sup> siècle avant J.-C., Théophraste citait des verreries phéniciennes, très bien organisées pour l'époque, et qu'il est démontré que les peuples antiques : Perses, Mèdes, Assyriens, possédaient des fabriques de verre dont les produits étaient exportés au loin par les flottes de Tyr.

Mais c'est surtout Venise qui, la première, développa l'industrie du verre et qui, jalouse des artistes qui lui donnaient la suprématie,

édicte des règles et des lois inquisitoriales qui, pendant de très longues années, lui assurèrent le secret de leur fabrication.

Dans la verrerie et la cristallerie, comme dans toutes les branches de l'industrie, du fer, du bois ou de la pierre, l'art a su prendre une place importante. De nos jours, si les maîtres verriers ne revendiquent plus le droit à la noblesse et le port de l'épée et du chapeau à plume que leur reconnaissait une ordonnance de 1629, du moins occupent-ils dans le monde artiste un rang que leur talent et leurs œuvres justifient amplement.

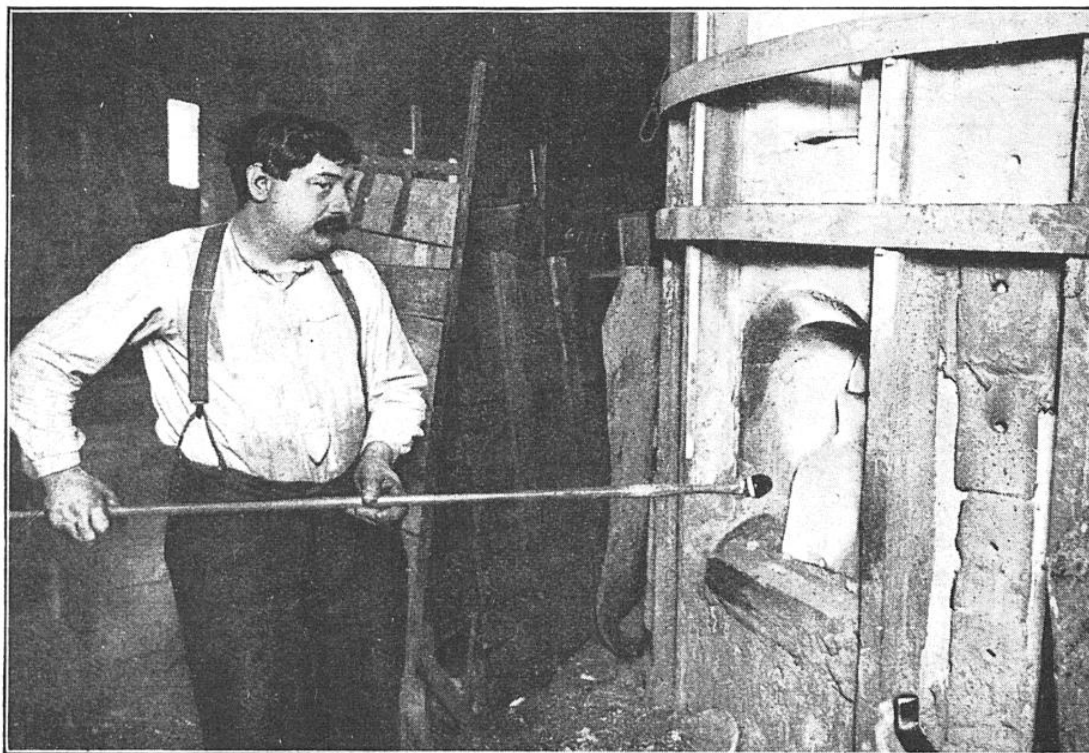
C'est dans les ateliers de l'un d'eux,



SPÉCIMENS D'OBJETS D'ART EN CRISTAL GRAYÉ, D'APRÈS LES PROCÉDÉS DE M. DE VEZ  
*Les motifs décoratifs qui apparaissent sont obtenus par la morsure plus ou moins profonde des acide.*

M. de Vez, que nous avons pris les éléments de l'article que nous consacrons ici à la cristallerie d'art et l'on y pourra voir combien un artiste arrive, par ses découvertes, ses préparations chimiques, ses procédés ingénieux et son talent particulier, à produire des objets originaux et charmants auxquels, il y a une vingtaine d'années, on n'aurait pu songer. Nous voulons parler de ces cristaux aux teintes superposées, d'où le graveur tire des effets remarquables, fouillant la matière

allant chercher dans la masse, par la morsure de l'acide ou par la meule du graveur, les tons que le verrier a su réaliser sous le feu de son creuset et superposer en couches successives qui ne font pourtant qu'un seul et même tout très homogène. Mais par quelles phases nombreuses va passer le mélange de terre dont le feu va s'emparer, la chaux, la potasse et la soude qui servent de base à la verrerie, car le verre n'existe pas à l'état naturel. Il est le produit du



LA PREMIÈRE COUCHE DE CRISTAL EST EXTRAITE DU CREUSET

*L'ouvrier souffleur cueille du bout de sa canne une première « poste » de cristal coloré qui constituera la partie intérieure du vase, comme une sorte de noyau creux.*

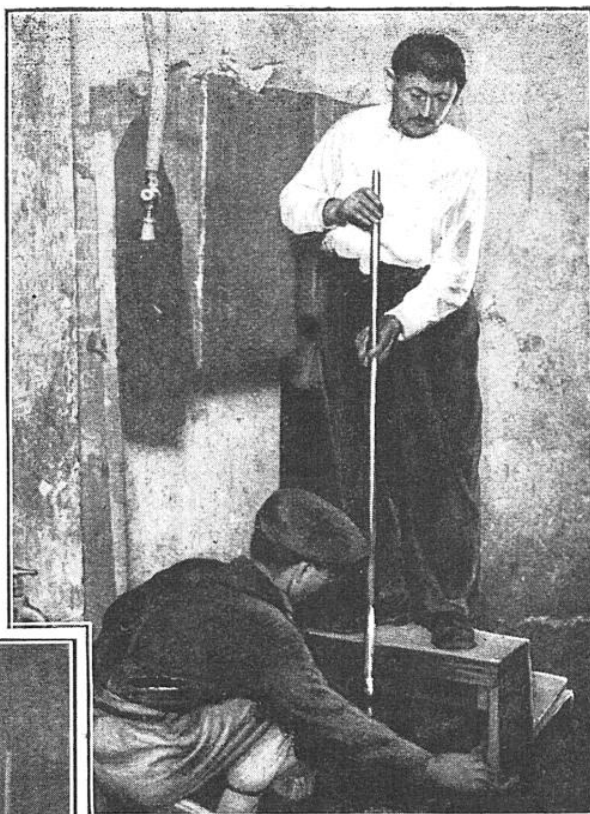
aussi finement et aussi profondément qu'on le peut faire d'un métal et faisant naître ainsi, de cette masse, de véritables tableaux dont les couleurs et les teintes ne sont autres que celles du verre même. Les quelques spécimens d'objets en cristal ainsi gravés et présentés sous forme de vases, d'urnes ou de lampadaires, donnent une idée exacte de ce qu'il est possible d'obtenir de gracieux et d'élégant comme forme, de fini comme dessin, d'harmonieux comme tons, sans que le pinceau de l'artiste entre en jeu, sans que la palette joue un rôle, mais simplement en

mélange d'un certain nombre de terres diverses qui, portées à des températures très élevées, entrent en fusion et se transforment, après refroidissement, en cette matière transparente, rigide, à laquelle on a donné le nom de verre. La silice est la matière vitrifiable par excellence ; mais, pour en augmenter la fusibilité, on l'adjoint à d'autres corps plus fondants : la soude et la potasse. Le verre commun est fait de silicate d'alumine, de soude ou de potasse et de craie blanche ou de marbre blanc broyé.

La coloration du verre ou du cristal est

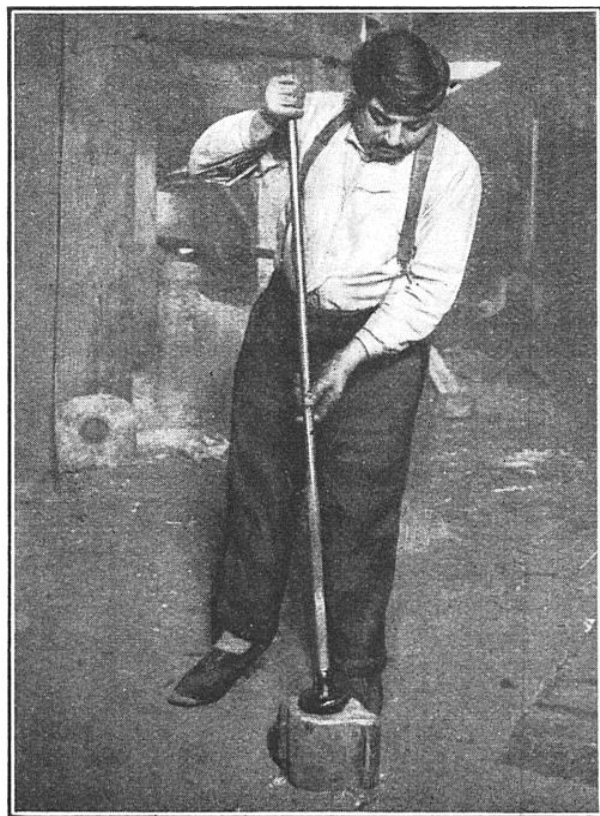


due à des oxydes métalliques qui se dissolvent par la fusion et donnent naissance à des silicates colorés qui communiquent à la masse leurs teintes propres. M. Paul Frick, dans une intéressante étude sur le verre, donne sur les procédés divers de coloration les indications suivantes : le bleu est produit par adjonction d'oxyde de cobalt ; le bleu céleste par l'oxyde de cuivre ; mais il faut que la silice ne soit pas en excès. Le vert vient de l'oxyde noir de cuivre, employé en pots couverts, afin d'éviter qu'il ne se réduise en partie sous l'influence de l'atmosphère du four. Le sesquioxyle de chrome donne le vert émeraude ; le bioxyde de manganèse le violet. Pour le jaune, on fait usage de soufre ou d'écorce de bois blanc, généralement de bouleau ; pour le jaune topaze, il suffit d'un millième de pourpre de Cassius ou d'un mélange d'oxydes de fer et de manganèse. L'oxyde d'urane



ON DONNE AU CRISTAL LA FORME PRÉVUE  
ET QUI SERA DÉFINITIVE

*Le verrier a placé la masse de cristal dans un moule et, monté sur son escabeau, il se prépare à la souffler à l'aide de sa canne.*



COMMENT ON POSE LES COUCHES SUCCESSIVES

*Le verrier engage la première « poste » dans une sorte de petit entonnoir constitué par deux autres couches de cristal coloré déjà superposées.*

fournit un verre jaune à reflets verdâtres, à condition que le mélange ne contienne pas de soude et que la silice n'y soit pas incorporée en excès.

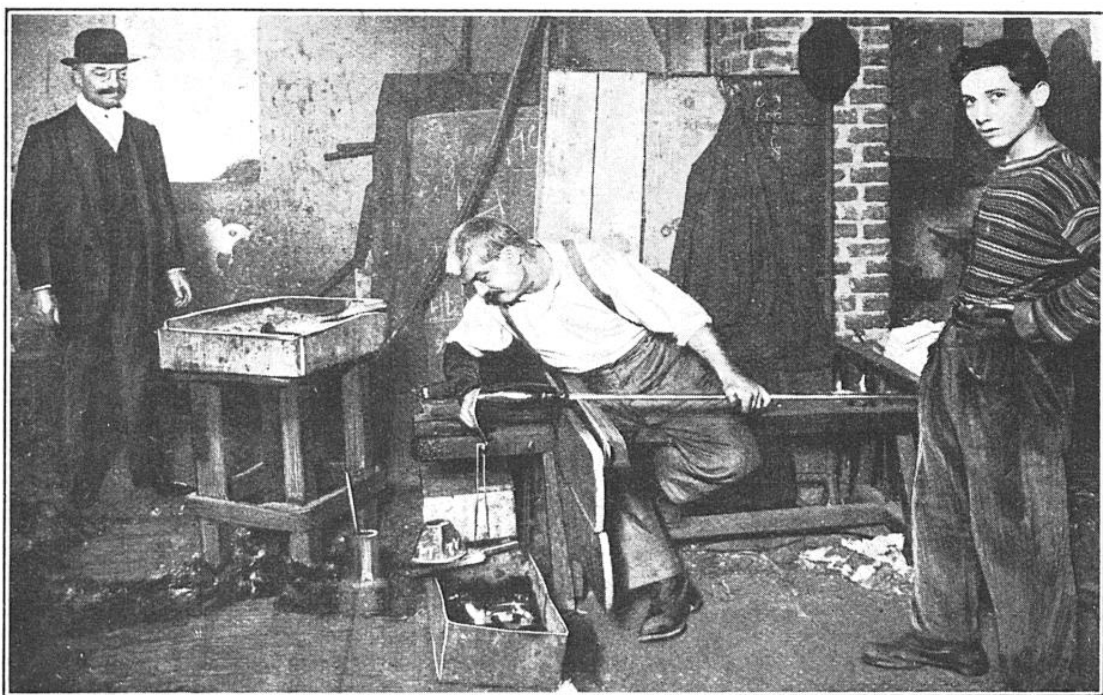
L'argent et l'or sont des agents également employés. Ainsi, l'argent donne une belle coloration jaune orange. On l'applique au pinceau sous forme d'une bouillie claire composée de chlorure ou d'oxyde d'argent, de colcotar ou d'argile délayés dans l'essence. Une fois la pièce cuite au moufle, on enlève à la brosse la poudre d'oxyde de fer ou d'argile qui reste sur le verre. Pour le verre rouge on emploie les sels de protoxyde de cuivre ; on y ajoute un peu d'étain ou de fer dont la présence empêche une suroxydation du cuivre. Si on arrose le sable qui doit entrer dans la préparation d'un verre avec une solution de chlorure d'or à un degré de dilution tel





LES OUVRIERS PRÉPARENT LE TRAVAIL DU « CHEF DE PLACE »

*L'un d'eux fixe la pièce par son fond sur une tige appelée « poutil » et l'adhérence s'opère assez rapidement en refroidissant le verre sur lequel un autre ouvrier souffle à l'aide d'un tube.*



PUIS ON DONNE AU COL DU VASE UNE FORME ÉLÉGANTE

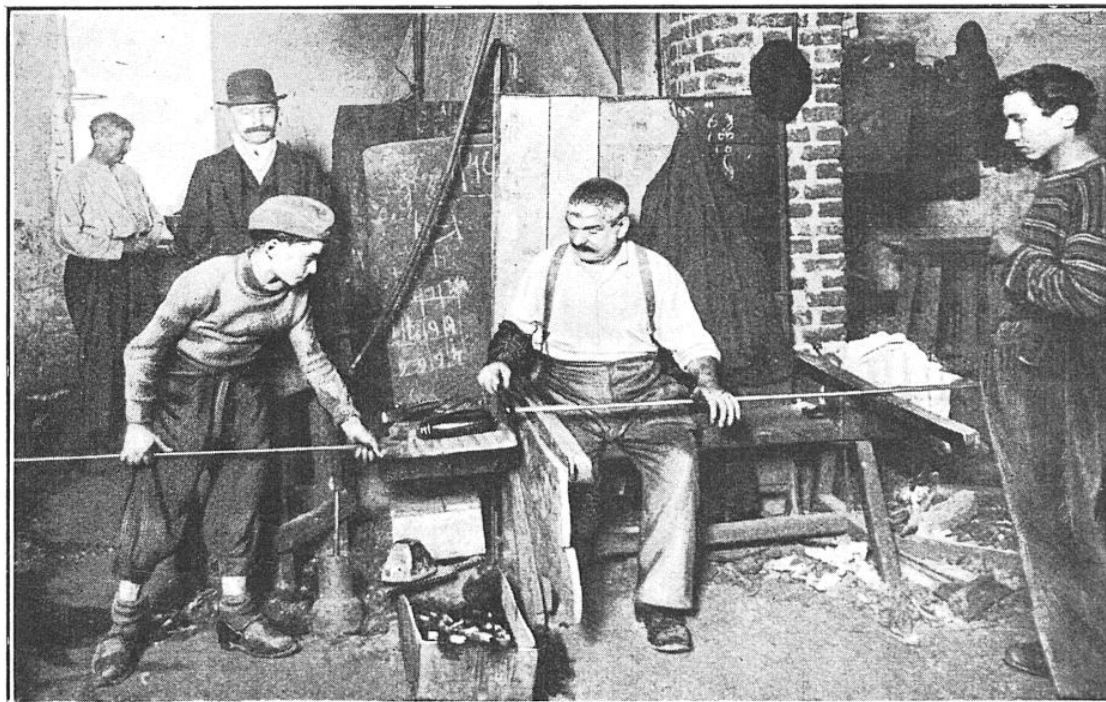
*Le chef de place fait rouler devant lui la pièce fixée au poutil et, au moyen d'une simple pince manœuvrée à la main, il en façonne l'extrémité encore chaude et suffisamment malléable.*



que la teneur du chlorure ne soit pas supérieure à un millième, le verre produit n'offrira aucune teinte, mais si on le réchauffe doucement, on le voit immédiatement prendre une splendide coloration rouge rubis. Pour éviter qu'à ce moment, l'or se précipite à l'état métallique, on a soin de constituer la paraison définitive de trois couches, la première et la troisième en verre blanc ordinaire ; la seconde, celle du milieu, en verre à l'or. Dès que la première est formée, l'ouvrier applique sur elle un fragment

vert émeraude résulte d'un mélange d'oxyde de cuivre et d'urane, qui donnent l'un une coloration bleue, l'autre une coloration jaune.

Le verrier doit donc être à la fois chimiste, modelleur, peintre, graveur, connaître l'art du feu, la puissance des acides, être artiste surtout pour que les modèles qui sortent de ses ateliers soient goûtés et recherchés. L'industrie du verre, si elle est une des plus anciennes et des plus intéressantes, est aussi une des plus difficiles et des plus délicates ; le moindre incident, la moindre négligence dans



LA PIÈCE EST MAINTENANT FINIE, ET ELLE VA CHANGER D'ATELIER

*Le chef de place casse le vase au ras du poutil et le fait tomber, non sans quelques précautions, sur la pelle qu'un gamin lui présente.*

de verre à l'or chauffé qu'un gamin lui apporte au bout d'un poutil ; il étend ce fragment sur sa paraison, la réchauffe à l'ouvreau et, à ce moment, la couleur apparaît. L'ouvrier procède alors à un nouveau cueillage de verre blanc qui recouvre le tout. Si la quantité de verre aurifère est peu considérable, la teinte est rose. Le rose s'obtient aussi avec le silanum. Le noir résulte de la présence, dans le creuset, de basalte, charbon, noir animal, soufre, en grande quantité. Presque toujours, il nécessite une seconde fusion. En combinant plusieurs oxydes, on obtient des couleurs composées : ainsi, le

la composition des mélanges, la plus petite erreur dans l'appréciation de la température à laquelle on les soumet, dans la graduation du refroidissement suffit, jusqu'à la dernière opération, pour détruire une pièce, déjà si fragile par elle-même et qui aura coûté de longues heures de préparation et de travail.

Les mélanges des terres et oxydes préparés dans des coffres en bois, suivant les colorations diverses que l'on veut obtenir, sont disposés dans des creusets ou « pots » qui ont nécessité eux-mêmes des opérations toutes spéciales. Ces creusets, qui auront à supporter des températures excessivement



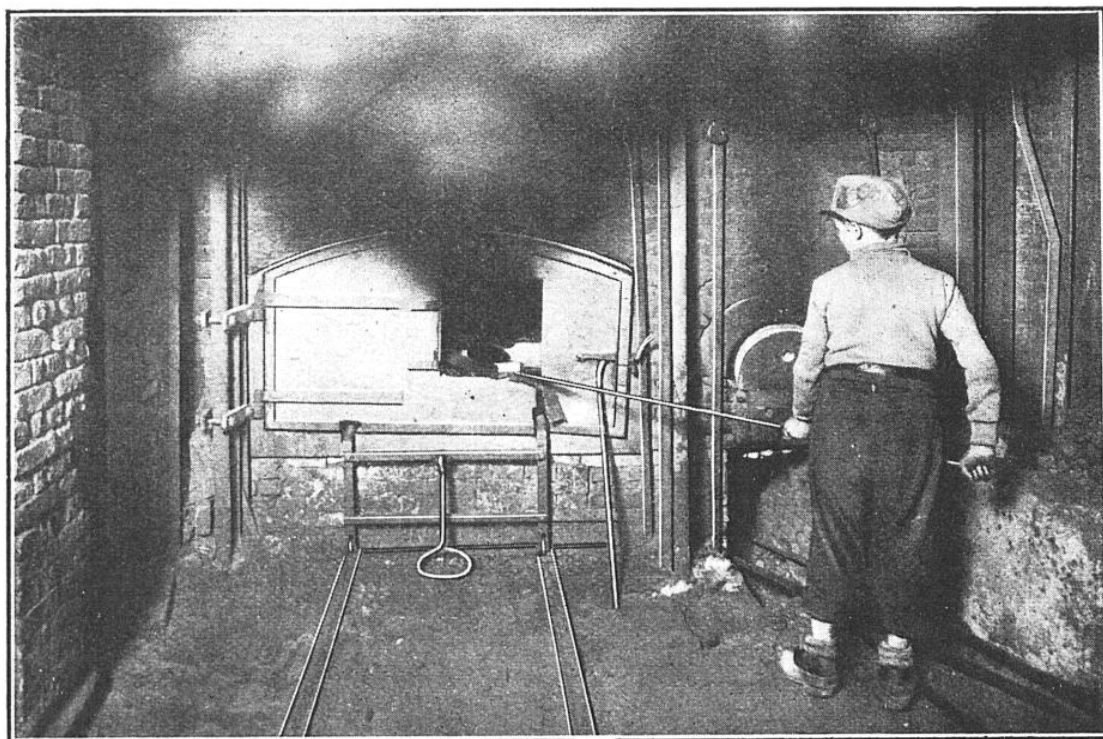
élevées, sont en argile que l'on a, au préalable desséché et pétri, en les faisant longuement piétiner par un ouvrier qui porte, de ce fait, le nom de *marcheur*. Après cette opération du pétrissage, la pâte est déposée dans un endroit frais où, pendant plusieurs mois, elle se pourrit et se débarrasse ainsi des matières étrangères qu'elle pourrait encore contenir. Ce n'est qu'à ce moment qu'on l'utilise pour construire le creuset, en forme de tronc de cône et de dimension appropriée au genre de travail que l'on doit entreprendre. Quelques mois encore se passeront avant que ce récipient soit en état de supporter la température du four, et sa durée, généralement, ne dépassera guère vingt-cinq journées consécutives de travail.

Nous entrons maintenant dans l'usine, sorte de fournaise, où les ouvertures béantes des fours éblouissants percent le brouillard de fumée qui les environnent et à travers lequel les ouvriers, au torse complètement nu, transportent, en courant, au bout de leurs cannes, la matière en fusion.

Les pots sont donc portés au four. Celui-ci, de forme circulaire, comporte un certain

nombre de chambres voûtées ou *arches*, où les pots sont rangés les uns à côté des autres. Devant chacun d'eux, la paroi du four est percée d'une ouverture, désignée sous le nom d'*ouvreau*, par laquelle on introduit le pot, puis qu'on bouche en partie, au moyen de briques lutées avec de l'argile, de manière à ne garder qu'une petite ouverture qui permet de surveiller la fusion et de cueillir le verre produit. La température d'un four de verrier est portée jusqu'à 1.800 degrés et la fusion demande généralement une douzaine d'heures. Les outils, encore primitifs, dont on se sert, sont : la *canne*, long tube de fer de 1 m. 80 dont une extrémité est renflée et l'autre se termine par une embouchure garnie de bois ; le *poutil*, simple tige de fer qui sert, comme la canne, à cueillir et transporter une masse de verre ; la pince métallique ; la palette ; les ciseaux et les moules. Les ouvriers sont : le chef de place, le premier et le deuxième souffleur, un gamin et un porteur. Dans la fabrication des cristaux d'art d'après les procédés de Vez les opérations se succèdent dans l'ordre suivant :

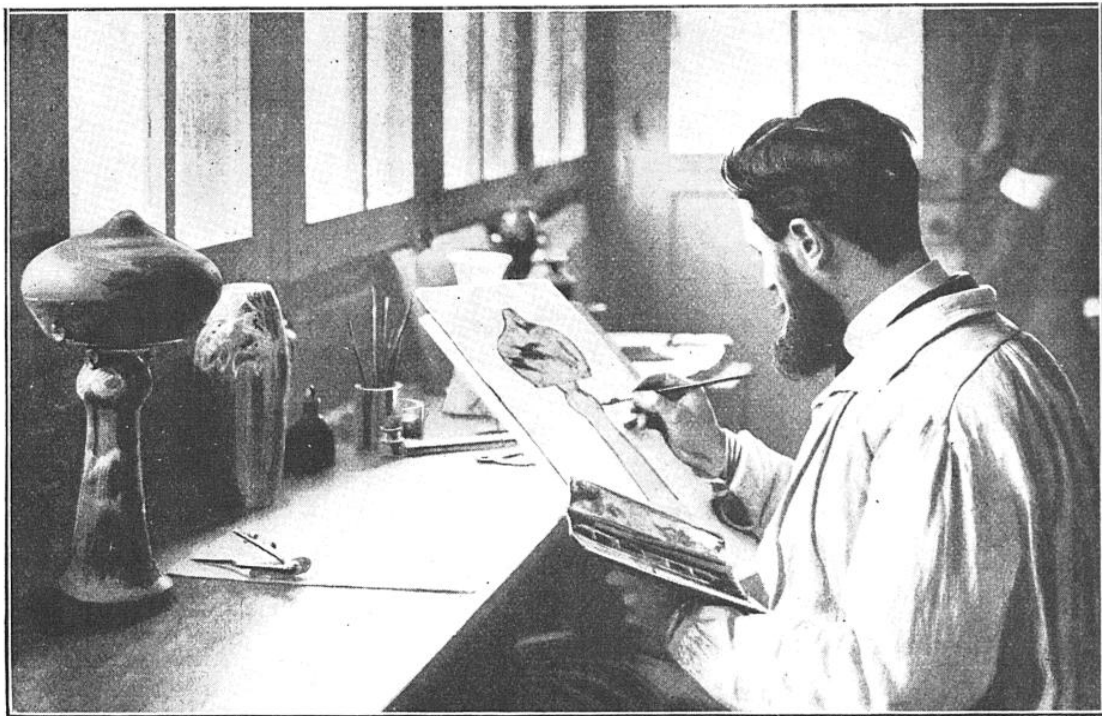
Le verrier, deuxième souffleur, après avoir



LE VASE VA PASSER DE L'USINE DANS L'ATELIER DE DÉCOR

*Auparavant, le gamin, portant toujours l'objet sur sa pelle, l'introduit dans l'« arche de refroidissement », où il passe lentement de l'extrême chaleur à l'air libre.*





LA PRÉPARATION A L'AQUARELLE D'UN MODÈLE DE DÉCOR

*L'aquarelle représente les effets à obtenir par les teintes de cristal que la fabrication a superposées dans la masse ; ce sera l'œuvre du graveur.*

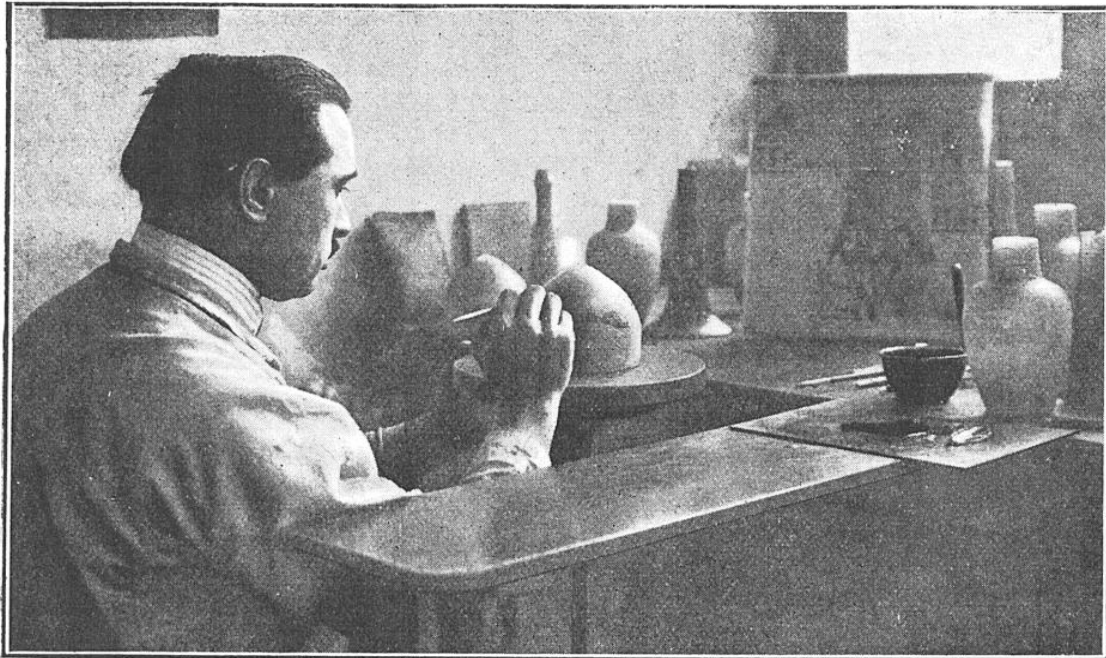
porté au rouge l'extrémité de sa canne, la plonge dans un des creusets et y cueille la première « poste » de cristal coloré qui, plus tard, la pièce soufflée, donnera la teinte du fond du vase. Cette poste, légèrement refroidie et bien répartie autour de la canne, est plongée dans un creuset ou pot plus important où elle se recouvre d'une autre couche plus épaisse de cristal non teintée qui adhère à la première couche et au fer chaud de la canne. Entre temps, une autre opération à peu près semblable a permis de préparer une sorte de chemise en forme d'entonnoir composée elle-même de deux couches de cristal coloré. Le deuxième souffleur vient alors placer la masse de cristal qu'il a au bout de sa canne dans cette chemise. La soudure s'opère et, à ce moment, la masse entière se compose : 1° de la première « poste » de verre coloré ; 2° d'une forte couche de cristal transparent superposé ; 3° au-dessus, de deux autres couches colorées de cristal opaque. Le deuxième souffleur remet alors sa canne au premier souffleur.

Celui-ci, après avoir réchauffé cette masse dans le four pour la rendre suffisamment malléable, la place dans un moule que lui

présente un gamin et souffle par l'autre extrémité de la canne. La masse prend alors exactement la forme donnée par le moule et le cristal se répartit symétriquement à l'axe de la canne par où passe le souffle de l'ouvrier. L'opération a pour but de terminer à la main les bords de la pièce. Pour cela, un aide, armé d'un *poutil*, a « cueilli » avec cet instrument, dans un creuset, une petite masse de cristal qu'il vient appliquer sur le fond du vase, en ayant soin de maintenir exactement la canne et le poutil dans le prolongement l'une de l'autre. Un deuxième aide souffle sur le cristal en fusion pour que la partie qui vient adhérer au fond du vase soit suffisamment rigide et arrive à la température de ce vase. A ce moment, le verrier détache la pièce de sa canne en touchant l'extrémité adhérente à cette canne avec un objet quelconque, froid ; la différence brusque de température provoque automatiquement cette cassure. Voilà donc maintenant le vase fixé par son fond à l'extrémité d'une nouvelle tige. On le refait passer à la chaleur du four de façon à rendre à son extrémité la malléabilité nécessaire pour que l'ouvrier chef de place la puisse travailler à son tour

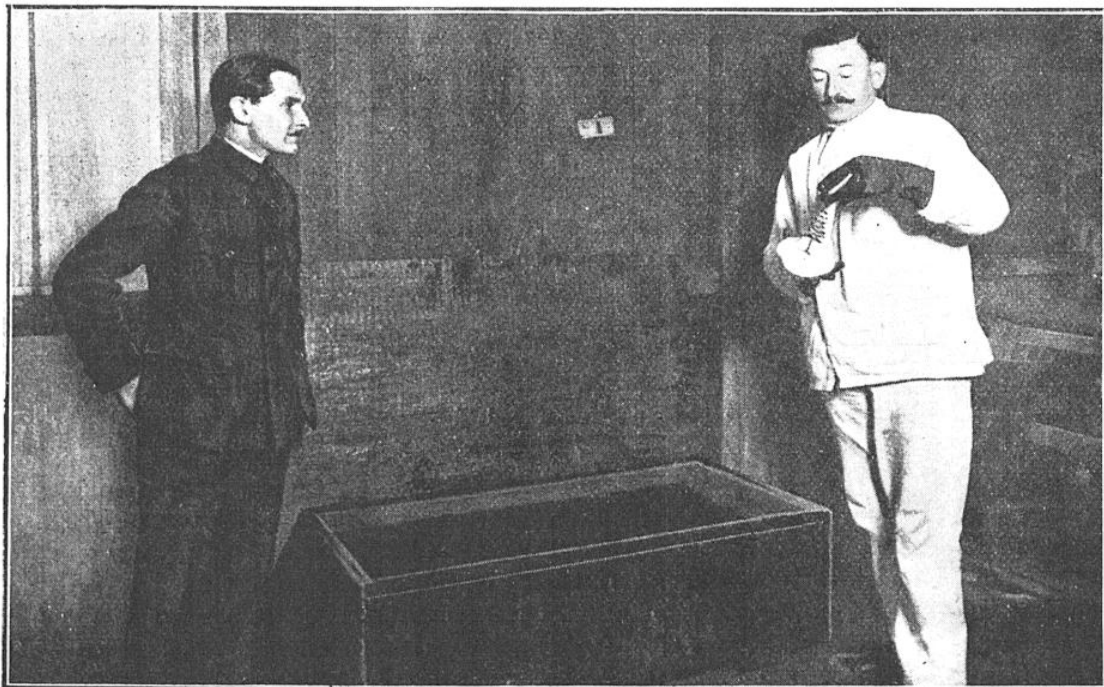
14





LE GRAVEUR SE LIVRE A UN TRAVAIL PRÉPARATOIRE ESSENTIEL

*Il s'agit, en s'inspirant de l'aquarelle faite par l'artiste décorateur, de recouvrir de bitume les parties de l'objet qui doivent échapper à la morsure de l'acide.*



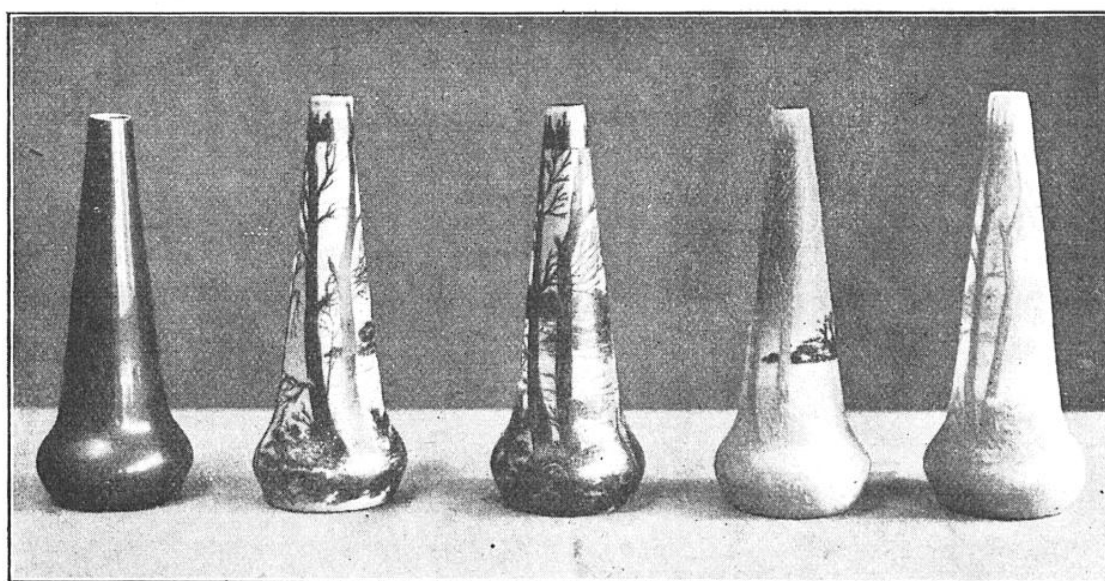
LA PIÈCE EST SORTIE DE LA CUVE A ACIDE POUR VOIR SI LA MORSURE EST SUFFISANTE

*La teinte blanche que l'on remarque provient de la couche de silicate qui se forme sur le vase sous l'influence*



Il en découpe le bord avec des ciseaux, puis, engageant dans le goulot l'extrémité de sa pince, il l'élargit et l'évase conformément à l'indication donnée par le maître verrier. La pièce est ainsi terminée, le vase a sa forme définitive ; le chef de place la détache de son poutil et la laisse tomber sur une pelle en bois que lui présente le gamin. Elle a, alors, une teinte extérieure uniforme, celle de la partie extérieure de la chemise dans laquelle nous avons vu, plus haut, le deuxième souffleur placer les deux couches de cristal « cueillies » au début. Les quatre couches successives sont donc exactement super-

duquel se trouvent, d'une part, le foyer, de l'autre, la sortie à l'air libre. A l'intérieur de ce tunnel se meut un train formé de chariots appelés *ferrasses*. Le gamin dépose la pièce encore très chaude dans la ferrasse la plus rapprochée du foyer et, lorsque ce chariot est plein, un treuil placé du côté de la sortie fait avancer le train de la longueur d'une nouvelle ferrasse. La température, à l'intérieur du tunnel, allant en diminuant au fur et à mesure qu'on se rapproche davantage de la sortie, les pièces se refroidiront progressivement et seront froides quand elles arriveront à l'air libre où on les recueille



LES ÉTATS SUCCESSIFS PAR LESQUELS PASSE UN VASE A LA GRAVURE

*A gauche, l'objet est représenté tel qu'il sort de l'arche de refroidissement, puis on le voit après que les bains successifs ont révélé, dans la masse du cristal, les parties et les teintes que l'artiste décorateur avait indiquées sur son aquarelle.*

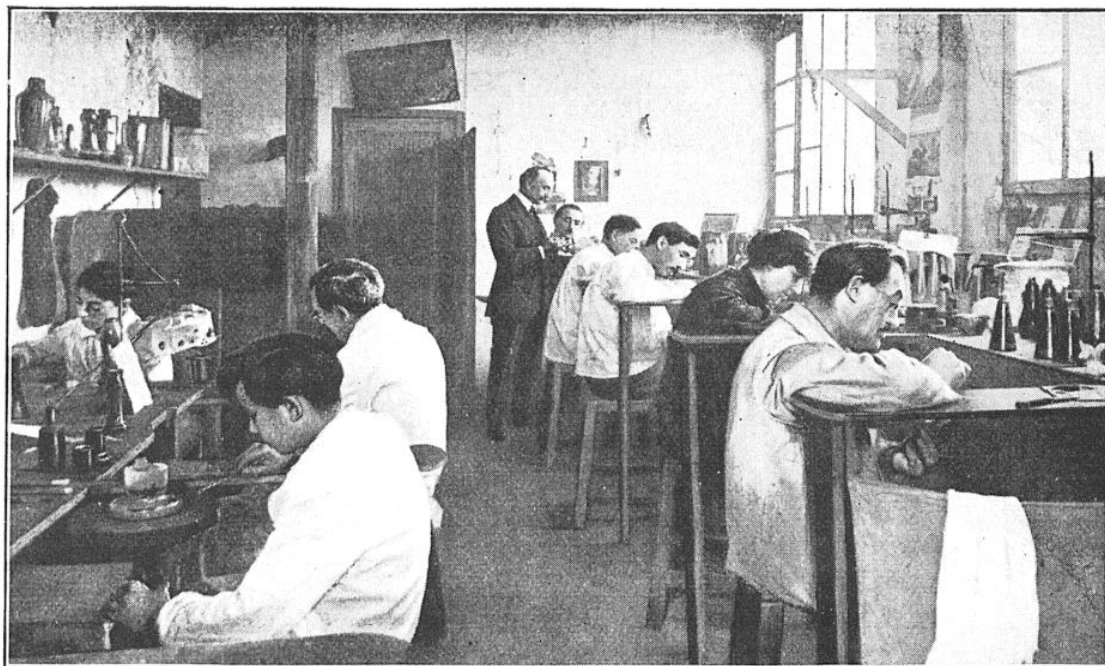
posées ; si elles ont les mêmes propriétés physiques, elles devront, en se refroidissant, se contracter de la même façon, sinon la pièce éclate ; elle est ce qu'on appelle, en terme de métier, « pettée ». Cet accident est malheureusement trop fréquent et c'est un des principaux écueils de cette délicate fabrication, très peu répandue en France.

On y obvie le plus possible en procédant à un refroidissement très lent, que l'on nomme la « recuisson ». Le gamin, qui a recueilli la pièce sur sa pelle, la porte, pour cela, dans une arche où un foyer, à 800 degrés environ, entretient une chaleur qui va permettre et faciliter ce lent refroidissement. Cette arche se compose d'un long tunnel aux extrémités

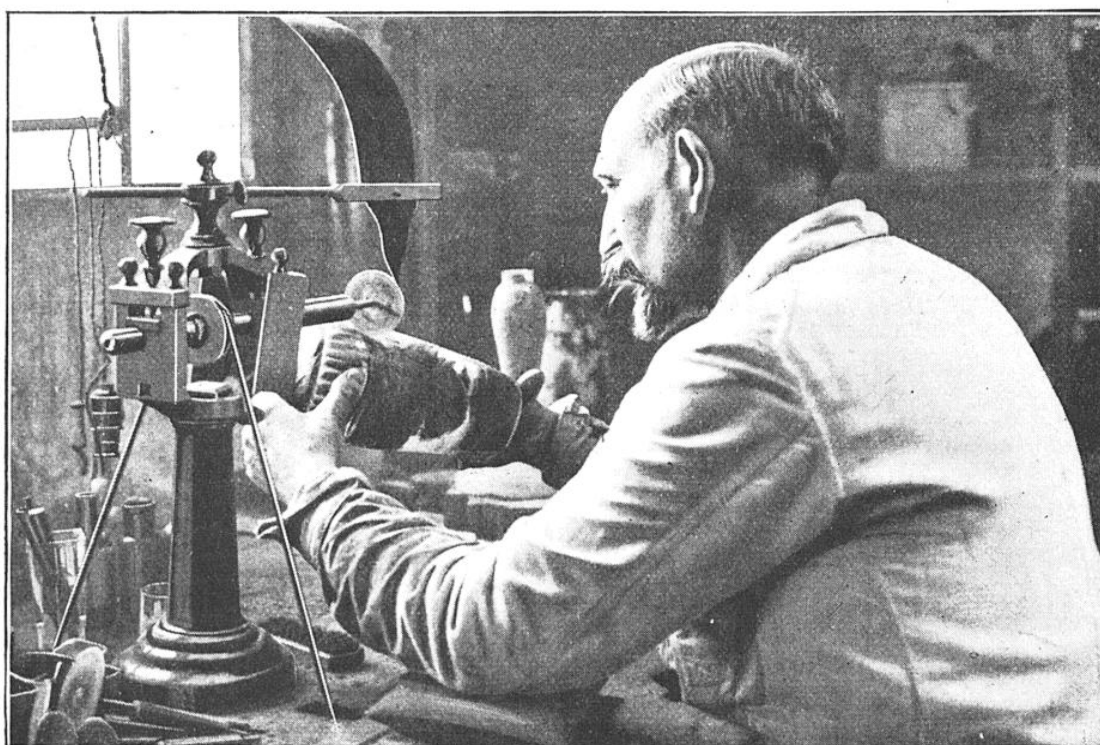
pour les porter à l'atelier de décor et de gravure, où le travail est tout aussi minutieux.

D'après la dimension et la forme de l'objet à décorer, l'artiste, qui est toujours un aquarelliste de talent, étudie le dessin qu'il a l'intention de faire représenter par la gravure. Il en établit, sur le papier, les détails et les couleurs représentant les effets à obtenir par les teintes de cristal que la fabrication a superposées dans la masse. Cette aquarelle est alors portée au graveur à qui elle sert de modèle pour « bitumer » la pièce. Celui-ci dessine directement sur cette pièce et recouvre, à l'aide d'un pinceau imprégné de bitume de Judée, les parties qui doivent être réservées et mises en relief ; il bouche l'orifice





L'ATELIER QUE DIRIGE PERSONNELLEMENT LE MAITRE VERRIER D'ART  
*Les pièces y reviennent après chaque séjour dans l'acid: pour recevoir de nouvelles couches de bitume.*



LES OBJETS PASSENT ENSUITE AUX MAINS D'UN GRAVEUR A LA MEULE  
*Celui-ci, qui est aussi un artiste, donne à la lampe, au vase, etc., le fini que l'on n'a pu obtenir à l'acide.*



de la pièce ou la bitume entièrement et laisse sécher. Une fois la couche de bitume sèche, on plonge l'objet dans un bain spécial d'acide fluorhydrique qui a la propriété d'attaquer violemment le verre en le corrodant.

Cet acide agit également à l'état liquide ou à l'état gazeux, mais les effets produits sont différents. Liquide, il ronge le verre sans lui enlever sa transparence ; gazeux, il le corrode en le rendant mat, ce qui donne la possibilité de varier à l'infini les motifs de décoration.

L'on arrête ou que l'on prolonge l'effet de la morsure par l'acide qui, sur toutes les parties qu'il attaque, laisse une couche blanche de silicate que l'on nettoie par la suite. Mais le bain ne donne pas toujours le fini désiré ; on confie alors la pièce à un graveur à la meule, artiste en son genre, qui la termine.

Une dernière opération consiste à la faire passer dans un dernier bain qui a pour but de la satiner, c'est-à-dire de mater les teintes et de leur donner tout leur éclat. Puis on la



LES DERNIÈRES OPÉRATIONS QUE SUBISSENT LES PIÈCES DE CRISTAL GRAVÉ

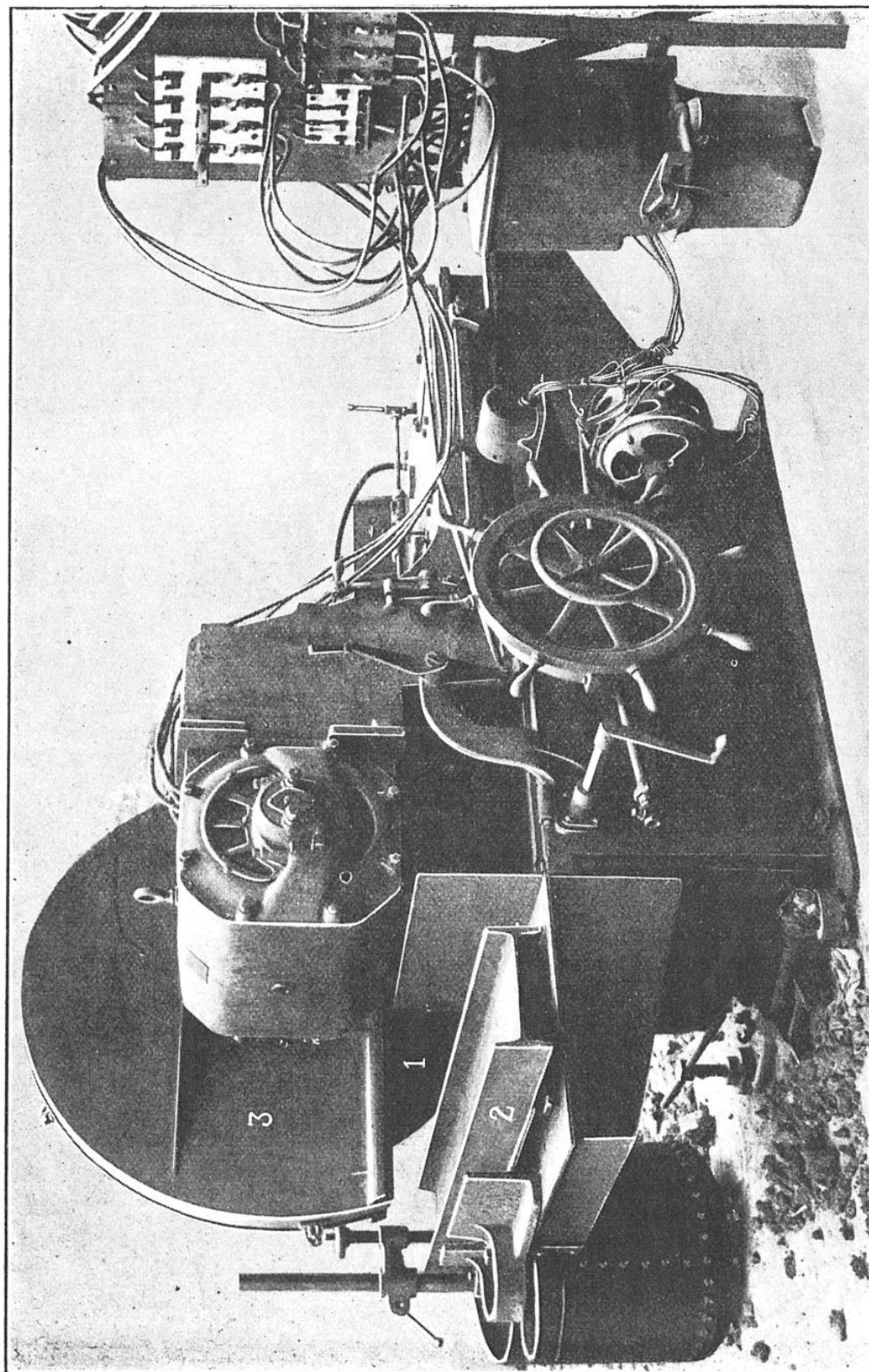
*On les plonge dans un bain spécial qui les satinera, c'est-à-dire matra les teintes, puis on les lave soigneusement à l'essence et on les essuie.*

La pièce, placée en présence de l'acide fluorhydrique, est attaquée dans toutes les parties qui ne sont pas préservées par le bitume. Celles-ci ressortiront donc en relief, alors que la deuxième teinte apparaîtra. Une des photographies qui accompagnent notre texte montre les différentes étapes de la gravure, après les passages successifs dans les bains qui, chaque fois, feront apparaître des teintes nouvelles et modifieront le paysage ou le décor que le talent de l'artiste aura préparé. Ce n'est, d'ailleurs, qu'après des examens fréquents au cours de chaque bain, que

l'on lave soigneusement à l'essence et on l'essuie. Maintenant, il ne reste plus qu'à la confier à l'ouvrier monteur s'il s'agit d'un objet qui comporte des garnitures métalliques.

Tels sont les méthodes perfectionnées apportées dans la fabrication des cristaux d'art, qui laissent loin derrière les anciens procédés de peinture et de coloration ; c'est ici le cristal lui-même qui est coloré par couches successives ; la gravure va le chercher et le révèle, donnant ainsi aux tons une transparence, une limpidité, une fraîcheur que l'on ne saurait obtenir autrement. F. MARQUISAT.





SCIE « RYERSON », DE MERCH ET ROUMET, CONSTRUITE D'APRÈS LE PRINCIPE DU DISQUE DE REESE

*Le moteur électrique est placé sur le bâti en fonte. — 1, disque sciant le métal par fusion ; 2, profilé en cours de sciage ; 3, carter de protection du disque.*



# LE SCIAGE DES MÉTAUX PAR CONTACT ET LEUR SECTIONNEMENT A DISTANCE PAR LE CURIEUX DISQUE DE REESE

Par Prosper LABBÉ

INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES

**L**e sciage des métaux, qui était jadis une opération pénible, ne s'effectuant qu'avec une grande lenteur, est devenu, de nos jours, grâce aux progrès de la technique moderne, d'une rapidité et d'une facilité telles qu'il est presque aussi aisé de scier une pièce de fer ou de métal quelconque, quelle que soit son épaisseur, qu'un morceau de bois de même dimension. En principe, le moyen à employer et la façon de s'y prendre pour scier l'un ou l'autre sont les mêmes, mais, pour le métal, il est loisible d'utiliser divers procédés, plus ou moins faciles, rapides ou avantageux, qui dépendent des circonstances et de la nature des pièces à travailler.

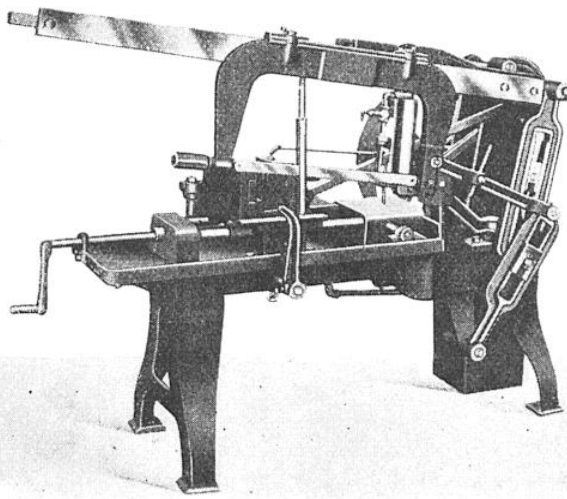
La scie à métaux est une lame d'acier à ressort, garnie de dents analogues à celles des scies à bois, mais plus fines, et percée de deux trous qui servent à la fixer dans une monture à poignée. Elle est manœuvrée à la main ou montée sur une machine qui lui imprime un mouvement de va-et-vient convenable. Plus la denture est fine, plus la scie mord facilement, mais plus vite elle s'engorge et s'use. D'une façon générale, la lame doit conserver une certaine flexibilité pour ne pas se rompre au moindre choc, mais les dents doivent être très dures pour attaquer le métal en s'usant

le moins rapidement possible. Pour concilier ces deux qualités, en apparence incompatibles, la scie est trempée de telle sorte que la partie constituant le dos reste douce alors que la denture est trempée dur.

Anciennement, l'ensemble de la lame de scie était trempé doux ; les dents s'usaient assez vite, mais on les réaffûtait avec un tiers-point jusqu'à usure complète de la lame. Cet affûtage était assez onéreux : on y passait beaucoup de temps et les tiers-points nécessaires, en acier chromé, s'usaient vite et coûtaient cher. C'est pourquoi ce procédé est à peu près abandonné. Il donne, d'ailleurs, des scies extrêmement flexibles, ce qui apporte une gêne dans le travail.

Ce dernier reproche n'est, d'ailleurs pas tout à fait évité dans la scie dont nous parlons plus haut, et, pour cette raison, on l'a récemment perfectionnée en lui donnant une trempe très dure aux deux bords, tout en l'étant davantage aux dents qu'au dos, ce qui permet d'avoir une scie beaucoup plus dure, mais encore suffisamment flexible ; les coupes qu'elle peut fournir sont plus puissantes, plus nombreuses et plus rapides.

Employée sur des machines, elle ne s'allonge pas, reproche fait à la scie flexible



MACHINE ATKINS ET BOUHOT A MOUVEMENT ALTERNATIF ET A COURSE DE LA SCIE RÉGLABLE AUTOMATIQUEMENT, SELON L'ÉPAISSEUR DE LA PIÈCE A SCIER

*La lame de la scie travaille uniquement à la traction et ne frotte par sur le travail pendant la course de retour à vide, grâce à un dispositif permettant au porte-scie de se relever automatiquement lors du mouvement en arrière.*

Les scies à métaux ont de la voie, comme les scies à bois, mais on préfère généralement obtenir cette voie en donnant un profil trapézoïdal à la lame plutôt qu'en tordant les dents à droite et à gauche, c'est-à-dire que la lame a une plus forte épaisseur du côté de la denture que du côté du dos, vers lequel elles vont en s'amincissant progressivement.

La scie à main doit toujours être manœuvrée pour couper pendant la portion de sa course où elle s'éloigne du corps. L'ouvrier l'appuie pendant cette portion de course et la soulève au retour. La pression doit être d'autant plus forte qu'on a une plus grande longueur de trait et que le métal est plus dur ; aussi, pour diminuer cette surface d'appui, doit-on toujours scier *en rond*, c'est-à-dire qu'en même temps qu'en donne le mouvement de va-et-vient à la scie, on lui imprime une légère rotation autour de la pièce ; on fait tourner aussi celle-ci de temps en temps. La scie attaque ainsi toujours le métal sous un angle, ou tout au moins sur une faible surface, le travail se fait plus vite et sous un effort moindre, et cela s'explique aisément : la scie travaille parce que chacune de ses dents détache un petit copeau ; pour que la dent fasse son service, il faut que la pression qu'elle

reçoit soit suffisante pour la faire pénétrer légèrement dans le métal ; or, moins le contact aura d'étendue, plus chaque dent pénétrera dans la pièce à sectionner.

On scie à sec tous les métaux doux, bronze, fonte, fer, acier doux ; pour l'acier dur et l'acier fondu, on graisse avec de l'huile ou un lubrifiant approprié à la lame de la scie.

L'application de la scie à main au découpage des métaux n'est pas très étendue ; on ne l'emploie couramment, sauf exceptions, que pour le découpage de menues pièces dans des plaques métalliques de faible épaisseur ou lorsque la longueur à scier est faible. Pour le

sciage en travers de pièces à section transversale assez grande, fers profilés ou rails, par exemple, on emploie plus volontiers des scies circulaires dont le débit est généralement un peu plus fort que celui des précédentes (soit quatre minutes pour scier une barre en acier doux de 100 millimètres de diamètre), mais qui sont plus coûteuses d'achat et d'entretien, moins économiques comme force motrice absorbée et comme perte de matière. Dans les machines à commande par arbre, la lame circulaire est tenue

et actionnée par des disques fixés à l'arbre. On utilise deux types de lames, celui à denture fine ordinaire, faisant corps avec la lame, et celui à dents rapportées, en

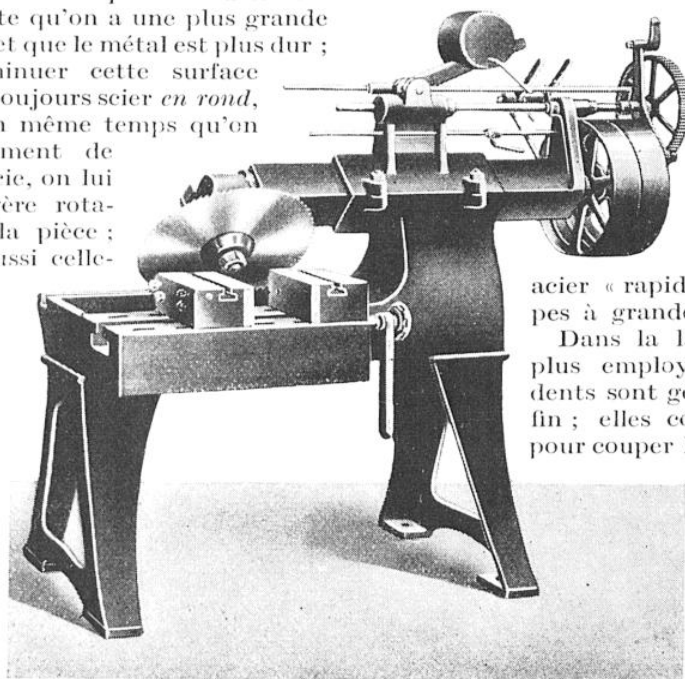
acier « rapide », pour les coupes à grande vitesse.

Dans la lame ordinaire, la plus employée jusqu'ici, les dents sont généralement à pas fin ; elles conviennent mieux pour couper l'acier très dur, et

cela, notamment, lorsque le profil de la pièce n'exige pas une grande longueur de coupe, comme les rails ; la capacité d'avance de coupe est généralement alors de moindre importance ; la durabilité des dents, résultant

de leur grand nombre, fait que la lame de ce modèle est la meilleure, et aussi la plus utilisée, pour ce genre de travail.

Dans la lame à dents rapportées, celles-ci sont fixées solidement dans des alvéoles de forme spéciale pratiquées à la périphérie d'un disque en acier. Pour offrir une résistance suffisante, la lame est plus épaisse, et l'écartement des dents est beaucoup plus grand que dans la lame à denture ordinaire. Par suite du grand pas des dents, il est préférable de n'employer ce modèle de lame que lorsqu'il s'agit de couper des pièces de fortes dimensions, afin que deux ou plusieurs

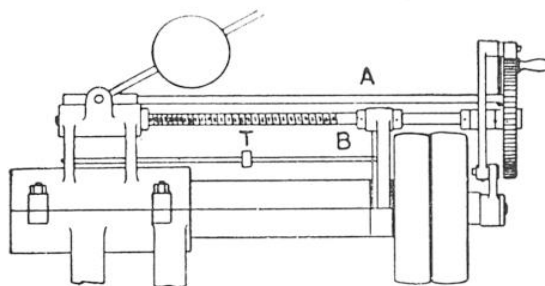


MACHINE «PRUDOR» A SCIE CIRCULAIRE INCLINABLE POUR LA COUPE DES MÉTAUX EN BIAIS SOUS DIVERS ANGLES  
*L'avance de la scie est automatique et élastique par contrepoids réglable. La coupe se fait à grande vitesse, et cette disposition facilite beaucoup le travail.*



DÉTAIL DU MÉCANISME D'AVANCE ET D'ARRÊT DE LA MACHINE « PRUDOR »

A mesure que la scie entre dans la matière à scier, le nombre des dents en prise augmente et, par suite, l'effort, ce qui se traduit par une poussée plus forte sur la lame et fait fonctionner le levier à contrepoids. L'axe de celui-ci est relié par la tige A au cliquet et l'oblige à suivre tous ses mouvements. Le cliquet est dégagé et suspend l'avance sous une résistance trop grande ; il retombe et reprend son fonctionnement lorsque, après le passage de quelques dents, le travail redevient normal. Il en résulte une constante de déchet et, par suite, une régularité absolue de travail. Le taquet T se fixe à la longueur voulue sur le tige B. Lorsqu'il vient à buter contre la machine, il fait jouer le levier à contrepoids et suspend l'encliquetage. La machine tourne à vide jusqu'à ce que l'ouvrier chasse la courroie sur la poulie folle.



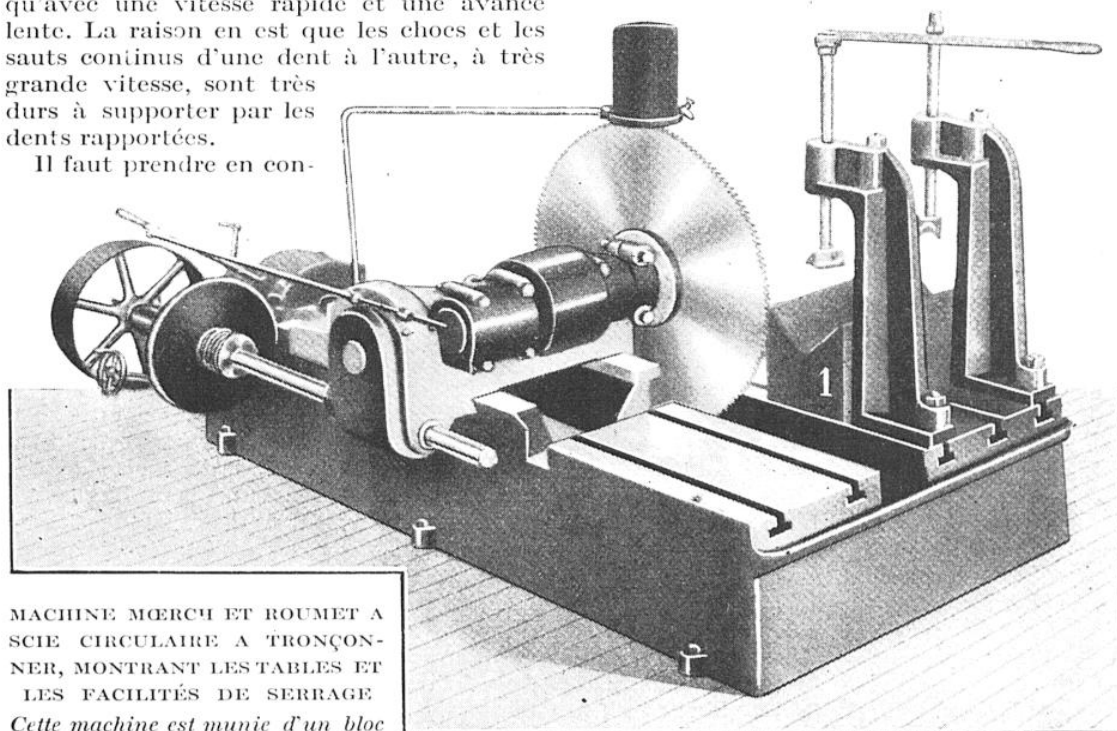
dents puissent travailler simultanément.

Comme la mise en action d'une scie à dents rapportées demande une puissance motrice presque double de celle nécessaire avec la lame à dents ordinaires, les machines destinées à travailler avec ces sortes de dents doivent être construites en conséquence (voir la figure de la page suivante).

On a trouvé que la durée de la lame à dents rapportées est plus grande avec une vitesse lente et une forte avance plutôt qu'avec une vitesse rapide et une avance lente. La raison en est que les chocs et les sauts continus d'une dent à l'autre, à très grande vitesse, sont très durs à supporter par les dents rapportées.

Il faut prendre en con-

sidération l'importance d'une avance sûre, réglable et continue. Un tel dispositif permet à l'ouvrier de régler l'avancement de la lame de manière à tenir compte exactement de toutes les conditions de la matière à couper, réduisant ainsi l'effort exercé sur la machine et sur la lame, évitant la rupture d'organes et permettant un usage aussi long que possible des lames. L'expérience a prouvé qu'une avance à friction réglable, puissante et continue, pouvant s'obtenir pen-



MACHINE MÖRCH ET ROUMET A SCIE CIRCULAIRE A TRONÇONNER, MONTRANT LES TABLES ET LES FACILITÉS DE SERRAGE

Cette machine est munie d'un bloc en V convenablement disposé pour le centrage des barres à sectionner (1). L'avance est automatique ; les glissières sont rigides et pourvues de poches à huile permettant à tout le lubrifiant de revenir à un réservoir central. Pour faciliter la coupe bise, la base circulaire est marquée de divisions de cinq en cinq degrés, de 0 à 180°.

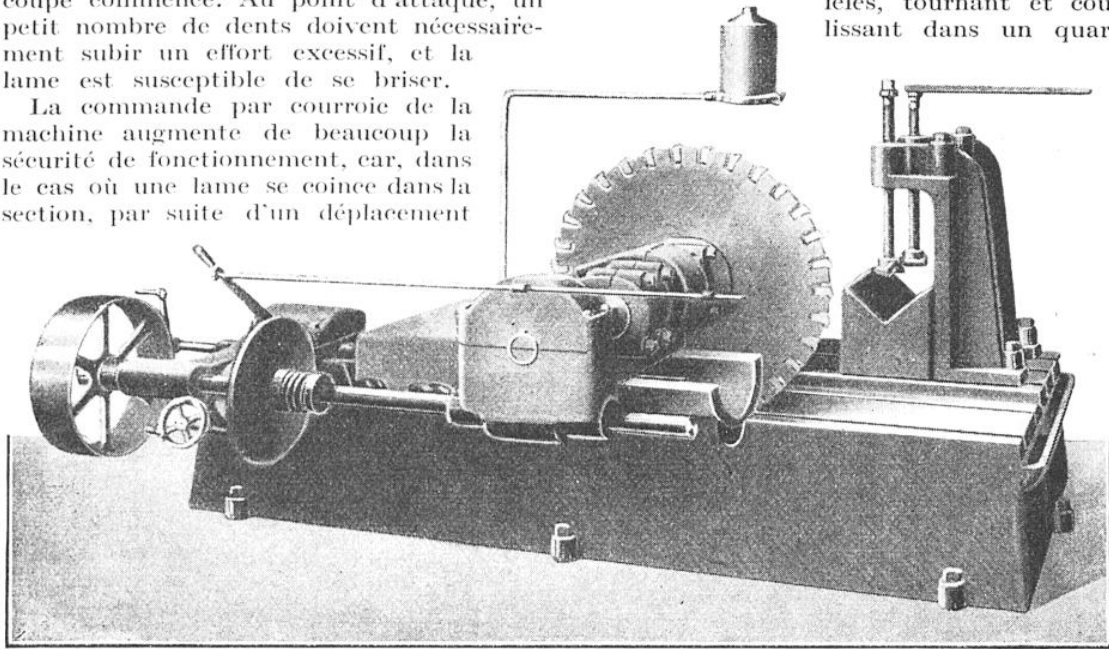
dant la marche de la machine, est de beaucoup supérieure à une avance à encliquetage, laquelle n'agit que par intervalles et fait qu'il se produit, au moment de l'entrée en action des différentes dents de la lame, des chocs plus ou moins violents qui, très souvent, occasionnent des ruptures.

Il est de la plus grande importance pour la lame de la scie que l'avance se produise dans le métal dès l'instant où l'opération de coupe commence. Au point d'attaque, un petit nombre de dents doivent nécessairement subir un effort excessif, et la lame est susceptible de se briser.

La commande par courroie de la machine augmente de beaucoup la sécurité de fonctionnement, car, dans le cas où une lame se coince dans la section, par suite d'un déplacement

culté en fabriquant les dents séparément et en les joignant les unes aux autres par des articulations, de façon à former comme une chaîne sans fin. On peut ainsi les monter sur les deux roues porte-lame de la machine, lesquelles ne peuvent alors tourner qu'avec une faible vitesse afin d'éviter la casse.

Pour la commodité de son emploi, la scie à main peut se fixer sur une petite machine d'établi, à glissière; l'étau, à mâchoires parallèles, tournant et coulisant dans un quart



LA MACHINE MERCH ET ROUMET DISPOSÉE POUR LAME CIRCULAIRE A DENTS RAPPORTÉES  
(VOIR LA FIGURE DU BAS DE LA PAGE PRÉCÉDENTE)

de la pièce en cours de sciage, la courroie glisse sur la poulie, et l'on évite ainsi souvent de brusques ruptures de lames.

Un des avantages de la lame à dents rapportées, est que, lorsque celles-ci sont usées, ou lorsque l'une ou plusieurs d'entre elles sont détériorées accidentellement, on peut les remplacer aisément et rapidement, le disque servant ainsi indéfiniment. Telles sont la scie Atkins (le modèle fig. page 251 est pour scier le bois; un modèle identique pour le métal est en construction) et la scie modèle américain Q. M. S. (fig. ci-dessus).

La scie à ruban peut aussi être employée pour sectionner le métal, mais il faut nécessairement que la lame soit suffisamment flexible et son usure est très rapide; de plus, elle casse fréquemment. Comme les grosses pièces nécessitent, pour leur sciage, des lames plus ou moins épaisses, et, par conséquent, sans flexibilité, on tourne parfois la diffi-

de cercle, permet de scier aussi bien en biais que droit. L'économie des lames et du déchet rembourse en peu de temps son prix d'achat.

Ou bien elle est montée sur une machine automatique ou semi-automatique, à mouvement de va-et-vient donné par un excentrique fonctionnant au moteur ou à bras, laquelle, une fois mise en marche et réglée, ne demande plus aucune surveillance; la coupe se fait seule, et la machine s'arrête automatiquement dès qu'elle est terminée.

La pression sur la lame de scie s'exerce avec une très grande régularité au moyen du poids du porte-lame et des pièces en mouvement; elle est réglable par l'action d'un contrepoids s'ajustant à différentes distances sur une tige d'acier (fig. page 247).

La course du porte-lame est variable suivant les modèles; elle se règle au moyen d'une vis et d'un écrou coulisant dans une rainure ménagée sur le plateau d'entraîne-



ment de la bielle. L'action de celle-ci est calculée de façon qu'au retour le porte-lame soit légèrement soulevé pour dégager la scie et éviter l'usure inutile des dents.

Dès qu'une coupe est terminée, la machine se débraye automatiquement ; il est possible, au moyen d'une butée d'arrêt en hauteur, d'arrêter la coupe exactement à la profondeur désirée. Une butée, de longueur réglable, permet de couper les pièces en série et de même longueur, très exactement.

Enfin, certains modèles sont munis d'un système hydraulique de relevage de la scie pendant la course du retour à vide, et d'une pompe pour l'arrosage de la lame au cours du travail.

On peut aussi découper aisément le métal au moyen du chalumeau oxydrique ou oxyacétylénique, mais c'est là un procédé tout à fait spécial, qui ne s'applique d'ailleurs qu'au fer ou à l'acier, et qui n'est pas un sciage proprement dit. Nous n'en parlons ici que pour rappeler qu'il a fait l'objet d'une description complète publiée antérieurement dans les colonnes de *La Science et la Vie*.

Enfin, il y a la scie sans dents, opérant par friction à chaud, et l'extraordinaire scie par fusion, dont la description fait l'objet de la seconde partie de cet article.

On connaît la scie circulaire sans dents, qui nous est venue d'Amérique, il y a un certain nombre d'années déjà, et qui consiste uniquement en un disque mince en fer, lequel agit en quelque sorte à la manière d'une meule : animé d'une vitesse de 250 à 300 tours par minute, il coupe la pièce pressée contre lui comme le ferait une scie ordinaire munie de dents, mais beaucoup plus rapidement. On réussit ainsi à découper même des pièces en acier en employant un disque de fer très doux, dont la dureté est de beaucoup inférieure à celle de l'acier. On l'utilise pour effectuer divers travaux de sectionnement quand le métal est encore rouge, par exemple pour « affranchir » les bouts de rails quand ceux-ci sortent du laminoir ; quand ils arrivent au contact du disque en mouvement il se produit une abondante pluie d'étincelles, et il suffit de quelques minutes pour que le travail de sciage soit terminé. L'usure de cette scie-meule est, il est vrai, assez rapide.



FRAGMENT PRÉLEVÉ À LA PÉRIPHÉRIE D'UNE SCIE CIRCULAIRE À DENTS RAPPORTÉES DU SYSTÈME ATKINS

*La dent de scie, dont la pointe fait saillie en haut, est solidement maintenue dans son alvéole par une pièce ayant la forme approchée d'un croissant. Une section partielle, aboutissant à une perforation que l'on voit à gauche, lui donne une certaine élasticité.*

La scie par fusion, ou disque de Reese, du nom de son inventeur, un Américain de Pittsburg (car elle nous est aussi venue de l'autre côté de l'Océan) est en tout semblable à la précédente, mais sa vitesse de rotation est beaucoup plus rapide et le sectionnement s'opère dans des conditions tout à fait étranges et presque incroyables au premier abord : *car il ne paraît pas y avoir de contact proprement dit entre le disque et la pièce à découper*. Les premières expériences peuvent se résumer ainsi : le disque, en fer ou en acier, de 5 à 10 millimètres d'épaisseur, était animé d'une vitesse de 2.300 tours par minute, ce qui représentait à la circonférence, le diamètre étant de 1 m. 066, une vitesse tangentielle de 7.700 mètres par minute. La pièce à

découper, que l'on plaçait en face de lui, à une distance de 3 millimètres environ, était également animée d'un mouvement de rotation autour d'un axe parallèle, mais avec une vitesse bien moindre, soit de 200 tours par minute et dans le même sens que celui du disque. Cependant, elle pouvait tout aussi bien rester immobile, surtout dans le cas de fer plat, de fer à T, de cornières, etc., la rotation n'ayant pour but que de rendre plus facile l'écoulement du métal fondu.

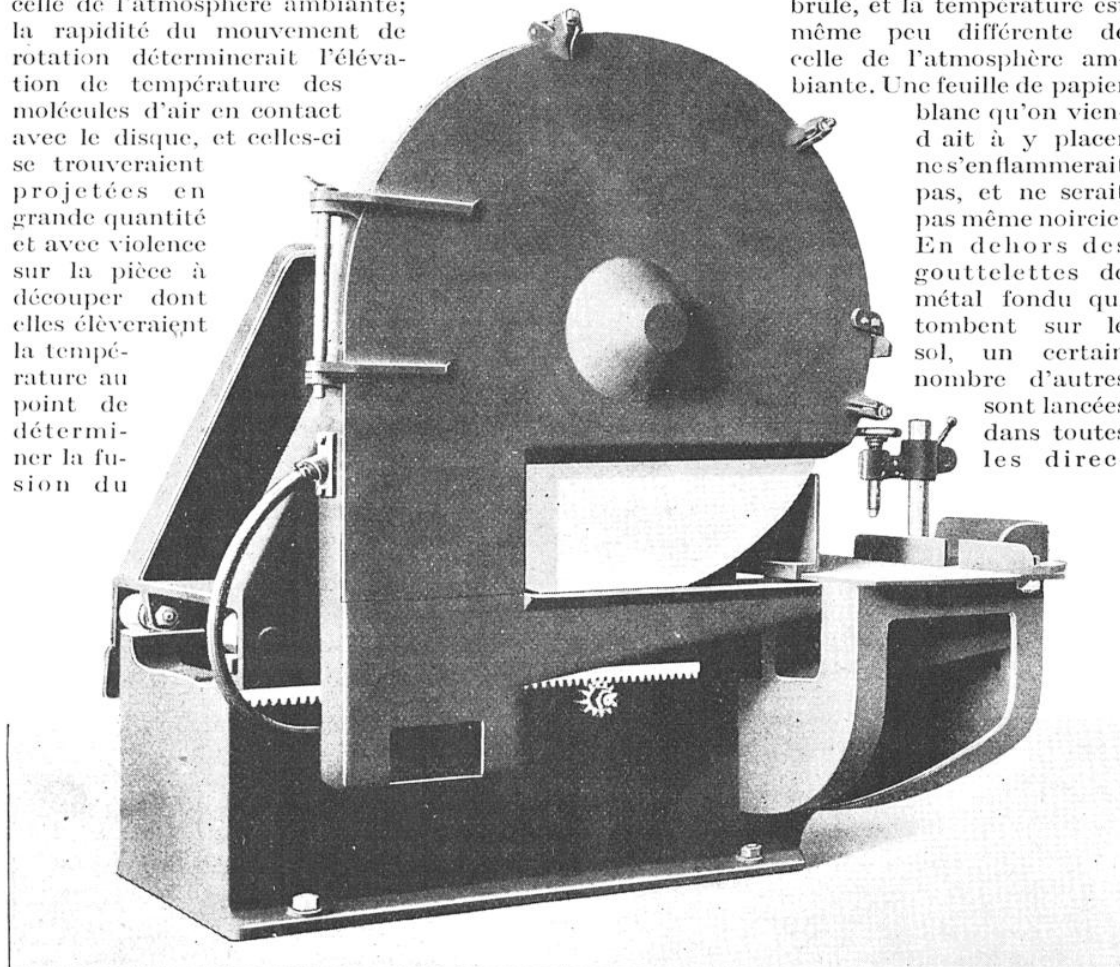
Quand le mouvement était établi, il se produisait aussitôt, sans contact apparent, ainsi qu'on l'a dit plus haut, une entaille dans la pièce à

découper qui allait en s'approfondissant à mesure qu'on faisait avancer le disque en agissant sur le chariot qui le supportait, ou la pièce à scier si c'était celle-ci qui était placée sur le chariot de translation. Des gouttelettes de métal fondu tombaient sur le sol, mais, fait bizarre, elles étaient si peu chaudes qu'on pouvait les tenir dans la main nue. Quant au disque, il devenait rapidement rouge, sombre sur tout son pourtour et sur un bord d'environ un centimètre de largeur, puis son aspect ne variait plus.

La largeur de l'entaille dans la pièce était toujours sensiblement supérieure à l'épaisseur du disque, et il y avait de chaque côté, entre celui-ci et la pièce, un espace vide d'un millimètre et demi environ. Ce fait ne pouvait être attribué au jeu latéral du disque sur ses supports, car on constata qu'il lui était absolument impossible de se déplacer.

L'inventeur Reese expliqua ces phénomènes en disant que l'air se trouvait comprimé entre le disque et la pièce par suite du mouvement ; il a observé, en effet, que la pression était plus élevée dans cette région et supérieure de un vingtième environ à celle de l'atmosphère ambiante ; la rapidité du mouvement de rotation déterminerait l'élévation de température des molécules d'air en contact avec le disque, et celles-ci se trouveraient projetées en grande quantité et avec violence sur la pièce à découper dont elles élèveraient la température au point de déterminer la fusion du

« Quand, dit M. Reese, le métal entre en fusion aussitôt après son rapprochement du disque en mouvement, il s'échappe un courant d'étincelles d'une éclatante blancheur. Cependant, on peut alors placer la main dans cette projection de métal fondu sans en être brûlé, et la température est même peu différente de celle de l'atmosphère ambiante. Une feuille de papier blanc qu'on vient d'ait à y placer ne s'enflammerait pas, et ne serait pas même noircie. En dehors des gouttelettes de métal fondu qui tombent sur le sol, un certain nombre d'autres sont lancées dans toutes les direc-



VUE LATÉRALE D'UN MODÈLE RÉDUIT DE LA SCIE « RYERSON » SECTIONNANT LES MÉTAUX SANS CONTACT, D'APRÈS LE PRINCIPE CURIEUX DU DISQUE DE REESE

*En bas, on distingue la crémaillère qui sert à régler l'avance du disque et, à gauche, on remarque le tuyau amenant l'eau pour le refroidissement dudit disque (se reporter aux figures de la page 253 et de la page suivante, qui montrent, sous d'autres aspects, des vues de la machine).*

métal. Le courant d'air qui se développe autour du disque empêcherait l'échauffement excessif de celui-ci. Cependant, il semble que, dans ces conditions, le métal devrait se trouver brûlé, en quelque sorte, comme il arrive dans le sciage avec la scie ordinaire, car on sait que les étincelles projetées sont formées par des particules d'oxyde de métal, mais les gouttelettes recueillies étaient formées seulement de métal liquide sans oxyde.

tions, sous forme d'étincelles, jusqu'à plus de cinq pieds ; elles s'échauffent alors pendant ce trajet dans l'atmosphère au point de devenir brûlantes comme un fer rouge.

« Quelque savant versé dans l'étude de la physique moléculaire ne saura-t-il pas nous fournir l'explication d'un phénomène si merveilleux, ces étincelles relativement froides qui deviennent brûlantes, tandis que les gouttelettes de métal fondu sont écla-



tantes sans cependant être assez échauffées pour noircir le papier blanc ?

« Tous les corps entrent en fusion à une certaine température, mais celle-ci n'est-elle pas une mesure sensible de la vitesse des molécules dans leurs mouvements à l'intérieur des corps. Tant que cette vitesse est maintenue dans certaines limites, le corps reste à l'état solide, mais, s'il vient à les dépasser, les molécules s'écoulent alors à l'état l'qu' de : c'est la fusion qui se produit ».

Après plusieurs autres qui ont fourni des démons contradictoires, un expérimentateur s'est livré à l'étude de l'extra disque de Reese, ainsi qu'à son mode d'emploi, et il formule ainsi qu'il suit son opinion au sujet de ce qu'il croit être la réalité de son action. Malheureusement, il n'est pas très explicite sur la question de son contact avec la pièce à scier.

« Le principe sur lequel est basée son action est l'utilisation de la chaleur due au frottement dans sa rotation à très grande vitesse pour échauffer jusqu'à la fusion le métal à couper. Le violent courant d'air provoqué par la rotation du disque le re-

froidit suffisamment pour en éviter l'usure trop rapide; il active, au contraire, la combustion du métal par apport d'oxygène. L'action du disque est tellement rapide que l'échauffement du métal découpé est limité à l'endroit de la coupure, et ceci d'autant mieux que le profil à découper est moins massif et le métal moins bon conducteur de la chaleur, comme on le comprend aisément. Il s'ensuit que l'opération sera d'autant plus économique que ces deux conditions se trouveront réunies, comme, par exemple, dans les travaux de serrure-

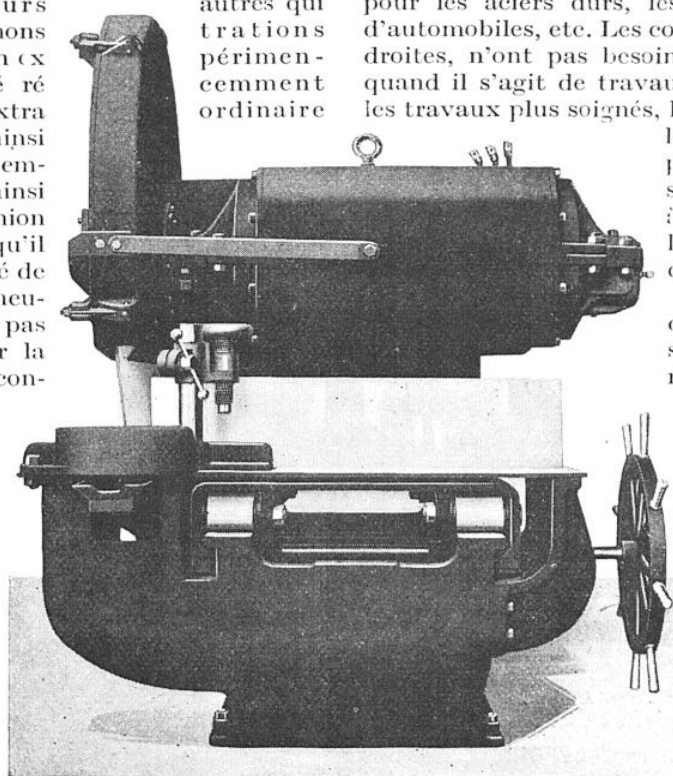
rie, pour l'usinage des cornières, des moulures, des fers creux, etc.; tandis que le disque est moins avantageux pour la section des gros fers carrés ou ronds qui sont trop massifs (sauf quand ces derniers sont animés d'un mouvement de rotation, comme il est dit plus haut), ou pour le cuivre, le bronze et les autres métaux ou alliages trop bons conducteurs de la chaleur. Il convient mal, de plus, pour le coupage de la fonte.

« On peut recommander son utilisation pour les aciers durs, les rails, les châssis d'automobiles, etc. Les coupes, toujours bien droites, n'ont pas besoin d'être retouchées quand il s'agit de travaux ordinaires. Pour les travaux plus soignés, le ciseau électrique, le burin à air comprimé, ou même simplement le burin à main, enlève facilement les bavures, qui sont légères.

« Ces machines à disque se construisent de façon très robuste et ne nécessitent que peu de frais d'outillage; elles sont à roulements à billes et leur entretien se borne à assurer le graissage de ceux-ci. Les disques sont en acier spécial très homogène ce qui leur permet de supporter sans accident l'énorme force centrifuge développée par la grande vitesse

de rotation; ils sont serrés entre deux flasques d'acier qui en augmentent sensiblement la résistance. La partie travaillante, à la périphérie, est striée.

« Ils sont généralement commandés par un moteur électrique et montés directement sur l'arbre, ce qui dispense de l'emploi de courroies, d'engrenages, etc... Il en existe plusieurs modèles de fabrication courante, depuis 0 m. 30 jusqu'à 1 m. 52 de diamètre. La vitesse de rotation varie de 2.500 à 5.000 tours par minute, et les puissances correspondantes absorbées par l'appareil



LA MÊME MACHINE, VUE FACE AVANT, QUE CELLE REPRÉSENTÉE A LA PAGE PRÉCÉDENTE. ON VOIT TRÈS DISTINCTEMENT LE DISQUE-SCIE ÉMERGEANT PAR LE BAS DE SON CARTER PROTECTEUR

sont de trois à trente-cinq chevaux pour les modèles petits et moyens, et de quarante-cinq à cent chevaux pour les grands modèles.

« Un de leurs principaux avantages est la rapidité du travail qu'ils fournissent ; ainsi, une petite machine n'utilisant que quatre chevaux de force découpera, en quinze secondes, un fer à T de 5 centimètres d'épaisseur sur 10 centimètres de hauteur et en vingt secondes, un fer à double T de mêmes dimensions ; une machine à disque de 90 centimètres, actionnée par un moteur de trente-cinq chevaux, découpera, en trente-cinq secondes, une cornière de 10 sur 20 centimètres, et en cinquante-cinq secondes, un fer à double T de 17 sur 45 centimètres.

« Une machine un peu plus forte découpera, en six secondes, une poutrelle de 100 millimètres en acier dur ou un fer à T de 150 millimètres ; un fer en U de 300 millimètres sera sectionné en quinze secondes par le milieu, de façon à former des cornières. Un rail de quarante-huit kilos au mètre courant sera coupé en une minute dix secondes ; une poutrelle de 500 millimètres, en vingt-neuf secondes, et un acier rond de 83 millimètres en quarante-neuf secondes. »

La machine consiste en un très fort bâti en fonte sur lequel est montée la table-lisse qui reçoit le moteur, et qui peut se déplacer sur des galets, lesquels sont montés sur des tourillons excentriques qui, à leur tour, sont supportés par un certain nombre d'autres galets donnant ainsi une portée et roulement particulièrement efficace.

Un dispositif de refroidissement par eau est prévu ; il est d'un dessin tel que les arcelles de métal provenant de la coupe sont immédiatement évacuées avec le surplus d'eau collectée du couvre-scie (fig. page 252).

En entretenant convenablement le disque en rafraîchissant de temps à autre sa lanche, qui est striée, au moyen d'un burin,

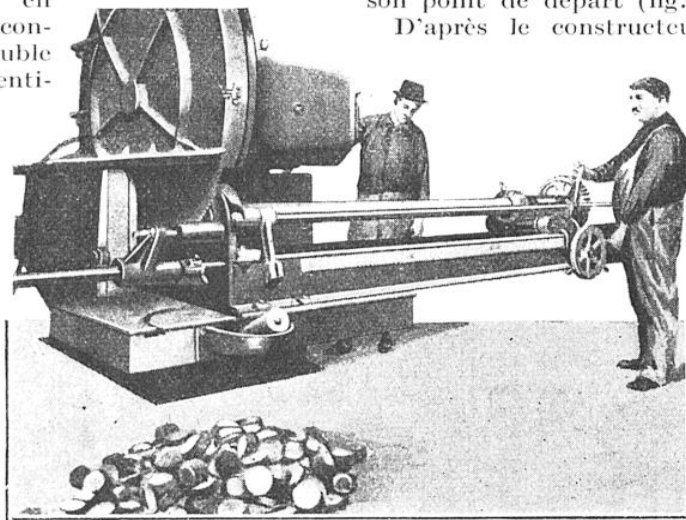
il peut supporter pendant cinq à six mois un travail ininterrompu et très fatigant.

Le moteur électrique est d'une construction spéciale, robuste, pouvant supporter des surcharges momentanées jusqu'à 60 %.

Dans les petits modèles, le déplacement du chariot portant le fer à sectionner est produit par un long levier manœuvré à la main ; dans les moyens et grands modèles, il y a quatre types d'avance de la scie : par volant à main, par dispositif hydraulique, ou pneumatique, ou bien encore par moteur électrique et engrenage d'avance, avec retour automatique du chariot porte-scie à son point de départ (fig. page 246).

D'après le constructeur, le prix total

d'une coupe d'un fer en U de 203 millimètres et de 31 centimètres carré de section, durant quinze secondes (avec le modèle n° 3) et comprenant le travail de l'ouvrier (à 3 francs l'heure), l'énergie électrique, l'entretien et le prix de la matière perdue, serait de 0 fr. 125 ; le même travail, effectué au cha-



LA SCIE « RYERSON », PETIT MODÈLE, ÉQUIPÉE EN TRONÇONNEUSE POUR BILLETES

lumeau à l'acétylène, reviendrait à 0 fr. 28 ; avec la scie circulaire ordinaire à dents, il serait de 1 fr. 471 et il monterait à 7 fr. 586 avec la scie à ruban. Ce dernier prix élevé s'explique par suite de l'usure rapide de la scie qui ne peut faire, en moyenne, que deux coupes de huit minutes chacune.

L'appareil à disque, quoique introduit dans l'industrie depuis peu d'années, est actuellement utilisé dans plusieurs centaines d'ateliers, aussi bien en Amérique que dans les pays d'Europe, où il fait un très bon service dans des conditions économiques satisfaisantes. En France seulement, il y en a une cinquantaine, montés dans les usines Schneider et C<sup>ie</sup>, au Creusot, à Commentry-Fourchambault, à Decazeville, aux Forges de Douai, dans les ateliers des Compagnies de chemins de fer, aux Chantiers navals français, aux Chantiers de la Gironde, etc...

PROSPER LABBÉ.



## L'IMPRESSION DES BANDES POUR LES NUMÉROS DES ABONNÉS

Par L.-P. CLERC

DANS les précédents numéros de *La Science et la Vie*, nous avons successivement passé en revue la composition mécanique (n° 50, mai 1920), le clichage (n° 51, juillet 1920) et l'impression rotative des journaux quotidiens (n° 53, novembre 1920) ; il nous reste à examiner comment les journaux imprimés et pliés sont expédiés aux abonnés, ce qui, d'ailleurs, met à nouveau en œuvre de très ingénieuses machines.

Les bandes-adresses nécessaires au service des abonnés ne peuvent évidemment être établies à la main ; le seul moyen que l'on eût à sa disposition jusqu'à ces dernières années consistait à imprimer d'avance, par grandes feuilles, qui étaient ensuite découpées et classées, les bandes correspondant à la durée de l'abonnement souscrit ; d'une part, il était nécessaire, pour procéder à l'impression d'une feuille, d'attendre plusieurs jours, de façon à pouvoir grouper un nombre suffisant de bandes pour des abonnements de même durée, et, pendant cette période d'attente, les bandes devaient être établies à la main ; d'autre part, tout changement

d'adresse d'un abonné exigeait, outre la réfection de nouvelles bandes, l'annulation de toutes les bandes déjà établies pour la durée d'abonnement restant à courir. Les journaux possédant un outillage moderne procèdent maintenant par des voies très différentes. Lors de la réception d'un ordre d'abonnement, un cliché est exécuté sur une machine « graphotype », fonctionnant sur le principe de la machine à écrire, mais dont les caractères, au lieu d'être imprimés sur papier, sont refoulés dans une feuille mince de métal qui constitue dès lors une forme typographique. Une empreinte de ce cliché est tirée sur une carte, pour vérification, et cliché et carte sont montés côte à côte dans un châssis léger en métal embouti. Ces cadres

sont classés dans des tiroirs spéciaux, chaque tiroir ou groupe de tiroirs correspondant à l'un des trains par lesquels sont faites les expéditions. L'impression des bandes au moyen de ces clichés est faite dans une machine automatique : l'« adressographe », sur laquelle on engage les uns après les autres les divers tiroirs, cha-

que cliché venant successivement, après un encreage analogue à celui des timbres en caoutchouc, s'imprimer sur un rouleau continu de papier, qui est ensuite sur la machine même

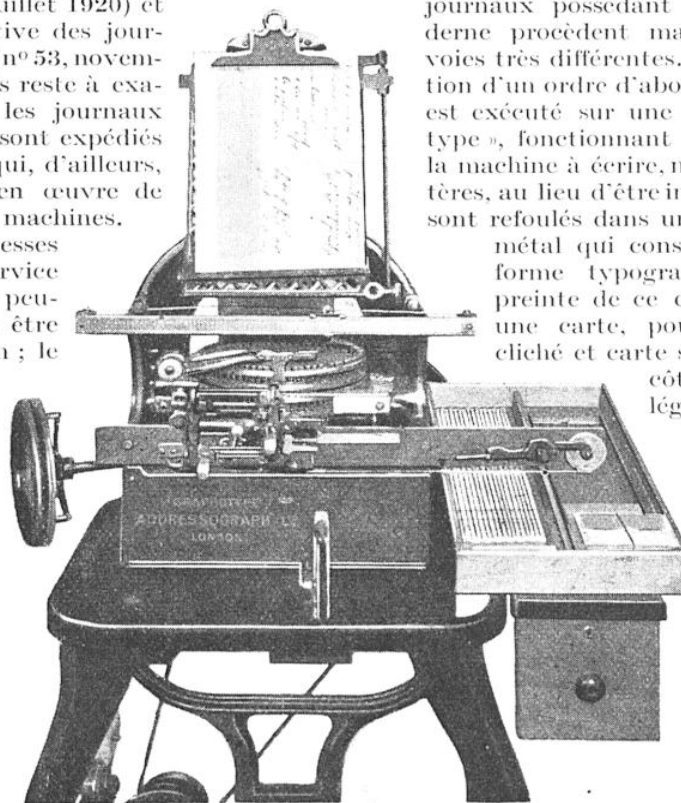


FIG. 1. — MACHINE « GRAPHOTYPE » POUR LA CONFÉCTION DES PLAQUES À IMPRIMER LES ADRESSES

*Cette machine, rappelant par plusieurs de ses dispositions les machines à écrire, refoule une plaque mince de métal et la transforme ainsi en un cliché d'impression typographique.*

débité en bandes qui s'empilent par paquets. Quand tous les clichés d'un tiroir ont passé, la machine s'arrête d'elle-même jusqu'à ce que son conducteur ait remplacé le tiroir vide par un plein; les clichés utilisés sont ensuite replacés dans leur tiroir, que l'on remet aussitôt à sa place.

On prépare ainsi, chaque jour, les bandes pour l'expédition du lendemain. En cas de changement d'adresse d'un abonné, il est facile de trouver immédiatement, en raison de leur classement alphabétique dans les tiroirs, le cadre à supprimer; quelques minutes après, un nouveau cliché remplace l'adresse périmée, et le cadre peut être reclassé en bonne place.

La mise des journaux sous bande est faite à la main; les ouvrières chargées de ce service sont, d'ailleurs, d'une dextérité remarquable.

Signalons, en terminant, qu'un inventeur américain, P. F. Cox, de Chicago, a tout récemment construit un dispositif pour imprimer les bandes des abonnés, dispositif qui se monte sur celles des rotatives munies de

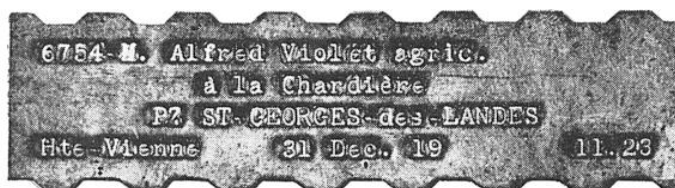


FIG. 2. — UNE PLAQUE A IMPRIMER LES ADRESSES

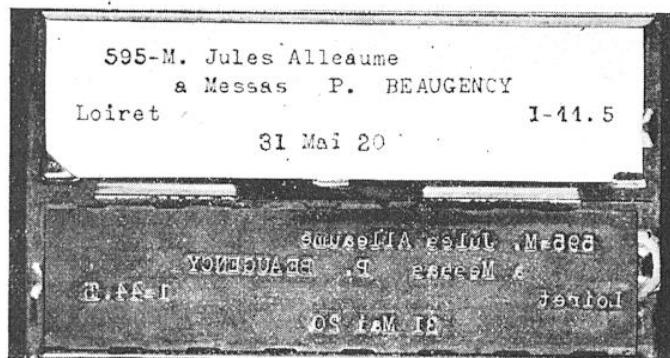


FIG. 3. — MONTAGE, SUR UN MÊME CHASSIS, DE LA PLAQUE A IMPRIMER ET D'UNE ÉPREUVE, PERMETTANT LE CLASSEMENT FACILE DANS LES TIROIRS DE L'« ADRESSOGRAPHE »

plieuses à cinq plis; l'impression de l'adresse est faite, avant l'entrée dans les plieuses, sur la marge supérieure droite de chaque exemplaire, au moyen de pochoirs ajourés, classés dans des galées, que l'on remplace au fur et à mesure des besoins. Le même inventeur a prévu, comme variante à son procédé, une machine collant, dans la même position, des étiquettes préparées à l'avance en bandes continues.

Ajoutons enfin que ce mode d'impression des adresses, ou divers autres utilisant aux lieu et place des clichés estampés en relief ci-dessus décrits, des pochoirs exécutés sur papier fort dans une machine à écrire spéciale dont chaque lettre est constituée par une série de minuscules emporte-pièces, est employé non seulement à l'expédition de quelques journaux et revues, mais commence à s'introduire dans certaines maisons de commerce pour l'envoi des catalogues.

Ce procédé est relativement rapide et permet de réaliser d'appréciables économies.

L.-P. CLERC.

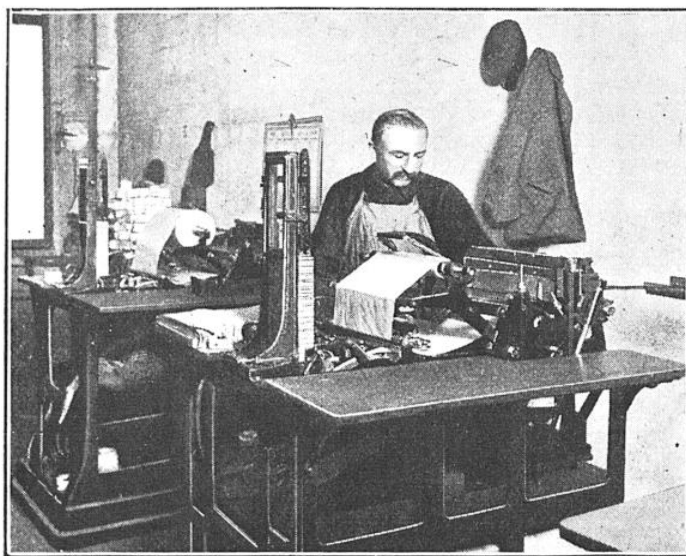


FIG. 4. — LA MACHINE « ADRESSOGRAPHE » POUR L'IMPRESION AUTOMATIQUE DES BANDES-ADRESSES

*L'un des tiroirs, renfermant les plaques d'impression, ayant été placé sur la machine (à gauche), les clichés passent successivement sous des tampons encraux puis sous la bande de papier sans fin, et vont se ranger dans un autre tiroir; la bande imprimée est coupée automatiquement et les bandes s'empilent à droite de la machine.*



# ON POURRA, ENFIN, CONTROLER LA MARCHE, L'USURE ET L'USAGE DES VOITURES AUTOMOBILES

Par Frédéric MATTON

**L'**n'est vraisemblablement pas un propriétaire de voiture automobile, qu'il s'agisse d'un véhicule de tourisme, d'un camion ou d'une camionnette, qui n'ait ressenti le besoin de contrôler la dépense de combustible et d'huile, la durée des pneumatiques, les frais de réparation et d'entretien de sa voiture, par rapport au travail kilométrique effectué par cette dernière. Il n'en est aucun, sans doute, qui ne désirerait pas non plus être à même de s'assurer si son chauffeur n'utilise pas, pour ses besoins propres, le véhicule dont il a la charge et dans quelle mesure il le fait, s'il se rend coupable de ce véritable détournement d'usage.

Pour assurer efficacement le contrôle et la surveillance en question, il manquait, jusqu'ici, un appareil qui pût consigner automatiquement et à l'abri de toute obstruction intéressée, sinon la nature, du moins le nombre et la durée des moindres incidents de marche de la voiture, les instants précis où ils se sont produits, la vitesse réalisée à n'importe quel moment de la journée et la distance totale parcourue à la fin de chaque période d'utilisation. Cet appareil existe depuis peu ; il a été inventé par un de nos compatriotes, M. G. Desenne, auquel il a valu le diplôme d'honneur lors du concours Lépine qui s'est tenu l'année dernière.

Léger, robuste et compact, le contrôleur-enregistreur de M. Desenne se place sur le

tablier de la voiture, devant le chauffeur qui a ainsi sous les yeux le totalisateur de kilomètres et la montre, seuls organes visibles sur la plaque antérieure de l'instrument.

L'appareil est à deux commandes bien distinctes, mais qui se conjuguent : 1° un

puissant mouvement d'horlogerie à échappement à ancre et marchant, suivant le modèle, pendant

quatre ou six jours ; ce mouvement d'horlogerie commande le déroulement de la bande de papier métallisé *A*

(fig. 3), graduée en divisions horaires de cinq minutes, sur laquelle un

style en argent *B* trace un diagramme indiquant la vitesse

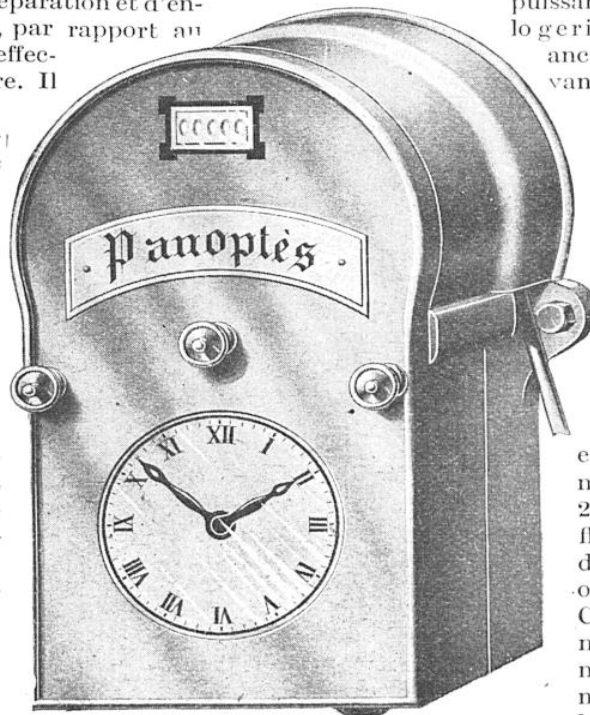
et le nombre de kilomètres parcourus ;

2° une commande par flexible *C* reliée à l'une des roues de la voiture ou à la boîte de vitesse.

Cette commande communique au style le mouvement qui lui est nécessaire pour tracer le diagramme mentionné plus haut.

Sur la flasque du mouvement d'horlo-

gerie sont disposés trois axes ; celui du centre porte un rouleau, les deux autres portent chacun une bobine. Le rouleau du centre *D*, commandé directement par le mouvement d'horlogerie, comme les aiguilles d'une montre, fait un tour à l'heure et entraîne à cette vitesse le ruban de papier métallisé. La bobine de gauche *E* est celle sur laquelle s'enroule le ruban au commencement de l'opération ; elle est montée folle sur son



LE CONTROLEUR-ENREGISTREUR DE  
M. DESENNE, VU DE FACE

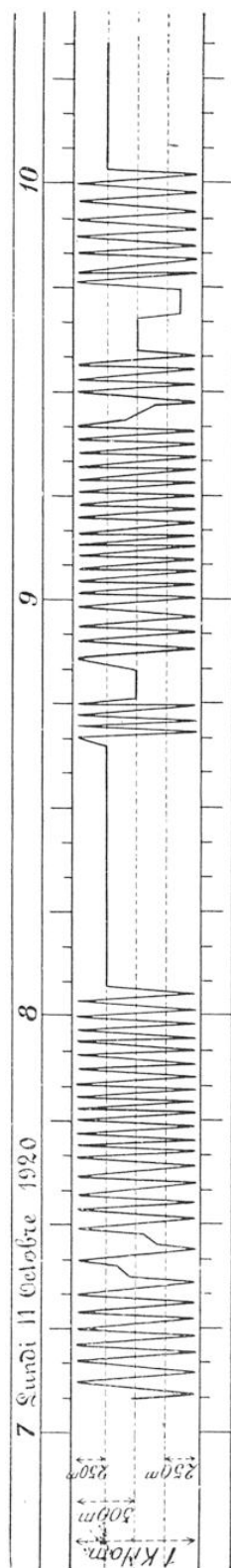


FIG. 1. — UN STYLE TRACE SUR LA BANDE QUI SE DÉROULE DES TRAITS CORRESPONDANT CHACUN A UN KILOMÈTRE PARCOURU. LE NOMBRE DE TRAÇES EN FONCTION DU TEMPS (LA BANDE EST GRADUÉE EN DIVISIONS DE 5 MINUTES) PERMET DE LIRE LA VITESSE DE LA VOITURE

axe, mais un dispositif de freinage l'empêche de tourner trop librement, car il faut que le ruban soit tendu pour que le rouleau *D* puisse l'entraîner ; la bobine de droite *F*, sur laquelle s'enroule la bande, est, comme le rouleau du centre, commandée par le mouvement d'horlogerie, mais pas directement, car il lui faut tourner deux fois plus vite au commencement de l'enroulement du ruban. Cependant, au fur et à mesure que le papier s'enroule sur cette bobine, le diamètre de celle-ci augmentant, il est évident que sa vitesse doit être diminuée ; ce résultat est obtenu au moyen d'un dispositif de freinage dont l'action est d'elle-même progressive puisqu'elle s'exerce directement sur le diamètre régulièrement croissant de l'enroulement du papier ; ainsi l'entraînement du ruban se fait à une vitesse rigoureusement uniforme, malgré le rapport sans cesse variable des diamètres du rouleau *D* et de la bobine *F*. L'adhérence de la bande de papier sur la surface supérieure du rouleau d'entraîne-

ment est assurée par une petite molette.

Le flexible qui transmet au style la commande de la voiture actionne une vis sans fin *G*, qui met elle-même en mouvement une roue dentée *H* sur laquelle est fixée une came cylindrique *I* (fig. 2) dont l'épaisseur variable détermine la course du style sur le ruban du papier. Un arbre *J* est maintenu, appuyé par une de ses extrémités contre la face courbe de la came au moyen d'un ressort ; on remarquera, en effet, sur la figure, que ce ressort est comprimé entre une pièce fixe de portée et une bille de butée montée à l'endroit du contact de l'arbre en

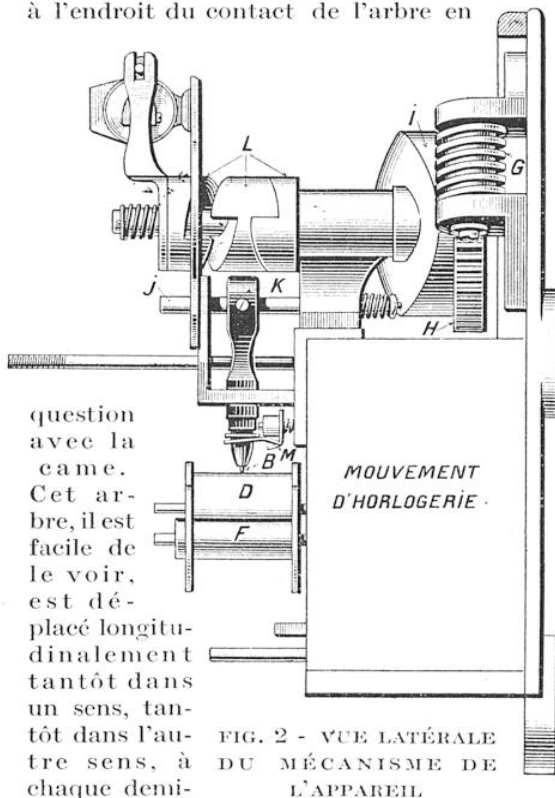


FIG. 2 - VUE LATÉRALE DU MÉCANISME DE L'APPAREIL

course ; le déplacement est le même dans les deux sens et égal à 16 millimètres. Sur l'arbre *J* et se déplaçant avec lui, est placé le porte-style *K*, lequel est guidé latéralement par deux glissières. Pendant que le style parcourt les 16 millimètres de sa course, le papier ne cesse de se dérouler ; le trait tracé par le style est donc oblique, de gauche à droite à l'aller et de droite à gauche au retour. Le mouvement du papier étant, comme nous l'avons dit, uniforme, plus la vitesse de la voiture est grande, plus sont serrés les traits obliques, plus, en d'autres termes, il y a de tracés contenus dans les limites d'une division horaire de cinq minutes. Or, chaque trait



correspondant à un kilomètre parcouru, il suffit, pour connaître la vitesse horaire du véhicule à n'importe quel moment de la journée, de compter le nombre de tracés et de multiplier par douze. Exemple : cinq traits équivalent à cinq kilomètres en cinq minutes et à soixante kilomètres à l'heure. Si la voiture effectue une marche arrière, le trait change de sens puisque le mouvement de la came se trouve renversé ; il est donc tout aussi facile, d'abord d'observer qu'il y a eu marche arrière puis de connaître la durée et la distance kilométrique de ce changement de marche.

A la partie supérieure de l'appareil et visible de l'extérieur, se trouve un compteur-totalisateur kilométrique ; ce dernier est commandé par une triple came *L* à deux dents chacune, de façon à faire apparaître le nombre de kilomètres parcourus, par un déclin rapide, deux fois pendant une rotation complète de la came qui commande les déplacements du style. Cette came est triple parce qu'il est nécessaire de commander le totalisateur toujours dans le même sens, que la voiture marche en avant ou qu'elle marche en arrière ; autrement, il est évident que le compteur « démarquerait », c'est-à-dire que les marches arrière s'inscriraient en déduction des marches avant ; il n'y aurait pas totalisation.

L'instrument a sensiblement les mêmes dimensions qu'une magnéto ; la fixation de la partie mobile est assurée par deux boulons de serrage, deux goujons de centrage et une serrure de sûreté à combinaison (sans clef). Dans le cas où quelqu'un d'autre que le propriétaire du véhicule parviendrait à trouver la combinaison et à ouvrir l'appareil, cette ouverture serait décelée à coup sûr ; elle s'inscrirait, en effet, sur le papier, par une rupture du trait continu que trace le style, car ce dernier n'est maintenu (par un dispositif spécial *M*) au contact du papier qu'à la condition que le carter de l'appareil soit fermé ; dès qu'on ouvre ce dernier, le crayon, qui, par ailleurs, est pratiquement incassable, puisqu'il est en argent,

se soulève. *Aucun truquage n'est donc possible.*

Comme il a été dit plus haut, le ruban de papier métallisé est gradué sur ses deux bords, en divisions de cinq minutes, mais, pour faciliter la lecture, les 16 millimètres du tracé des diagrammes se trouvent divisés en quatre parties égales et, par conséquent, en fractions équivalant chacune à 250 mètres, par des lignes parallèles tracées suivant la

longueur du ruban. Les fractions de kilomètre sont donc d'une lecture très aisée, comme on peut en juger par l'exemple illustré de la figure 1. Dans cet exemple, on voit que la mise en route s'est effectuée à 7 h. 5. 13 kilomètres ont été parcourus à partir de ce moment jusqu'à 7 h. 22. Ensuite, la voiture a effectué un parcours de 2 km. 300 avec deux ralentis, l'un entre 7 h. 20 et 7 h. 25, l'autre entre 7 h. 25 et 7 h. 30. Pendant les trente-quatre minutes qui ont suivi, la voiture a parcouru 33 km. 800. A 8 h. 4, arrêt de trente-six minutes que le conducteur, s'il fut en faute, a été dans l'impossibilité d'effacer ou de supprimer sur la bande.

Remise en route à 8 h. 39 ; parcours de 6 km. 750 jusqu'à 8 h. 45 ; ensuite, second arrêt, mais seulement de quatre minutes. Nouveau départ à 8 h. 49 ; 34 km. 750 ont été parcourus jusqu'à 9 h. 25 à la vitesse de 60 kilomètres à l'heure. Entre 9 h. 25 et 9 h. 30, le diagramme révèle un ralenti très court, puis un parcours de 6 km. 800 à un régime normal. De 9 h. 36 à 9 h. 41, arrêt, suivi d'une marche arrière d'environ 130 mètres et d'un autre arrêt de trois minutes. De 9 h. 45 à 10 h. 2, parcours de 14 km. 750 à une vitesse moyenne de 52 kilomètres à l'heure. Puis l'appareil enregistre un arrêt prolongé.

L'adjonction d'une montre à l'appareil a principalement pour but de faire de celui-ci un véritable compteur de vitesse, puisque le conducteur peut, à tout moment, lire le nombre de kilomètres parcourus par sa voiture en fonction du temps écoulé.

F. MATTON.

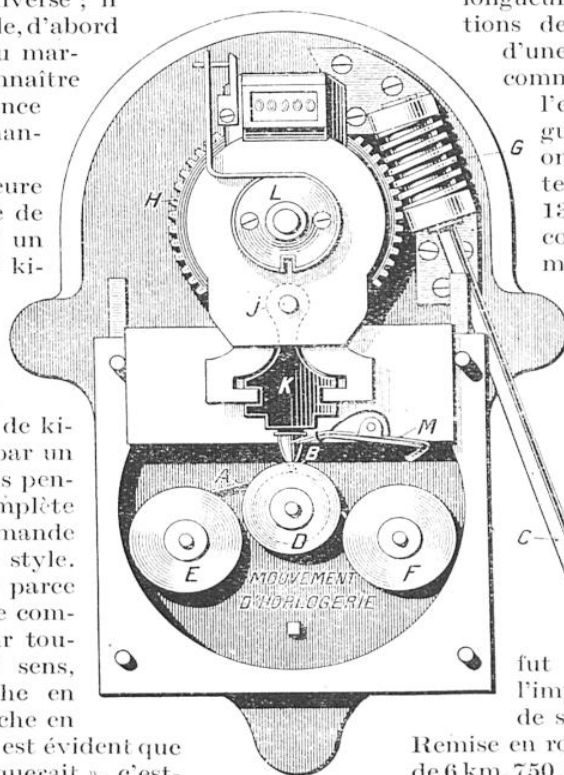


FIG. 3. — LE MÉCANISME VU DE FACE



## LA « JEANNE-D'ARC » EST ARRIVÉE A DESTINATION



*Ce bourdon géant, fondu en 1914 et qui ne pèse pas moins de 20.000 kilos, n'a été amené que l'ancien d'Annecy-le-Vieux à Rouen et hissé dans la tour Saint-Romain, de la cathédrale de cette ville.*



# RÉALISER UNE CLOCHE PARFAITE EST UNE TACHE DÉLICATE

Par Alexis CRESPEY

**L**E remplacement des milliers de cloches détruites sur place, ou réquisitionnées par l'ennemi, dans une grande partie de l'Europe, a attiré l'attention du public sur les modes de fabrication employés par les fondeurs pour réaliser des cloches parfaites au double point de vue de leur aspect et de leurs qualités musicales.

La forme des cloches doit être gracieuse et élégante, mais il est indispensable qu'elle soit combinée de manière à leur faire rendre le maximum de son. La coupe que nous donnons d'une cloche à battant rétro-lancé, de la fonderie Paccard, d'Anney-le-Vieux, montre la répartition du métal, qui va en augmentant d'épaisseur depuis le haut jusqu'à une faible distance du bord, pour diminuer ensuite

très rapidement. Cette forme permet d'obtenir des vibrations aussi puissantes avec une cloche pesant 330 kilogrammes qu'avec une autre de 500 kilogrammes ayant une forme défavorable à la propagation des vibrations.

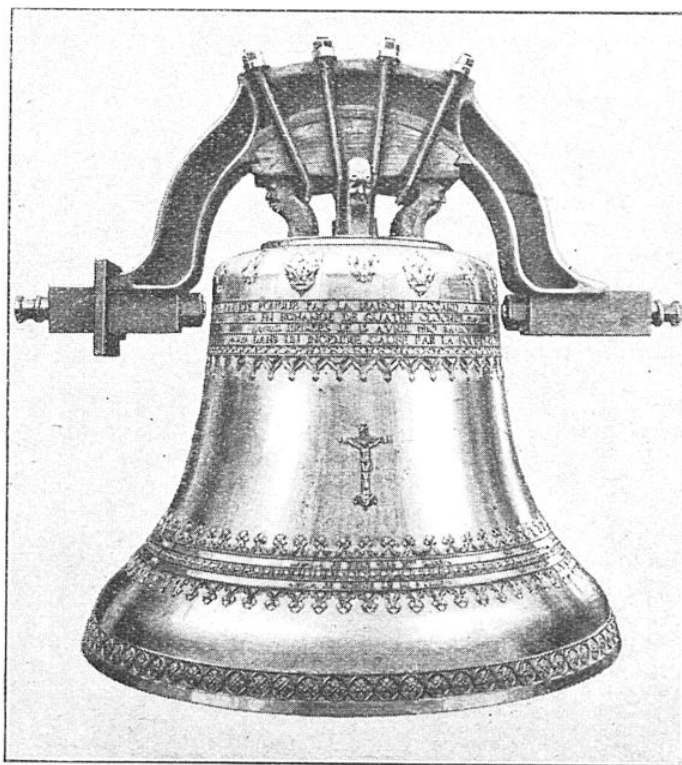
C'est l'ignorance de ces importants détails qui explique le peu de son des énormes cloches fondues autrefois par les Chinois.

D'après M. l'abbé Placide Brand, la grande cloche de Pékin, qui sert à annoncer les heures, a 3 m. 65 de diamètre, et pèse 60.000 kilogrammes. Le tracé des anciennes cloches chinoises diffère beaucoup de celui des cloches européennes modernes ; les unes sont presque

cylindriques, tandis que d'autres sont renflées à mi-hauteur ; enfin, leur bord ou *pince* est souvent découpé en festons comme les fleurs des champs appelées campanules.

Pendant longtemps, les cloches des églises chrétiennes furent de dimensions restreintes, et, du temps de Charlemagne, on citait comme remarquable une cloche pesant 200 kilogrammes. Au XI<sup>e</sup> siècle, une cloche de 1.300 kilos fut installée dans une tour de l'église Saint-Aignan, à Orléans, et il faut

aller jusqu'en 1358 pour trouver une imposante cloche de 5.500 kilos, à Valenciennes. C'est alors que l'on commença à fondre de très grosses cloches appelées bourdons. Toujours d'après M. l'abbé Brand, le *Cardaillac*, de Toulouse, qui pesait, dit-on, 25.000 kilos ; la *Jacqueline*, de Paris (7.500 kilos), et la grande cloche de Saint-Pierre de Rome



BOURDON DE 6.000 KILOGRAMMES FONDU RÉCEMMENT  
POUR L'ÉGLISE DE SAINT-AVOLD (LORRAINE)



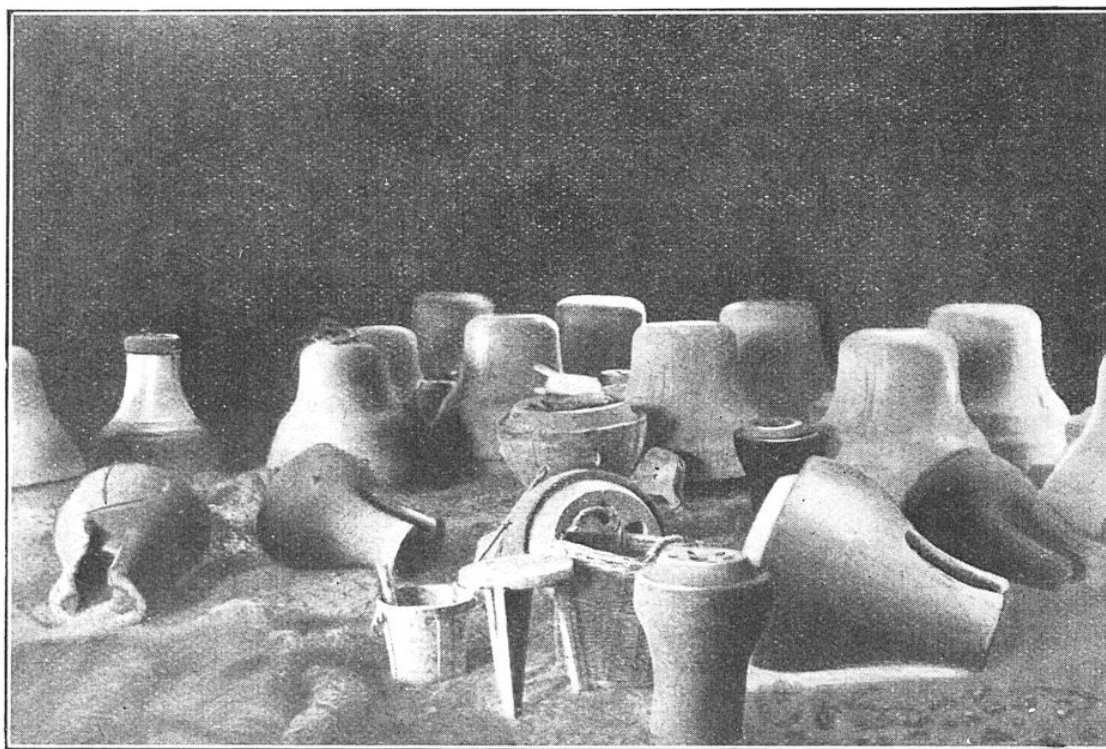
(5.780 kilos), datent de cette époque. Pendant la deuxième moitié du <sup>xiv</sup><sup>e</sup> siècle, on installa un bourdon de 12.000 kilos dans une des tours de Notre-Dame de Paris, un de 11.000 kilos à Cologne et un de 9.000 kilos à Strasbourg. En 1519, on mit en place, dans un des clochers de la cathédrale de Strasbourg, un énorme bourdon de 21.000 kilos, qui fut pendant longtemps la plus grosse cloche de l'Europe occidentale. L'*Emmanuelle*, de Paris, et la *Parlante*, de Rouen, fondues au <sup>xvii</sup><sup>e</sup> siècle, sont célèbres pour leurs qualités musicales, mais les cloches modernes françaises ne sont pas moins parfaites à cet égard. On peut citer, notamment, comme un chef-d'œuvre au point de vue musical la cloche de 5.105 kilos de Notre-Dame d'Anancy, qui porte le nom de *Salésienne*, parce qu'elle fut fondue dans cette ville à l'époque du doctorat de saint François de Sales.

C'est la Russie qui possède les plus grandes cloches du monde. Celle du couvent de la Sainte-Trinité, à Moscou, a 4 m. 175 de diamètre et pèse 67.000 kilos. Une autre cloche, la *Bolsko*, de Saint-Yvan, à Moscou, pèse 55.000 kilos pour un diamètre de 5 m. 490.

La plus puissante cloche de France est, actuellement, la *Jeanne-d'Arc*, pesant 20.000 kilogrammes, installée, l'année dernière, par ses fondeurs, MM. Paccard frères, d'Anancy-le-Vieux, dans la tour Saint-Romain de la cathédrale de Rouen. Sur l'une des faces (figure de la page 267), est reproduit un tableau représentant le Triomphe de Jeanne d'Arc, qui fut exposé au Vatican pendant les fêtes de la béatification. Sur l'autre face, on voit la reproduction de la *Jeanne-d'Arc* de Frémiet. Cet énorme bourdon a été complété par un carillon de vingt-neuf cloches, pesant au total plusieurs milliers de kilogrammes, qui a été offert à la cathédrale de Rouen grâce à une souscription ouverte à cet effet dans le diocèse.

La *S voyarde*, le bourdon bien connu fondu en 1900, par la même maison, pour l'église du Sacré-Cœur de Montmartre, à Paris, pèse 18.835 kilogrammes, c'est-à-dire 1.165 kilos de moins que la *Jeanne-d'Arc*, de Rouen.

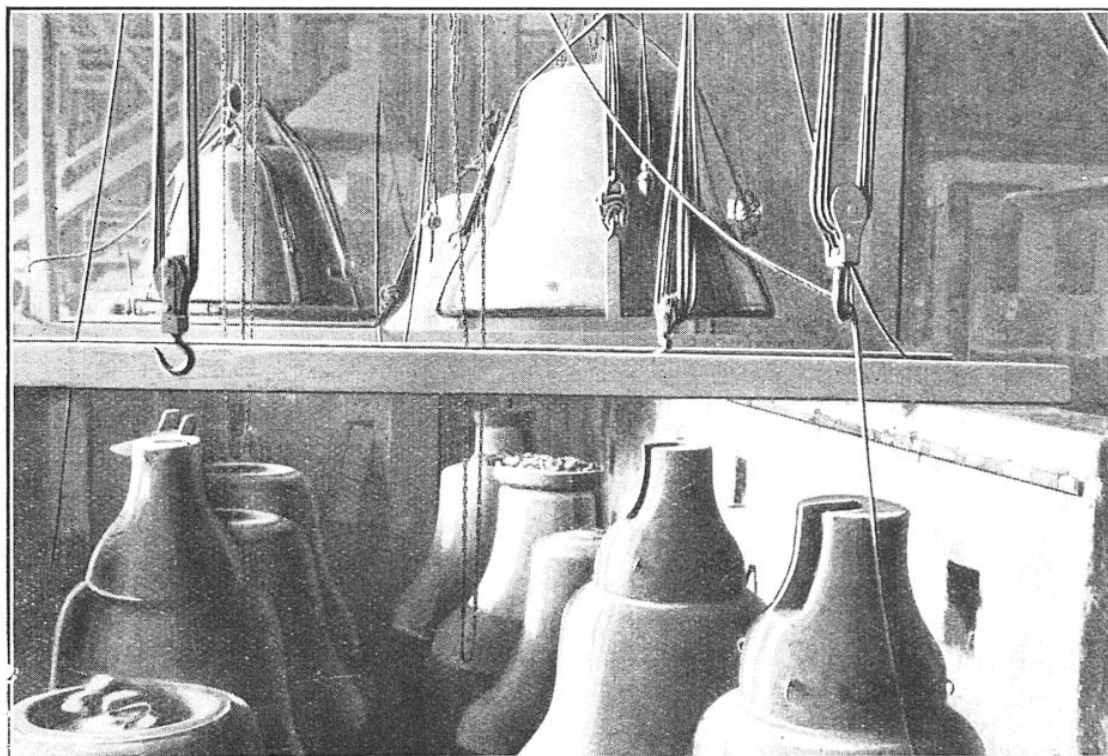
Le tableau que nous publions à la page suivante permet de se rendre compte très exactement du poids total et du diamètre à la base d'une cloche de tonalité donnée.



MOULES DE CLOCHES ET MOULES D'ANSES EN COURS DE FABRICATION

Dans cet atelier les ouvriers recouvrent les moules de couches superposées de terre très fine délayée dans de l'eau pour en rendre la surface aussi régulièrement unie que si elle était peinte.





FOSSE DE COULÉE DANS UNE GRANDE FONDERIE DE CLOCHES

On aperçoit, en avant, des moules de cloches de dimensions déjà importantes et, au fond, quelques « noyaux » au-dessus desquels des chapes sont suspendues au moyen de palans.

Tableau général donnant le poids des cloches, leur diamètre et leur tonalité. (Deux octaves et demie).

| TONALITÉ                      | POIDS  |        | TONALITÉ                                                                            | POIDS | DIAMÈTRE<br>A LA BASE |
|-------------------------------|--------|--------|-------------------------------------------------------------------------------------|-------|-----------------------|
|                               | Kilos  | Mètres |                                                                                     |       |                       |
|                               |        |        | <i>Fa</i> .....                                                                     | 900   | 1,12                  |
|                               |        |        | <i>Fa dièze, sol bémol...</i>                                                       | 760   | 1,06                  |
|                               |        |        | <i>Sol</i> .....                                                                    | 650   | 1,00                  |
|                               |        |        | <i>Sol dièze, la bémol...</i>                                                       | 530   | 0,95                  |
|                               |        |        | <i>La</i> .....                                                                     | 460   | 0,90                  |
|                               |        |        | <i>La dièze, si bémol...</i>                                                        | 380   | 0,85                  |
|                               |        |        | <i>Si</i> .....                                                                     | 325   | 0,80                  |
|                               |        |        | <i>Do</i> .....                                                                     | 260   | 0,75                  |
|                               |        |        | <i>Do dièze, ré bémol...</i>                                                        | 225   | 0,70                  |
|                               |        |        | <i>Ré</i> .....                                                                     | 180   | 0,67                  |
|                               |        |        | <i>Ré dièze, mi bémol...</i>                                                        | 160   | 0,64                  |
|                               |        |        | <i>Mi</i> .....                                                                     | 130   | 0,60                  |
|                               |        |        | <i>Fa</i> .....                                                                     | 110   | 0,575                 |
|                               |        |        | <i>Fa dièze, sol bémol...</i>                                                       | 90    | 0,535                 |
|                               |        |        | <i>Sol</i> .....                                                                    | 75    | 0,50                  |
|                               |        |        | <i>Sol dièze, la bémol...</i>                                                       | 65    | 0,475                 |
|                               |        |        | <i>La</i> .....                                                                     | 55    | 0,450                 |
|                               |        |        | <i>La dièze, si bémol...</i>                                                        | 45    | 0,425                 |
|                               |        |        | <i>Si</i> .....                                                                     | 35    | 0,40                  |
|                               |        |        | <i>Do</i> .....                                                                     | 32    | 0,375                 |
| <i>Do grave</i> .....         | 19.000 | 3,00   | La qualité du son est fonction du poids de la cloche, qui donne une vibration d'au- |       |                       |
| <i>Do dièze, ré bémol...</i>  | 16.000 | 2,80   |                                                                                     |       |                       |
| <i>Ré</i> .....               | 15.000 | 2,75   |                                                                                     |       |                       |
| <i>Ré dièze, mi bémol...</i>  | 10.500 | 2,50   |                                                                                     |       |                       |
| <i>Mi</i> .....               | 8.600  | 2,45   |                                                                                     |       |                       |
| <i>Fa</i> .....               | 7.250  | 2,25   |                                                                                     |       |                       |
| <i>Fa dièze, sol bémol...</i> | 6.350  | 2,15   |                                                                                     |       |                       |
| <i>Sol</i> .....              | 5.450  | 2,10   |                                                                                     |       |                       |
| <i>Sol dièze, la bémol...</i> | 4.200  | 1,90   |                                                                                     |       |                       |
| <i>La</i> .....               | 3.600  | 1,80   |                                                                                     |       |                       |
| <i>La dièze, si bémol...</i>  | 3.000  | 1,70   |                                                                                     |       |                       |
| <i>Si</i> .....               | 2.600  | 1,60   |                                                                                     |       |                       |
| <i>Do</i> .....               | 2.100  | 1,50   |                                                                                     |       |                       |
| <i>Do dièze, ré bémol...</i>  | 1.800  | 1,45   |                                                                                     |       |                       |
| <i>Ré</i> .....               | 1.500  | 1,35   |                                                                                     |       |                       |
| <i>Ré dièze, mi bémol...</i>  | 1.250  | 1,25   |                                                                                     |       |                       |
| <i>Mi</i> .....               | 1.050  | 1,18   |                                                                                     |       |                       |



tant plus pleine et plus nourrie que ses parois sont plus épaisses. Une bonne cloche émet, en même temps que le son principal, des sons secondaires concomittants, en harmonie avec le premier, tels que tierce, sixte majeure ou mineure, quinte ou octave juste. Ces sons secondaires sont au moins au nombre de deux, dont un plus aigu et l'autre plus grave que le son principal. D'après M. Allart, le son secondaire grave se développe seulement quand la cloche sonne à toute volée, et il joue dans l'ensemble de la sonnerie un rôle moins important que celui du son secondaire aigu, à cause de la plus grande distance qui le sépare du son principal. Par conséquent, si le son secondaire grave donné par une cloche n'est pas absolument juste, il ne nuit pas beaucoup à l'ensemble de la sonnerie. Une mauvaise cloche donnerait, par exemple, des sons secondaires séparés du son principal par des intervalles de seconde, de septième ou de neuvième. Une bonne cloche donne la tierce majeure ou mineure du son principal comme son accessoire aigu, et l'octave grave du son principal ou du son accessoire aigu comme son accessoire grave. On doit

surtout faire attention, dans une sonnerie, aux sons accessoires aigus, dont le rôle est très important parce qu'ils se tiennent dans la région tonale de la plupart des sons principaux.

Le tableau suivant permet de choisir une sonnerie.

On a pris comme base la note *do*, mais en transposant, on peut établir ces mêmes sonneries avec d'autres notes comme base.

Accord diatonique.  $\left\{ \begin{array}{l} \text{do,} \\ \text{ré,} \\ \text{mi,} \\ \text{fa.} \end{array} \right.$

Accord diatonique et tierce mineure.  $\left\{ \begin{array}{l} \text{do,} \\ \text{ré,} \\ \text{mi,} \\ \text{sol.} \end{array} \right.$

Accord de tierce majeure.  $\left\{ \begin{array}{l} \text{do,} \\ \text{mi,} \\ \text{sol,} \\ \text{do.} \end{array} \right.$

Accord de tierce mineure.  $\left\{ \begin{array}{l} \text{do,} \\ \text{mi b,} \\ \text{sol,} \\ \text{do.} \end{array} \right.$

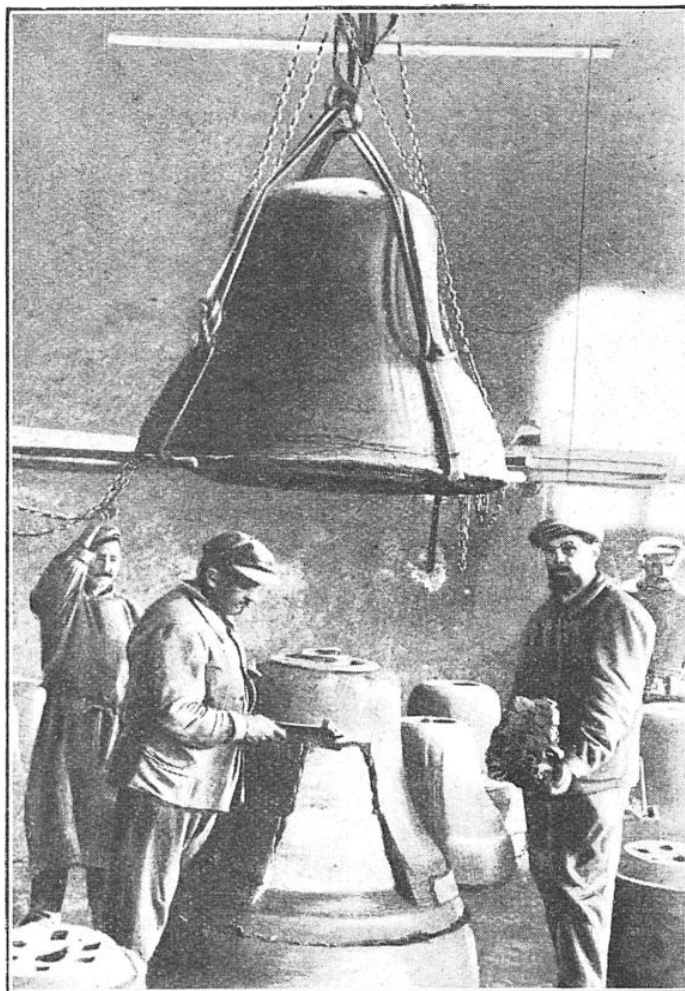
Accord de quarte majeure.  $\left\{ \begin{array}{l} \text{do,} \\ \text{fa,} \\ \text{la,} \\ \text{do.} \end{array} \right.$

Accord de quarte mineure.  $\left\{ \begin{array}{l} \text{do,} \\ \text{fa,} \\ \text{la b,} \\ \text{do.} \end{array} \right.$

Pour réaliser des sonneries de deux et trois cloches, on choisira les mêmes accords que ci-dessus, en supprimant la quatrième et la troisième cloche, sauf

pour l'accord diatonique qui, pour être beau, doit être de trois cloches au moins.

On aura de même des sonneries de cinq, six, sept et huit cloches pour lesquelles nous donnons ci-après les combinaisons de notes les plus favorables que l'on devra choisir.



PRÉPARATION D'UN MOULE DE CLOCHE

*La chape ayant été soulevée au moyen de crochets et de palans, deux ouvriers sont occupés à briser la fausse cloche en terre qui a exactement la même épaisseur et les mêmes dimensions que la future cloche de bronze. Par l'échancrure pratiquée dans la fausse cloche, on aperçoit le «noyau» qui se détache en blanc. C'est dans le vide laissé entre le noyau et la chape par la disparition de la fausse cloche que l'on coulera le bronze en fusion destiné à réaliser la cloche définitive.*



Pour une sonnerie de cinq cloches, on aura :

*do, fa, sol, la, do.*

*do, ré, mi, fa, sol.*

Pour une sonnerie de six cloches, on aura :

*do, mi, fa, sol, la, do.*

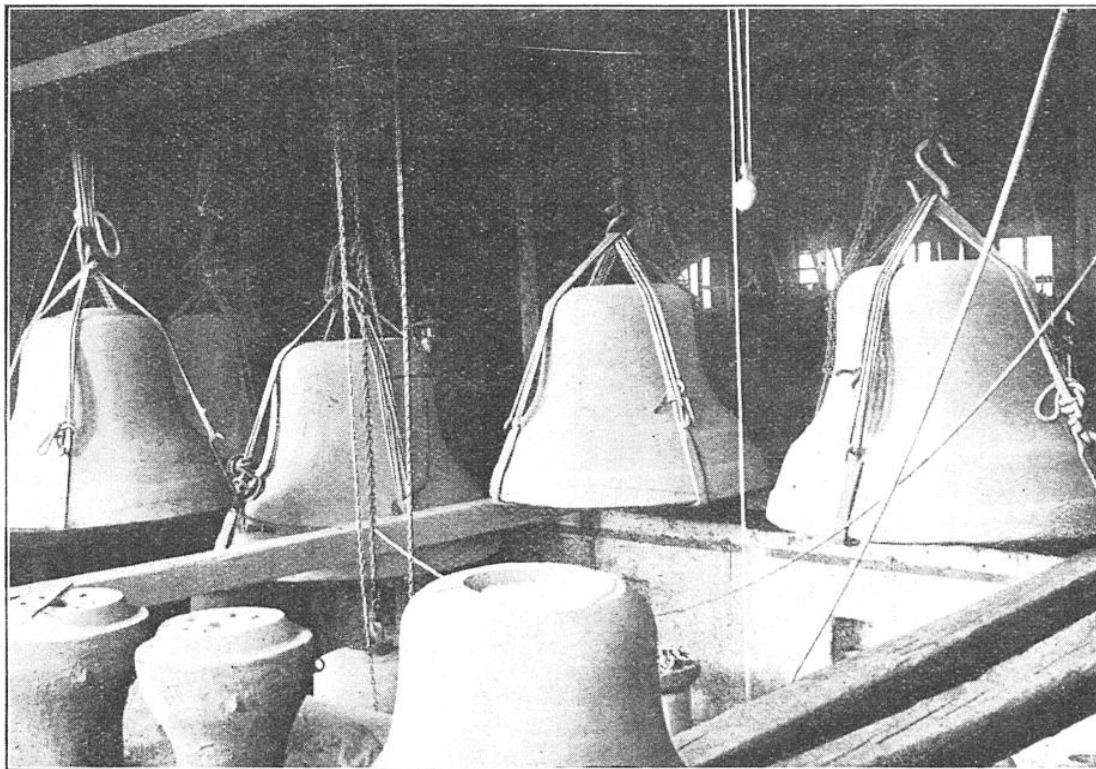
*do, ré, mi, fa, sol, la.*

Pour une sonnerie de sept cloches, on aura :

*do, mi bémol, mi, fa, sol, la, do.*

*do, ré, mi, fa, sol, la, si.*

donnant, pour une cloche d'un poids déterminé, l'épaisseur du bord et le plus grand diamètre. Le bord, ou la plus grande épaisseur de la cloche, est pris pour unité ; toutes les autres dimensions sont fonction du bord. En général, chaque fondeur a sa brochette particulière. Le diamètre de la partie supérieure de la cloche ou cerveau n'est que la moitié du plus grand diamètre ou diamètre



FOSSE DE COUÛLE POUR LES CLOCHES DE GRANDES DIMENSIONS

Les moules plus petits que l'on voit posés sur le fond de la fosse, à gauche de la photographie, sont ceux destinés à la fabrication de deux anses de cloches.

Pour une sonnerie de huit cloches, on aura :  
*do, ré, mi, fa, sol, la, si, do.*

On admet généralement que nombre des vibrations d'une cloche est inversement proportionnel à son diamètre ou à la racine cubique de son poids ; d'autre part, la gravité du son croît en raison directe des diamètres.

Ces diamètres seraient les suivants pour une série de cloches en bronze ordinaire (78/22) dont les sons principaux, ou notes fondamentales, formeraient une octave complète :

*ut ré mi fa sol la si ut*

1 8/9 4/5 3/4 2/3 3/5 8/15 1/2

Pour exécuter le tracé d'une cloche, le fondeur se sert de la *brochette*, tableau

inférieur de la cloche ; il donnerait donc, s'il pouvait entrer en vibrations, l'octave supérieure de la note fondamentale de la cloche. Il en sera de même de deux cloches dont l'une aurait son plus grand diamètre double de celui de l'autre comme on l'a dit ci-dessus.

Les profils extérieur et intérieur de la cloche sont tracés sur une planche, dite *planche à trousser*. On la découpe successivement, au fur et à mesure de l'avancement du moule, suivant ces différents profils. Le tracé des *anses* ou *colombettes*, qui servent à suspendre la cloche, n'est pas aussi rigoureux, mais se base également sur le bord. Le battant doit peser environ le vingtième du poids de la cloche.



Passons maintenant au moulage, qui se fait en terre et qui utilise les procédés ordinaires de la fonderie de bronze quant aux choix des terres, des sables, etc...

Le moule d'une cloche comprend quatre parties principales et bien distinctes : 1<sup>o</sup> le noyau ; 2<sup>o</sup> la fausse cloche ; 3<sup>o</sup> la chemise ou chape ; 4<sup>o</sup> les colombettes ou anses.

Le noyau, construit en briques et en terre,

le mouleur en prend des empreintes en cire, qu'il n'a qu'à disposer convenablement sur la fausse cloche (Voir la figure page 269).

Reste maintenant à faire la *chemise* qui, recouvrant tout le travail précédent, prend en creux l'empreinte des reliefs en cire. On l'obtient à l'aide de couches de terre appliquées successivement sur la fausse cloche, entremêlées de chanvre, renforcées par du



OPÉRATION DITE DE L' « ENTERRAGE », EN VUE D'UNE COULÉE PROCHAINE

*A l'extrémité de la fosse, on voit un four pouvant contenir 26.000 kilogrammes de bronze. La coulée représentée ci-dessus comporte l'emploi d'une masse de métal de 19.000 kilogrammes. Les ouvriers qui roulent des brouettes, à droite et à gauche, déversent du sable qui sera « damé » tout autour des moules.*

est profilé par la planche à trousser suivant le vide intérieur de la cloche ; à cette fin, la planche à trousser est montée sur une solide tige de fer, de manière à pouvoir pivoter autour de l'axe vertical de la cloche.

Sur ce noyau, on applique une couche de terre mélangée de chanvre et profilée également par la planche à trousser suivant l'épaisseur que devra avoir le métal : c'est la *fausse cloche* que l'on brise plus tard.

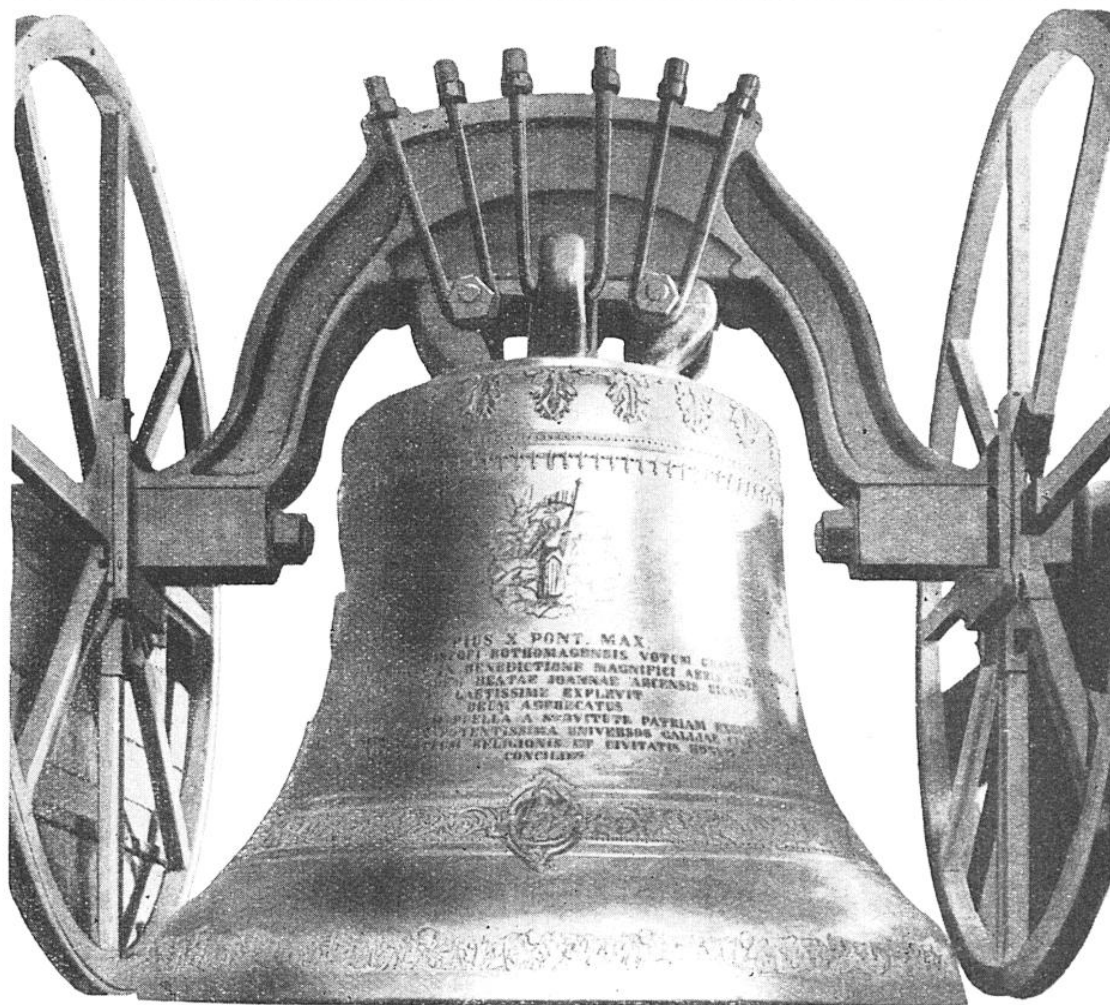
C'est sur cette fausse cloche que se placent les inscriptions, dessins, figures, qui doivent orner la cloche. Toute cette ornementation a été gravée en creux sur bois ;

fil de fer et toujours profilées par la planche à trousser employée pour les autres éléments.

La beauté des cloches dépend en grande partie de la qualité de la potée recouvrant la fausse cloche et formant l'intérieur de la chemise. Elle rend le métal plus blanc.

La figure page 264 rend parfaitement compréhensible la manière dont on prépare un moule de cloche. La chape étant soulevée au moyen de palans et de crochets, deux ouvriers brisent la fausse cloche en terre, qui a exactement la même épaisseur et les mêmes dimensions que la future cloche de bronze. L'échancreuse pratiquée dans la fausse cloche





MONTAGE DE LA « JEANNE-D'ARC », LA  
DE ROUEN, FONDUE AU COURS DE

La forme spéciale du « joug » pour rétro-lancé semble et de le ramener un peu au-dessous de les cordes permettant de sonner cette énorme grammes, la « Jeanne-d'Arc », comme la à Paris, ne fatigue pas plus les sonneurs



NOUVELLE CLOCHE DE LA CATHÉDRALE  
L'ANNÉE 1914 A ANNECY-LE-VIEUX

permet de relever le centre de gravité de l'en-l'axe des cercles à gorge sur lesquels passent cloche. Malgré son poids de 20.000 kilo-« Savoyarde » du Sacré-Cœur de Montmartre, qu'une humble cloche de village mal suspendue.

laisse apercevoir le « noyau » qui se détache en blanc. On coulera le bronze en fusion qui, une fois refroidi, constituera la cloche définitive dans le vide laissé entre le noyau et la chape par la disparition de la fausse cloche.

Les différentes parties du moule, noyau, fausse cloche et chemise, sont séparées par des couches de suif qui empêchent leur adhérence réciproque. Le noyau étant creux, on peut s'en servir comme d'un foyer pour y allumer un feu qui permet de dessécher le moule. La chaleur fait aussi fondre la cire donnant l'ornementation ; cette cire est absorbée par la fausse cloche et par la chemise ;

c'est le procédé dit moulage à cire perdue.

Le moulage des colombettes se fait à part ; on peut employer soit des modèles en bois sur lesquels on fait directement le moulage en terre, soit des moules creux en plâtre, qui donnent des colombettes en cire, et ces dernières servent au moulage en terre. En faisant dessécher ce moule à l'étuve, la cire fond et on la recueille afin de pouvoir la faire servir à une autre opération de fonte.

Les différentes parties du moule étant prêtes, on soulève la chape, on enlève la fausse cloche, on racle la surface du noyau et la surface intérieure de la chemise ; on garnit



le fond encore ouvert du noyau avec un bouchon de terre, dans lequel est scellé l'anneau porte-battant en bélière (quelques fondeurs disent encore colombe). On replace la chemise sur le noyau ; entre les deux se trouve maintenant le vide qui recevra le métal. Enfin, on pose sur la chape le moule des colombettes et le bassin de coulée qui fait corps avec lui.

Le moule est alors prêt ; il ne reste plus qu'à l'enterrer dans la fosse de coulée, en avant d'un four à réverbère ordinaire qui contient le bronze en fusion et à ménager les rigoles qui distribueront le métal aux différents moules. A Annecy, le four qui dessert la grande fosse de coulée peut contenir 26.000 kilogrammes de métal. La figure page 266 montre la préparation

d'une coulée absorbant 19.000 kilos de bronze. Après la coulée, et quand on suppose le métal suffisamment refroidi, on brise les moules pour en sortir les cloches et les nettoyer en ébarbant au burin les aspérités métalliques superficielles qui se sont produites pendant l'opération.

Dans certaines fonderies de cloches, comme chez Paccard Frères, on a supprimé l'emploi des châssis, qui seraient trop pesants dans le cas du coulage de grosses pièces de 10.000 à 20.000 kilos. Cette méthode compliquerait le travail, augmenterait le prix de revient et nécessiterait l'installation de moyens de levage onéreux et compliqués. La suppression des châssis est rendue possible par le fait que l'on mélange au sable formant les noyaux, les chapes et les fausses cloches du chanvre et de la

bourre de poil de bœuf, qui augmentent le pouvoir agglutinant de la masse terreuse composant l'ensemble d'un moule.

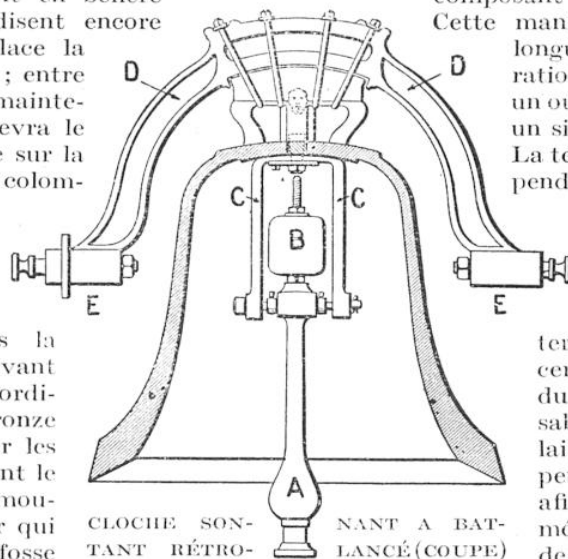
Cette manière d'opérer exige une longue et méticuleuse préparation à laquelle doit présider un ouvrier exercé et non pas un simple gâcheur de plâtre. La terre, pilonnée et malaxée pendant longtemps, doit être fine et malléable et ne pas se fendiller sous l'action de la chaleur intense qu'elle doit supporter lors de la coulée. Dans

certaines usines, on ajoute du crottin de cheval au sable de fonderie et on laisse le tout fermenter pendant un certain temps afin de donner du liant au mélange. Ces opérations de pilonnage, de malaxage et de fermentation sont répétées plusieurs fois de suite. On conserve le résultat de cette série de

préparations, mélangé de poussière de briques finement tamisée, dans une pièce suffisamment humide pour ne pas en détruire le pouvoir agglutinant par une trop grande siccité.

Le métal des cloches est un bronze spécial, composé de soixante-dix-huit parties de cuivre rouge et de vingt-deux parties d'étain fin de Banca. Le choix des métaux joue un rôle de tout premier plan en ce qui concerne la qualité du son des cloches et surtout leur solidité. Il faut, en effet, qu'une cloche résiste sans défaillance possible aux coups multiples et répétés du battant sans risquer de se laisser entamer par ce dernier.

Il est intéressant pour l'esthétique que le métal soit brillant et d'une couleur blanc d'argent : la teinte jaunâtre étant l'indice d'une prédominance nuisible

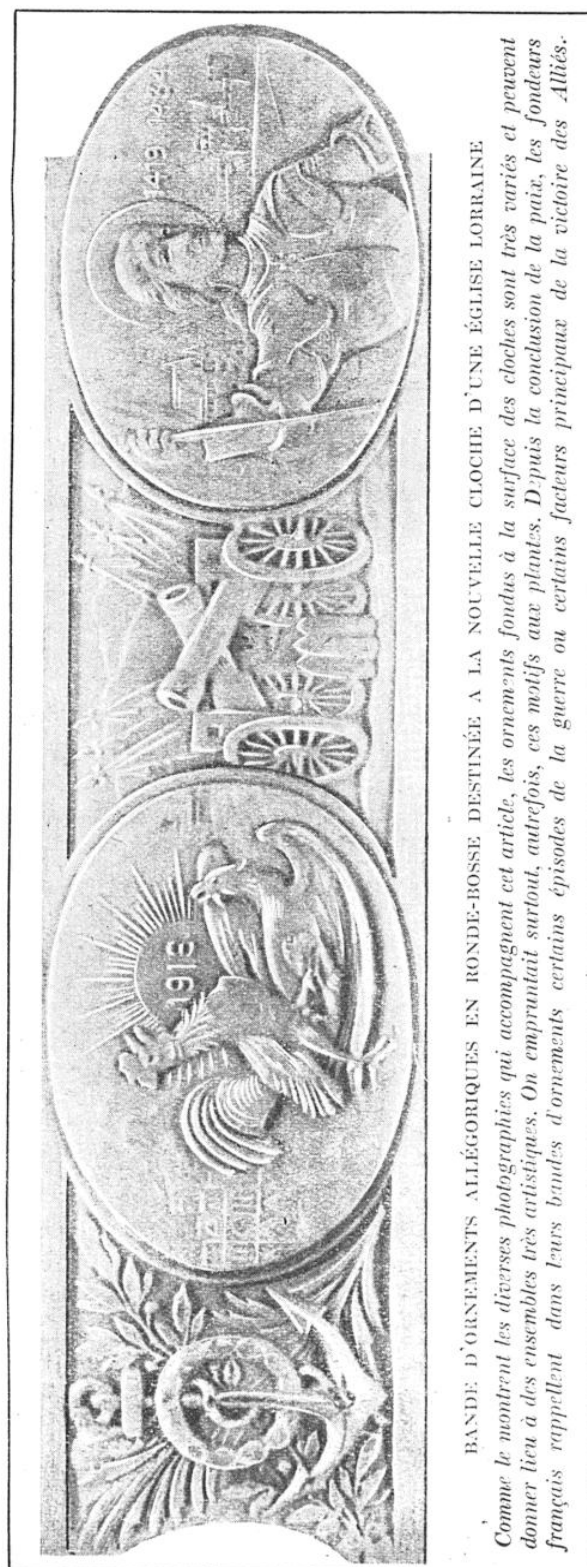


CLOCHE SONTANT A BAT-  
RÉTRO- LANCÉ (COUPE)  
A, battant ; B, contrepoids ; C C, support  
face du battant et de son contrepoids ;  
DD, joug pivotant sur les tourillons EE.



LA « JEANNE-D'ARC » PRÊTE A ÊTRE EXPÉDIÉE





BANDE D'ORNEMENTS ALLÉGORIQUES EN RONDE-BOSSE DESTINÉE A LA NOUVELLE CLOCHE D'UNE ÉGLISE LORRAINE.

Comme le montrent les diverses photographies qui accompagnent cet article, les ornements fondus à la surface des cloches sont très variés et peuvent donner lieu à des ensembles très artistiques. On emprunte surtout, autrefois, ces motifs aux plantes, aux animaux, aux figures, aux scènes de la vie, aux événements de la guerre ou certains facteurs principaux de la victoire des Alliés.

du cuivre dans l'alliage. Les fours dans lesquels s'opère la fusion du métal doivent être chauffés au bois et non à la houille, de manière à éviter l'influence des gaz et des fumées que produisent souvent les combustibles minéraux chargés d'impuretés très nocives telles que le soufre.

On peut réaliser la monture d'une cloche, c'est-à-dire la relier à son joug ou hune, de trois manières différentes qui ont une influence très nette sur le son émis.

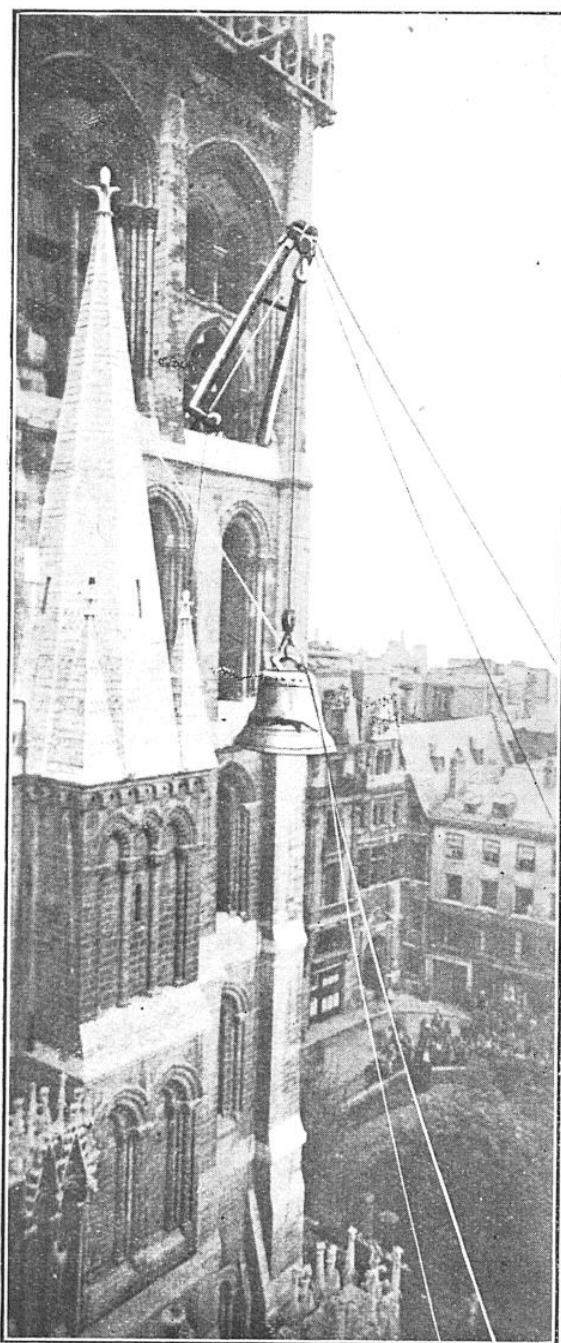
On employait autrefois deux modes de monture ou de sonnerie qui se distinguaient par la manière dont le battant frappait la cloche, à savoir : le battant lancé et le battant rétrograde.

Dans la sonnerie à battant lancé, employée dans toute la France, sauf dans le Midi, l'axe du tourillon est au niveau des anses et le battant vient frapper la cloche à sa partie la plus épaisse. Le joug, souvent en bois, est disposé de telle manière que le battant participe au mouvement d'oscillation de la cloche. De ce fait, le battant, qui est bas et léger, se trouve comme lancé en l'air contre la cloche qu'il attaque dans la partie la plus haute à chaque envolée. Il est généralement admis que les cloches fournissent avec ce mode de monture leur maximum de son. Mais, d'autre part, les cloches ainsi disposées sont dures à sonner et leur mise en branle exige de larges espaces. Enfin, on ne peut employer cette monture que dans des clochers très solides parce que les beffrois sont fortement ébranlés par les mouvements oscillatoires que les volées impriment à la charpente.

La sonnerie à battant rétrograde des églises de la Provence et de la Gascogne est celle où la cloche vient frapper contre le battant : le fonctionnement est donc l'inverse du précédent. Le joug est installé de manière à faire contre-poids à la cloche, ce qui ralentit les oscillations et comme, d'autre part, le battant est plus léger, il s'ensuit que la sonnerie a beaucoup moins d'ampleur. Ce dispositif a toutefois l'avantage de diminuer notablement, d'une part, les ébranlements qu'ont à supporter les clochers et les beffrois, et, d'autre part, l'espace nécessaire pour la mise en volée. Il y a lieu de faire observer que si l'on vient à sonner à trop grande volée avec ce système, le battant reste appuyé contre la cloche et arrête les vibrations ; on a un son sans ampleur.

On a cherché à réaliser un dispositif mixte capable de supprimer les inconvé-





LA « JEANNE-D'ARC » EST HISSÉE DANS LE CLOCHER DE LA CATHÉDRALE DE ROUEN

*On voit comment ce pesant bourdon a pu atteindre avec une facilité relative l'emplacement qui lui était assigné, grâce à l'emploi d'une chèvre à moufle installée sur les solides pierres de taille formant l'entablement de l'étage immédiatement au-dessus de la vaste chambre réservée aux cloches.*

nients des deux systèmes décrits ci-dessus.

L'idée du nouveau mode de sonnerie, dit à battant rétro-lancé, préconisé par MM. Paccard Frères d'Annecy-le-Vieux, n'est pas très récente, car elle a fait l'objet d'un brevet pris en France dès l'année 1883.

Toutefois, ce procédé n'avait pas été exploité et c'est ainsi que ces constructeurs ont pu faire de ce principe ancien une application nouvelle très personnelle, qui est d'ailleurs protégée par de nouveaux brevets français et étrangers datant de 1905.

Le battant rétro-lancé, avec joug métallique, facilite beaucoup la mise en volée des cloches car l'axe du tourillon, qui n'est plus au niveau des anses, est, au contraire, surbaissé de telle manière que la cloche se fasse à elle-même contre-poids. Le fait qu'une partie relativement importante de la cloche se trouve au-dessus de l'axe des tourillons diminue, dans une très grande proportion, l'espace nécessaire pour la mise en volée, et l'on supprime, grâce à l'adoption de ce dispositif, les ébranlements que les autres modes de monture provoquent dans les charpentes des beffrois dont ces secousses répétées peuvent amener la ruine.

L'agencement du battant, qui est équilibré par un contre-poids (voir la figure de la page 268) a été étudié avec soin, afin que le dit battant vienne frapper la cloche à sa partie la plus épaisse, comme dans le cas du battant lancé, et qu'il s'en détache immédiatement. Les vibrations du métal peuvent ainsi se répandre au loin avec toute leur amplitude. On peut obtenir avec la sonnerie à battant rétro-lancé une rapidité de coups identique à celle que donne le battant lancé.

Le joug métallique est constitué par un arc construit en fonte de fer de premier choix, que l'on relie à l'anse par des ferrures très fortement boulonnées. La fonte ne se laisse pas entamer comme le bois des anciens jougs par les ferrures, qu'il n'est donc jamais nécessaire de resserrer.

Le transport à pied d'œuvre et la mise en place des cloches, et surtout des bourdons, sont des opérations toujours délicates. Les fenderies n'étant généralement pas directement reliées aux gares par des embranchements, c'est sur de robustes fardiers que l'on transporte les bourdons jusqu'au wagon qui doit les amener à la gare destinataire où ils sont rechargés sur des camions spéciaux et déposés près de la tour qui doit les recevoir. Il fallut un attelage composé de trois chevaux et de vingt-deux bœufs pour amener la *Savoyarde* à la gare d'Annecy. ALEXIS CRESPEY.



# LA TÉLÉPHONIE TRANSOCEANIQUE ET LE TÉLÉPHONE MONOFILAIRE

Par Adrien LUTZ

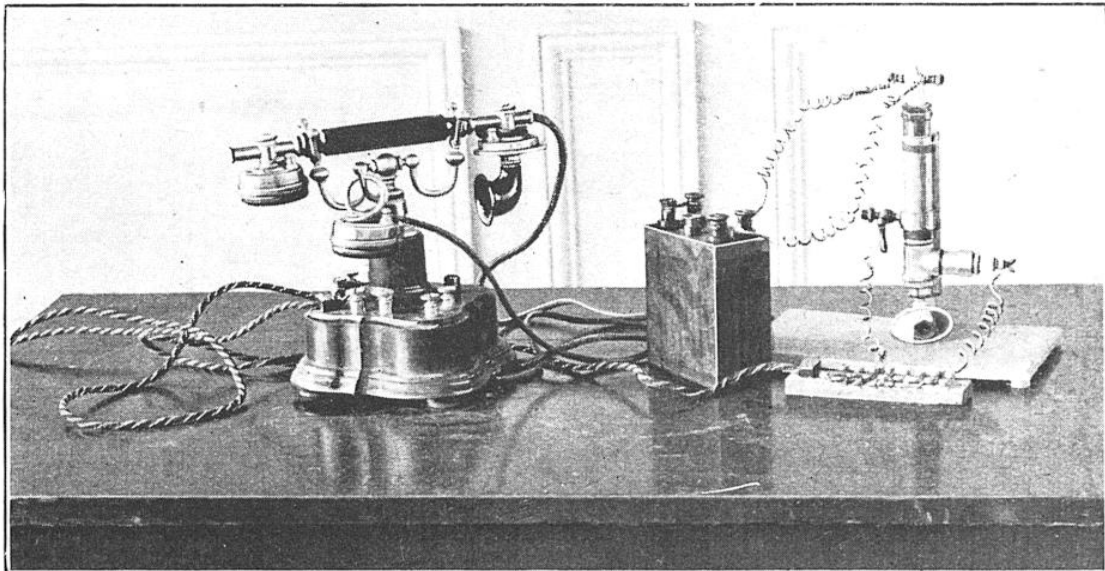
DANS nos précédents articles sur la T. S. F. et sur les lampes à trois électrodes, nous avons montré les différents modes d'emploi de l'audion.

Nous reviendrons, cette fois, sur une application du tube à vide dont il a été question dans le n° 41 de la *La Science et la Vie* (novembre 1918, p. 411) sous le titre « La téléphonie sans fil et avec fils sur les longues distances » : nous voulons parler d'une façon plus particulière de la téléphonie transcontinentale, terrestre ou sous-marine.

Depuis longtemps déjà, les progrès considérables réalisés en T. S. F. et en téléphonie sans fil semblaient devoir porter un préjudice énorme aux communications transmises par conducteurs métalliques. Deux spécialistes français, MM. Gaston Vincent et Louis Duverger, qui, depuis de longues années, poursuivent l'étude et l'application des courants de haute fréquence, frappés de ce fait

qu'on ne pourrait jamais obtenir le secret dans les communications transmises par le rayonnement des antennes, pensèrent tout autrement. Ils conçurent et appliquèrent l'idée nouvelle d'utiliser, non plus le rayonnement, mais l'antenne elle-même. Ils transformèrent les circuits téléphoniques en antenne horizontale, à l'extrémité de laquelle ils détectèrent directement les variations de potentiel produites par un poste émetteur.

Par ce procédé, ils ont obtenu des communications téléphoniques d'une portée si considérable que les plus grands espoirs leur sont permis. D'ailleurs, au cours d'expériences officielles effectuées en secret voilà plus de deux ans, ils réussirent, en présence des ingénieurs des P. T. T., à établir, sans aucun relais, avec leur récepteur le plus simple, une liaison téléphonique entre Bordeaux et Marseille par Paris, doublant d'un seul coup la portée commerciale des dispositifs en



TÉLÉPHONE PAR DÉTECTION DIRECTE UTILISANT UN DISPOSITIF ABSORBEUR

*L'absorbeur, que l'on voit à droite sur la photographie, possède les mêmes propriétés que l'audion, mais il est moins fragile et il permet d'utiliser des filaments spéciaux recouverts d'oxydes métalliques.*



SCHÉMA DE MONTAGE D'UN TÉLÉPHONE MONOFILAIRE

A gauche, se trouvent le microphone M, la batterie de piles C et le transformateur T rendu unipolaire par la liaison du secondaire au primaire. A droite, on voit l'absorbeur G F<sub>2</sub> P F<sub>1</sub>, sa batterie de chauffage A et sa batterie auxiliaire B influençant les récepteurs R du téléphone du correspondant. Ce dispositif est l'un de ceux que l'on préconise pour la téléphonie sous-marine. La portée, pratiquement illimitée, est fonction de l'isolement du câble utilisé.

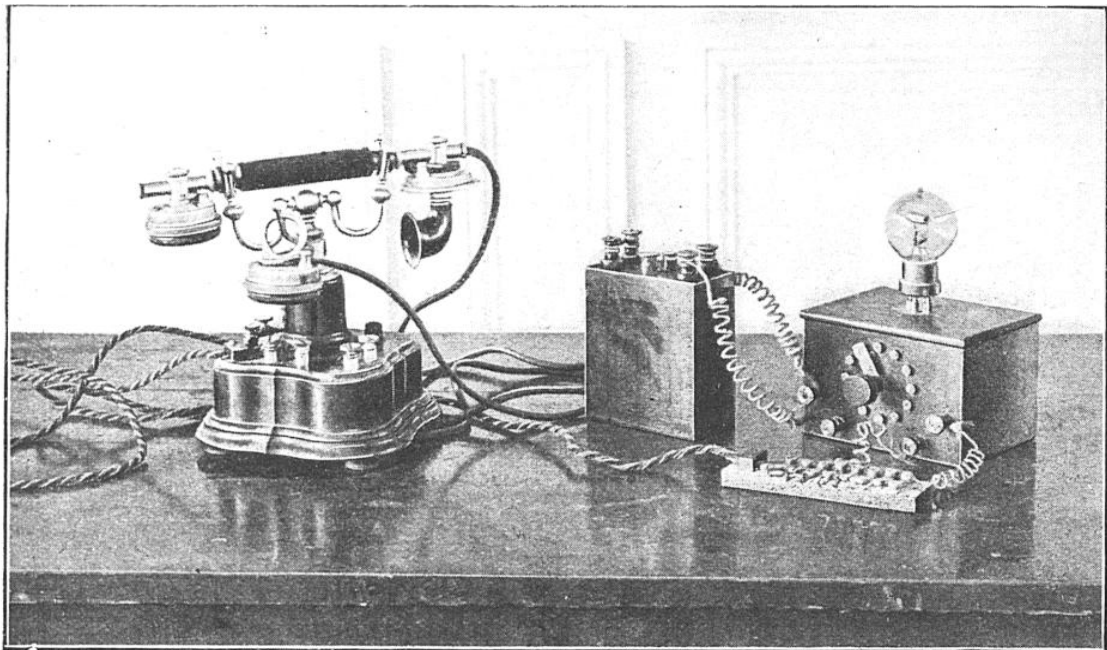
service sur les multiples réseaux de l'Etat.

La réalisation des communications téléphoniques à très grande distance peut être regardée comme l'une des questions les plus considérables de la science moderne tant au point de vue international qu'au point de vue technique. Si de plus, on envisage les difficultés nombreuses qu'offrent ces communications, difficultés qui, *a priori*, semblent insurmontables et dont la moindre est l'affaiblissement progressif et rapide de l'énergie le long des conducteurs, on comprend tout l'intérêt qui s'attache à la solution nouvelle présentée par les inventeurs susnommés.

La pratique journalière, par les ingénieurs spécialistes, de la télégraphie sous-marine, a

permis une étude suffisante des lois de la propagation de l'énergie électrique le long des câbles immergés pour que nous puissions aisément suivre la marche des phénomènes.

Considérons un conducteur quelconque de très grande longueur, dans lequel nous lançons un courant. Nous savons parfaitement qu'à l'extrémité de ce conducteur, très loin de la source, le courant, très faible à l'origine, augmente peu à peu pour arriver à un maximum d'intensité qu'il ne dépasse plus. Si on fait des essais sur des câbles de même diamètre, mais de longueurs sensiblement différentes, on voit que, pour produire un effet déterminé, le courant emploie des temps qui augmentent plus rapidement



DISPOSITIF DE TÉLÉPHONE PAR DÉTECTION DIRECTE

Cet ensemble permet de recevoir des communications téléphoniques directes par un audion, sans batterie auxiliaire. La sensibilité de cet appareil est telle qu'il a permis de recevoir à Marseille un message venant de Bordeaux par Paris, sans relais d'aucune sorte.

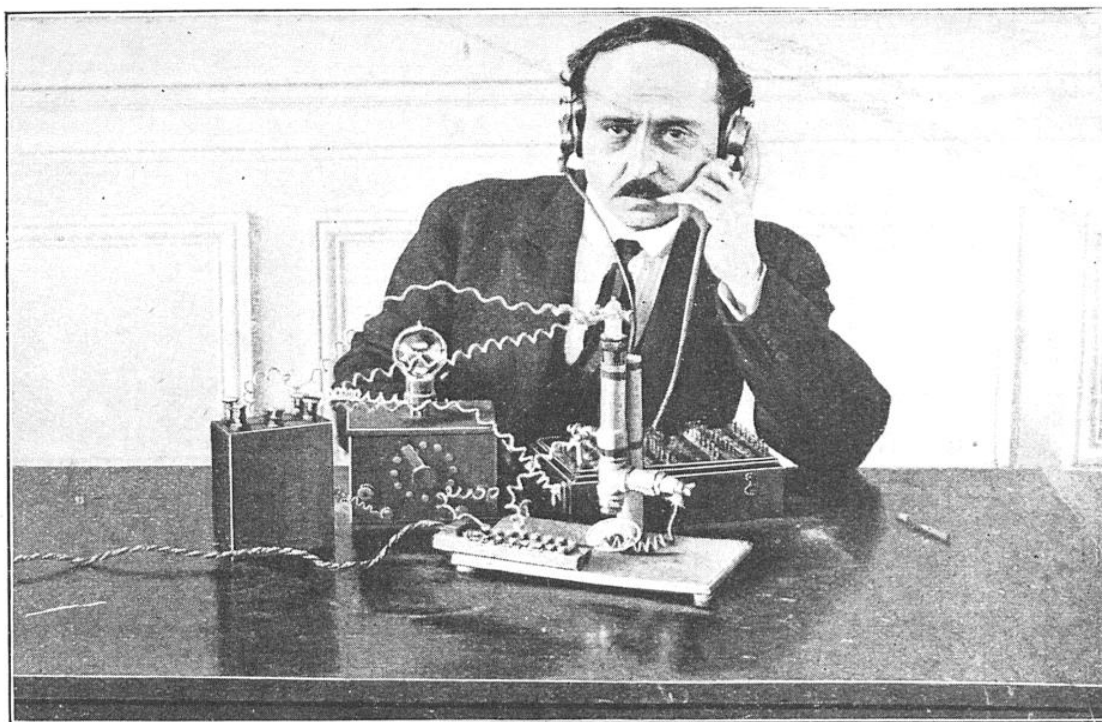


que la simple longueur des conducteurs. La période d'établissement du courant varie comme le carré de cette longueur.

Ainsi, lorsque nous envoyons une charge positive d'un point *A* à un point *B*, si, avant que le courant soit établi en *B*, nous introduisons dans la ligne une charge négative, nous retardons la transmission. Par contre, nous abrégeons la période d'établissement du courant si nous y lançons une autre

déjà énoncées s'ajouteront les effets de capacité, car un conducteur immergé de cette étendue constitue, avec l'eau salée, un condensateur immense dont la charge s'oppose au passage du courant qu'on y lance. Il s'y oppose d'autant plus fortement que le courant utilisé est plus énergique.

Disons enfin que, dans le cas particulier de la télégraphie sous-marine, l'expérience montre que les résultats obtenus sont



POSTE ÉMETTEUR ET RÉCEPTEUR POUR ONDES ENTRETENUES

*Ce poste est constitué ; 1° par un audeon générateur d'ondes entretenues, influencé par un téléphone qui produit dans la ligne des variations détectées à l'arrivée au moyen de l'absorbeur ; 2° par un absorbeur qui détecte à l'arrivée les variations produites sur la ligne par le poste du correspondant.*

charge positive. En effet, sur une ligne téléphonique de 570 kilomètres de longueur, la charge positive, lancée par une batterie de piles de 150 éléments mettra 0"023 pour amener le point *B* à la période dite d'état permanent. Si, pendant cette période d'établissement, on introduit une nouvelle charge de nom contraire, à l'aide d'une pile de 20 éléments Bunsen, le temps devient 0"038. Pour une charge de même nom, le nombre sera seulement 0"018.

Si, maintenant, nous remplaçons le conducteur de 570 kilomètres par un câble sous-marin France-Amérique, dont la longueur dépasse 5.500 kilomètres, aux difficultés

d'autant meilleurs que le câble est complètement déchargé après chaque signal.

Quelle devait donc être la solution dans le cas de la téléphonie où, au lieu de signaux très distants les uns des autres, on se trouve en présence de courants alternatifs extrêmement rapides, si on les compare aux signaux télégraphiques du système Morse ?

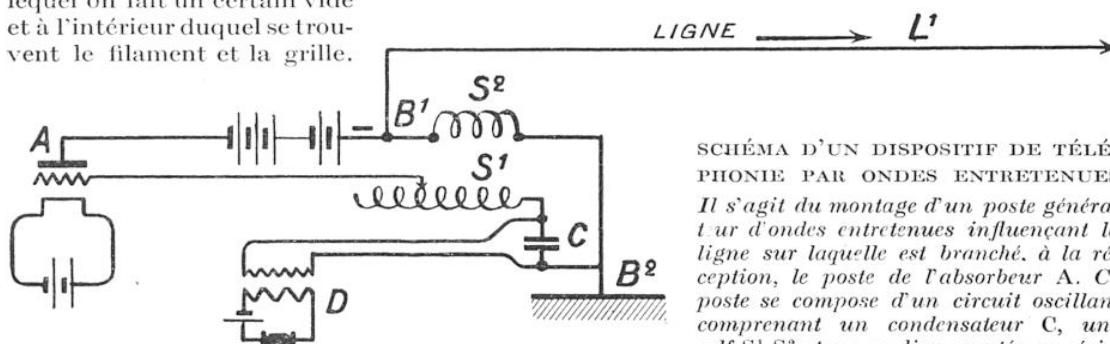
Il fallait entretenir dans le conducteur envisagé des pulsations toujours de même sens afin de réduire dans toute la mesure du possible la période d'établissement du courant à l'extrémité du conducteur, et d'y maintenir une énergie qui soit suffisante pour influencer, à travers toutes les résis-

tances et capacités de la ligne, un appareil de réception dont la sensibilité soit telle qu'il fonctionne à la moindre variation électrique produite par la source.

Pour y parvenir, MM. Vincent et Duverger pensèrent qu'avant toute chose, il leur fallait étudier un récepteur de grande sensibilité capable de fonctionner sous l'action d'une quantité d'énergie aussi faible que possible. C'est ainsi qu'ils créèrent l'absorbeur.

Présentée sous cette forme, la question devenait soluble pour des chercheurs avertis.

L'absorbeur, tel que nous le montre la fig. de la page 271, n'est autre chose qu'un tube à vide dont l'ampoule de verre et la plaque sont remplacées par un tube de métal dans lequel on fait un certain vide et à l'intérieur duquel se trouvent le filament et la grille.



Les deux bornes B<sup>1</sup> et B<sup>2</sup> du circuit de haute fréquence sont reliées, l'une à la ligne L<sup>1</sup>, l'autre à la terre ou à la deuxième ligne d'un circuit ordinaire.

Tout comme l'audion, cet appareil fonctionne à la manière d'un clapet électrique qui admet les courants d'un certain sens et arrête ceux de sens inverse. Il permet donc d'actionner un téléphone placé dans un circuit d'utilisation, et cela quelle que soit la rapidité des changements de sens du courant.

Lorsque le détecteur fut trouvé, les auteurs envisagèrent la question dans son sens le plus large ; puisque, dans la plupart des cas où l'on aurait à appliquer le téléphone à très grande distance, notamment en téléphonie sous-marine, on ne pourrait disposer que d'un seul conducteur, le câble télégraphique, il fallait réaliser un dispositif qui permette d'utiliser indifféremment un ou deux conducteurs.

Mais comment influencer au départ un conducteur monofilaire ? On prit à cet effet un poste ordinaire : pile, microphone, transformateur, dont l'une des bornes du secondaire fut reliée au négatif de la pile, rendant ainsi le transformateur unipolaire.

Sous l'action des variations d'intensité produites par le micro dans le circuit primaire, des oscillations se produisaient le long du conducteur partant du secondaire,

et il suffisait de brancher directement l'autre extrémité du conducteur à la grille de l'absorbeur ou du tube à vide du poste récepteur pour pouvoir influencer un téléphone disposé convenablement dans le circuit d'utilisation.

La sensibilité de l'ensemble ainsi constitué fut telle que, dès les premiers essais et malgré tous les dispositifs employés, on ne réussit jamais, tant en laboratoire que sur lignes réelles, à éteindre la communication.

Des expériences furent faites entre Paris et le Havre, Paris-Marseille, Marseille le Havre par Paris, Bordeaux-Marseille par Paris, toutes ces communications établies directement et sans relais intermédiaires, montrèrent immédiatement la supériorité du procédé

#### SCHÉMA D'UN DISPOSITIF DE TÉLÉPHONIE PAR ONDES ENTRETENUES

Il s'agit du montage d'un poste générateur d'ondes entretenues influençant la ligne sur laquelle est branché, à la réception, le poste de l'absorbeur A. Ce poste se compose d'un circuit oscillant comprenant un condensateur C, une self S<sup>1</sup> S<sup>2</sup> et un audion montés en série.

sur tous les dispositifs existants, jusques et y compris l'amplification à la réception.

Toutefois, ce n'était encore que la première partie du problème qui avait été résolue : à la vérité, on possédait bien un dispositif de réception d'une sensibilité tout à fait exceptionnelle, mais comment se comporteraient les oscillations de basse fréquence en présence des capacités formidables constituées par les câbles ou seulement les lignes de très grande longueur ?

Les essais autorisés par M. le ministre du Commerce, tant à l'École supérieure des Postes et Télégraphes que sur les réseaux d'études des centraux téléphoniques, ne permirent jamais, malgré l'emploi de toutes les résistances et capacités disponibles introduites dans les circuits, d'arriver à un étouffement sensible des communications.

Poussant beaucoup plus loin leurs très intéressantes recherches, MM. Vincent et Duverger s'attaquèrent à la seconde partie du problème : la création de courants spéciaux susceptibles de vaincre capacités et résistances.

Ils se souvinrent à propos d'une particularité bien connue des courants de haute

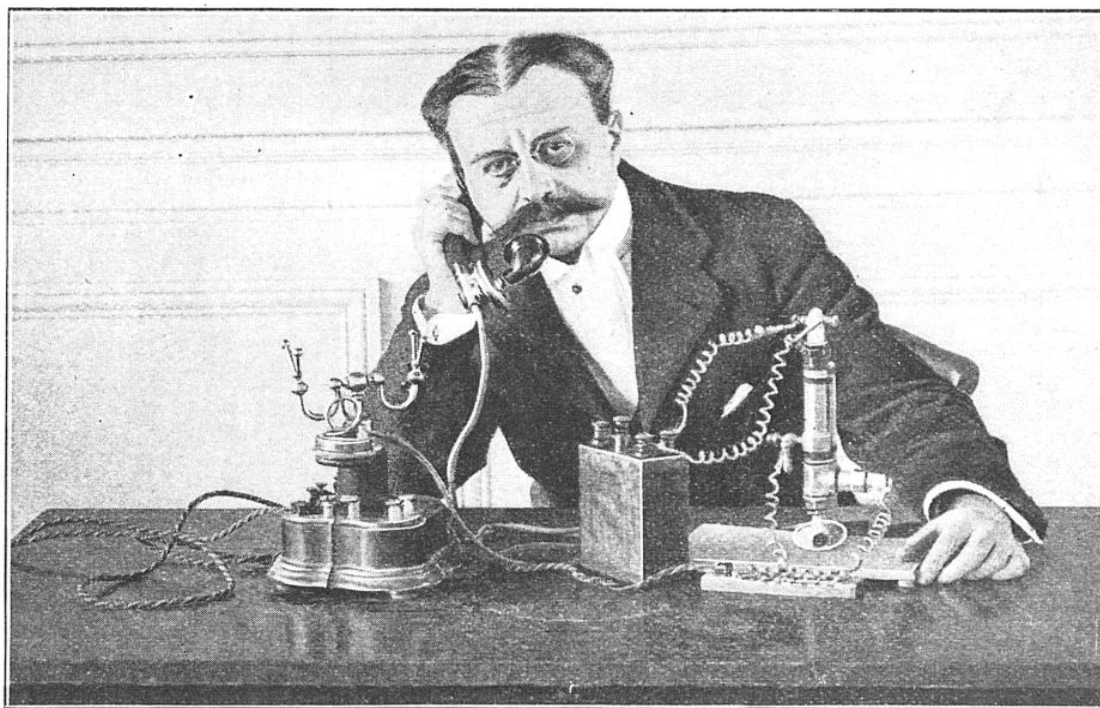


fréquence qui tendent à se transmettre le long et à l'extérieur des conducteurs. Utiliser les courants de haute fréquence, c'était de toute évidence lutter avantageusement contre la résistance considérable du conducteur.

L'expérience fut tentée en remplaçant, au poste de départ, les oscillations de basse fréquence par des ondes entretenues, afin d'apporter à l'émission les mêmes perfectionnements déjà obtenus à la réception.

naires, nous considérerons, pour la plus grande compréhension du procédé, que les auteurs ont fait usage d'un tube à vide.

Le nouveau poste émetteur se compose d'un générateur d'ondes entretenues analogue à ceux employés pour la téléphonie sans fil : un microphone est monté dans le circuit d'une pile dans lequel est intercalé le primaire d'un transformateur téléphonique dont les constantes ont fait l'objet d'une étude toute



VUE D'UN POSTE TÉLÉPHONIQUE MONOFILAIRE

*Ce poste émetteur et récepteur permet de communiquer avec un correspondant placé à une distance telle que la téléphonie ordinaire ne passe plus. Le circuit téléphonique branché aux bornes de l'absorbeur (à droite) permet l'intercommunication par la détection à l'arrivée des variations du circuit.*

Les conséquences de cette nouvelle application dépassèrent de beaucoup les espérances. On put, par ce procédé, non seulement communiquer téléphoniquement de poste à poste à l'aide d'un seul conducteur, mais on réalisa des communications multiples.

Nous avons suffisamment expliqué, dans nos précédents numéros, le fonctionnement des tubes à vide en tant que générateurs d'ondes entretenues pour qu'il ne soit pas nécessaire d'insister longuement sur le mode d'emploi de l'audion. Comme l'absorbeur n'est pas autre chose qu'un audion-peu fragile qui, par conséquent, fonctionne de la même manière que les audions ordi-

spéciale, notamment en ce qui concerne le rapport de transformation très élevé.

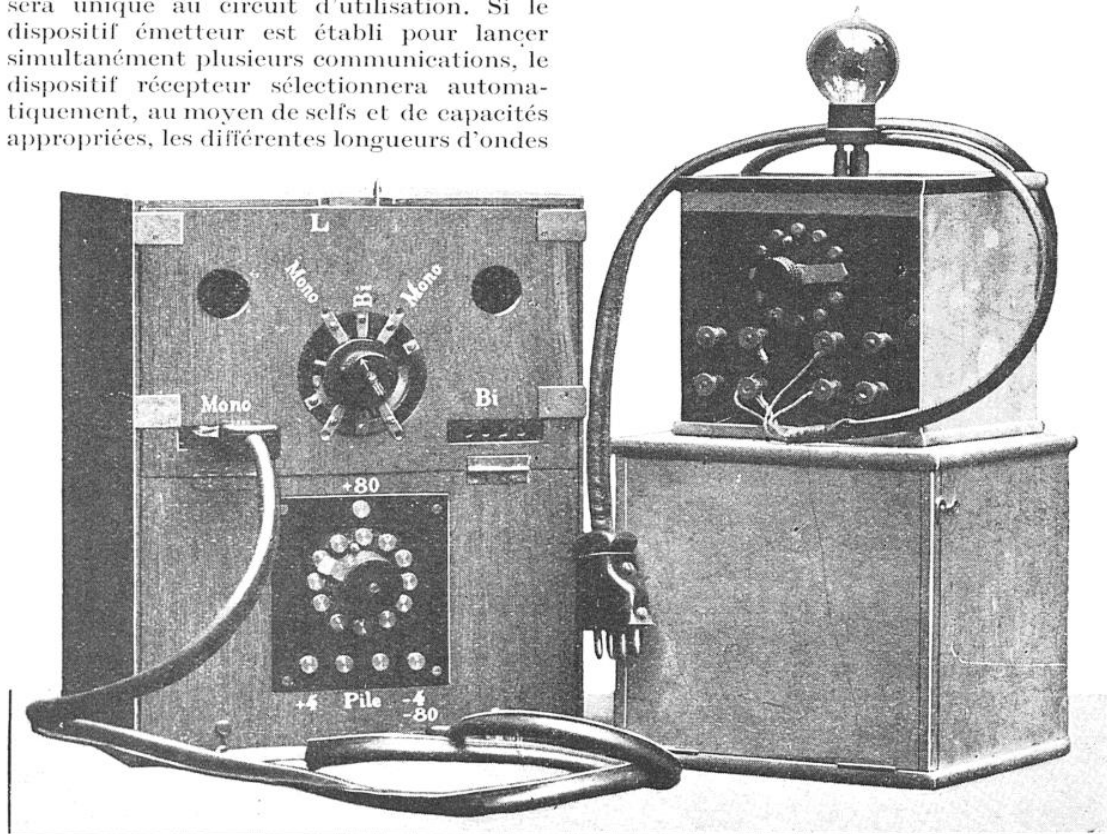
La force électromotrice induite du secondaire placé dans le circuit de grille, agissant sur celle-ci, y produit des variations de tension. Le secondaire est, en outre, shunté par un condensateur qui a pour effet de transmettre directement le courant de haute fréquence. (Voir la fig. de la page précédente).

Du négatif de la batterie du circuit plaque, part la ligne qui n'est autre chose qu'une immense antenne dont la base est reliée à la terre et le sommet au poste récepteur. Dans ces conditions, on conçoit aisément le fonctionnement à la réception :



dès l'instant où l'on se branche, à l'arrivée, à l'extrémité de l'antenne, les variations, quelles qu'elles soient, se trouveront fidèlement détectées par l'appareil spécial placé en ce point de la ligne, que ce soit un audion ou un absorbeur. Si le dispositif émetteur est à communication unique, la réception sera unique au circuit d'utilisation. Si le dispositif émetteur est établi pour lancer simultanément plusieurs communications, le dispositif récepteur sélectionnera automatiquement, au moyen de selfs et de capacités appropriées, les différentes longueurs d'ondes

immédiats. Dès 1918, en pleine guerre, la téléphonie monofilaire permettait de résoudre un autre problème considéré comme insoluble : la téléphonie avec la nacelle des ballons d'observation à l'aide d'un seul conducteur qui n'était autre que le câble de traction, non muni d'une âme téléphonique.



APPAREILS TÉLÉPHONIQUES DE NACELLE SPÉCIAUX AUX BALLONS CAPTIFS

*L'appareil de droite permet l'intercommunication avec un poste téléphonique placé à proximité du treuil d'un ballon captif ou avec un poste de réseau ordinaire sans autre liaison électrique que le câble d'attache du ballon. L'appareil de gauche permet la communication monofilaire ou bifilaire au choix. Si l'âme téléphonique du câble vient à se rompre, on passe instantanément du système monofilaire au bifilaire. Il suffit pour cela de tourner simplement le commutateur à flèche que l'on voit vers la partie supérieure de la figure et de débrancher la fiche Bi vers Mono.*

auxquelles correspondent les postes émetteurs et permettra à autant d'appareils récepteurs de recueillir chacun sa communication particulière, les oscillations intéressant chaque poste pouvant être établies suivant des longueurs d'onde différentes.

Ainsi résumées, les recherches entreprises par les inventeurs semblent d'une simplicité extrême ; elles représentent pourtant des années d'expériences et de mise au point et, en pareille matière, ce sont seulement les résultats qui comptent. Or ceux-ci furent

Deux types d'appareils furent créés qui permettent la communication à bout de câble, c'est-à-dire à plus de 1.500 mètres de hauteur, l'un pour les ballons dont le câble ne comporte pas d'âme téléphonique, l'autre pour les ballons à câble portant une âme téléphonique. Lorsque celle-ci vient à se rompre, au cours d'une manœuvre, on peut passer instantanément, par le seul déplacement d'une manette, du dispositif bifilaire au dispositif monofilaire.

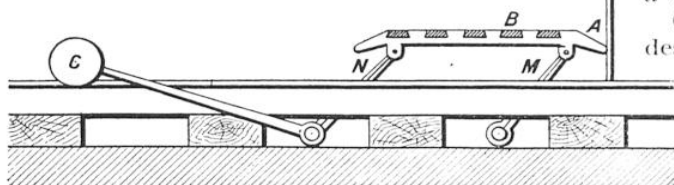
ADRIEN LUTZ.



# UN NOUVEAU SYSTÈME DE RÉPÉTITION DES SIGNAUX SUR LES LOCOMOTIVES

Par Marcel DUBOURG

**E**n établissant son appareil avertisseur de fermeture des signaux, M. André Dauphin, ingénieur électricien, a eu pour but de créer un mécanisme robuste, n'ayant rien à craindre, ni des intempéries ni des manœuvres brutales à prévoir dans l'exploitation des chemins de fer. Il a aussi voulu éviter, d'une façon absolue, toute liaison mécanique entre la partie fixe et la partie



DÉTAIL DE LA PÉDALE DE L'APPAREIL RÉPÉTITEUR

*On voit ici, bien distinctement, les bandes de fer doux B encastrées dans le bronze de la pédale dont l'attaque est facilitée par deux plans inclinés. La pédale, qui oscille autour de ses axes grâce aux petites bielles M et N, est équilibrée par le contrepoids C.*

mobile, car, de ces conditions, combinées avec une grande simplicité de construction et de fonctionnement, doit naturellement découler une sûreté d'action presque complète.

L'appareil comprend deux parties distinctes, l'une fixe, l'autre mobile.

La première, située entre les longerons de la locomotive, est formée de deux séries de bobines à pôles alternés, placées côte à côte. L'une de ces séries est parcourue par un courant alternatif (fréquence 20 à 50 périodes) provenant d'une source quelconque, par exemple d'une petite magnéto installée sur la locomotive.

La série voisine est connectée à un relais, commandant lui-même un avertisseur optique ou acoustique pour le mécanicien et la plume de l'enregistreur.

Tous ces enroulements sont enfermés dans un carter de bronze rempli de matière isolante ; seuls les pôles affleurent à la face

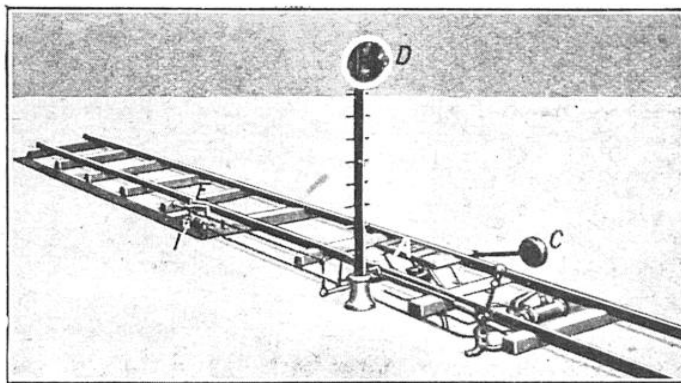
inférieure. L'ensemble forme un bloc compact et hermétique pouvant être posé ou enlevé très rapidement et absolument indifférent aux chocs, même violents, à la chaleur ou à l'humidité.

Sur la voie se trouve une pièce mobile, également en bronze, dans laquelle sont encastrées des bandes de fer doux transversales dont l'écartement est égal à celui des pôles. (Voir fig. ci-contre).

Cette pièce mobile, qui est portée par des biellettes formant un parallélogramme articulé, peut s'aplatir dans l'entrevoie, ou, au contraire, faire saillie, suivant la position d'ouverture ou de fermeture du signal qu'il s'agit de contrôler.

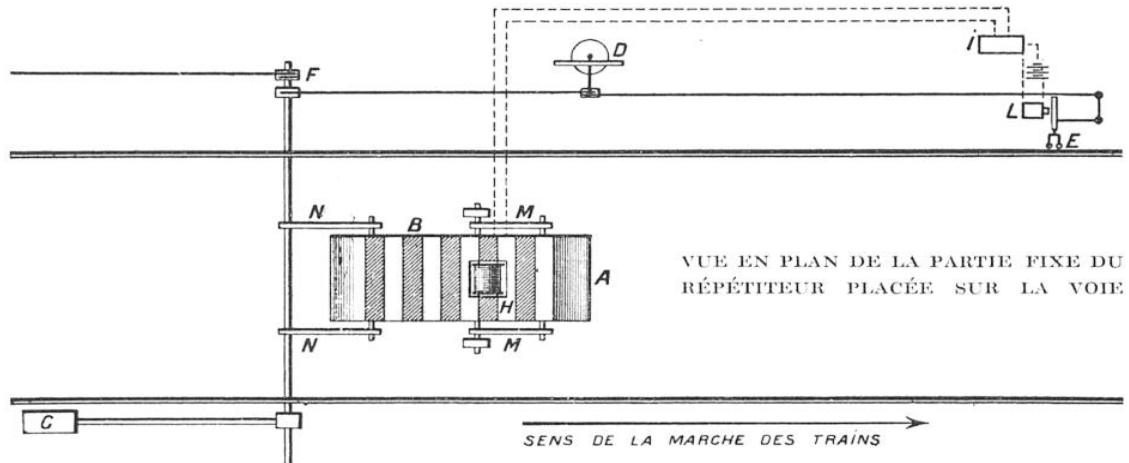
Lorsque le disque est à la position d'arrêt, la pédale de voie est soulevée. Si à ce moment passe une locomotive, le circuit magnétique de ses enroulements est fermé par les pièces de fer doux et le tout se comporte comme un transformateur. Un courant est développé par induction dans la seconde série de bobines, le relais placé sur la locomotive entre en action et un porte-pétards s'avance sur le rail.

L'appareil de voie est maintenu en posi-



SIGNAL FERMÉ PROTÉGÉ PAR UN RÉPÉTITEUR DAUPHIN

*La pédale de bronze A est maintenue dans sa position de relèvement par le contrepoids C, puisque le signal est fermé, et le porte-pétards E est venu se placer sur le rail pour protéger le signal.*



VUE EN PLAN DE LA PARTIE FIXE DU RÉPÉTITEUR PLACÉE SUR LA VOIE

Quand on ferme le disque d'arrêt D, la pédale de bronze A, dans laquelle sont encastrées des bandes de fer doux B, se soulève dans l'entrevoie au moyen des bielles MM, NN et reste dans cette position où elle est maintenue par le contre-poids C qui l'équilibre. — En E, est le porte-pétard qui vient se placer sur le rail quand le disque se ferme sous l'action de sa commande F. — En H est un enroulement actionnant un relais I qui a pour but de ramener la pédale porte-pétards E à sa position de repos (hors du rail) au moyen d'un dispositif de déclenchement L, lorsque l'appareil fonctionne au passage d'une locomotive. A ce moment, les bandes de fer doux B ferment le circuit magnétique des enroulements de la locomotive. Le relais placé sur celle-ci entre en action et prévient le mécanicien au moyen d'un appareil avertisseur. En même temps, un courant induit dans l'enroulement fixe H fait déclencher la pédale porte-pétards E. En cas de non fonctionnement de l'appareil avertisseur de la locomotive, les pétards resteraient sur le rail et préviendraient le mécanicien qu'il franchit un signal à l'arrêt dans les mêmes conditions qu'actuellement.

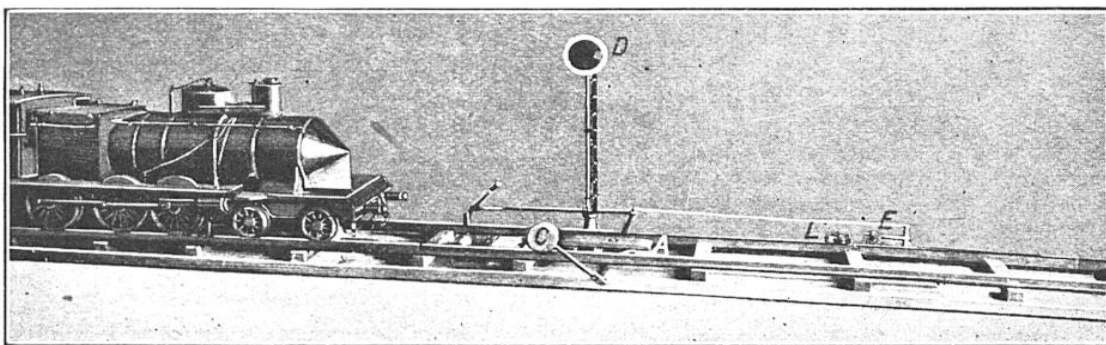
tion d'action par un contre-poids et sa forme est telle qu'il ne peut être accroché par aucune pièce pendante du train ; en cas de heurt, il s'abaisse pour reprendre immédiatement sa position, grâce au contre-poids.

Le fonctionnement n'est altéré ni par l'eau, ni par le verglas, ni par toute autre cause, et cet appareil, très rustique et peu coûteux, ne nécessite aucune modification aux signaux de voie existants pas plus qu'aux locomotives.

On peut, d'ailleurs, l'utiliser pour d'autres buts, car il suffit, par exemple, d'en installer un (fixe) en un point spécial quelconque de

la voie pour protéger plus sûrement ce dernier qu'avec des pétards, et cet appareil d'usage exceptionnel pourrait être très léger et, par conséquent, fort peu dispendieux.

D'autre part, en plaçant sur les voies des appareils semblables à ceux de la locomotive, il serait possible d'utiliser le courant induit pour la commande des signaux du bloc-system, ce qui ouvre à cette utile invention un champ d'application très intéressant au point de vue de l'amélioration des conditions de circulation des trains de voyageurs et de marchandises. M. DUBOURG.



TRAIN FRANCHISSANT UN SIGNAL OUVERT MUNI D'UN RÉPÉTITEUR DAUPHIN

Le signal D étant ouvert, la pédale de bronze A est maintenue dans la position rabattue par le contre-poids C. Le porte-pétards E n'est pas sur le rail ; il y serait amené par le déclenchement L si on fermait le signal.



# LE STÉRÉOSCOPE ET LES ANAGLYPHES PERMETTENT LA VISION DU RELIEF

Par René GURSON

**L**A sensation du relief est une sensation que nous percevons lorsque nous regardons des objets matériels dans l'espace et qui nous permet d'apprécier les positions et les dimensions relatives de ces objets.

Les facteurs qui interviennent dans la perception du relief proviennent, d'abord d'une éducation inconsciente dans l'appréciation de la troisième dimension, dans laquelle interviennent, par exemple, la disposition des lumières et des ombres et les lois de la perspective linéaire, mais surtout de la conformation des organes de la vue. Afin de recevoir des objets qu'ils regardent une image toujours nette, nos yeux modifient, suivant l'éloignement de ces objets, la courbure du cristallin : c'est ce qu'on appelle l'*accommodation*. De plus, ils convergent exactement tous deux vers le point qu'ils fixent, l'angle de convergence étant également variable d'un point à un autre.

L'accommodation et la convergence des yeux demandent de notre part un certain effort, dont nous percevons facilement la valeur et, l'éducation aidant, cette perception nous renseigne suffisamment sur les dimensions et les éloignements relatifs des objets regardés.

La conséquence immédiate de la vision binoculaire est que les images d'un même objet formées sur la rétine par chacun des deux yeux ne sont pas identiques. La différence est d'autant plus sensible que les objets sont plus rapprochés. Pour s'en convaincre, il suffit de regarder un crayon, par exemple, que l'on examinera avec l'œil droit seul, de façon à l'apercevoir par le bout. Si, sans bouger le crayon ni la tête, on le regarde ensuite avec l'œil gauche seul, l'aspect en est tout à fait différent.

Le problème de la stéréoscopie est alors

le suivant : Peut-on, à l'aide de deux images d'un même objet, appropriées à chacun des yeux, retrouver la sensation du relief ? Et d'abord, montrons que le problème est parfaitement possible.

Supposons qu'à un point *A* de l'espace (fig. 1), fixé par les deux yeux *Og* et *Od*, on substitue ses deux perspectives *a* et *a'*, établies sur une vitre *xx'*, et que par un dispositif optique quelconque, nous amenions l'image virtuelle qui résultera du croisement des rayons visuels *Og a* et *Od a'* à se superposer au point *A* ; il est évident que l'effort d'accommodation et de convergence des yeux sera le même que si ceux-ci regardaient directement le point *A* de l'espace.

Par suite, le problème de la stéréoscopie se décompose en deux : 1° établir le stéréogramme, c'est-à-dire les deux

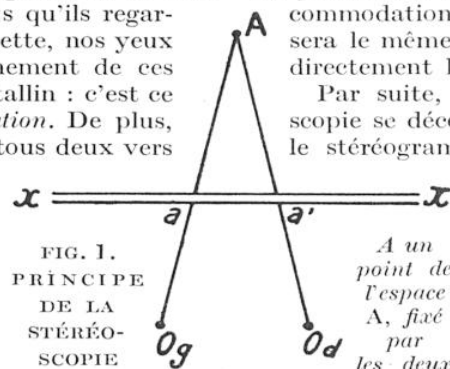


FIG. 1.  
PRINCIPE  
DE LA  
STÉRÉO-  
SCOPIE

*A un point de l'espace A, fixé par les deux yeux Og et Od, on substitue ses deux perspectives a et a', établies sur une vitre XX'. D'autre part, au moyen d'un dispositif optique quelconque, on amène l'image virtuelle qui résultera du croisement des rayons visuels Og a et Od a' à coïncider avec le point A. Il est évident que l'effort d'accommodation et de convergence des yeux sera le même que si ceux-ci regardaient directement le point A de l'espace.*

perspectives qui conviennent à chaque œil ; 2° faire en sorte que chaque œil voie seul la perspective qui lui correspond et trouver un dispositif qui permette de fondre les deux images en une seule.

La photographie nous permet d'obtenir, d'une façon simple, les stéréogrammes cherchés. Deux objectifs, placés l'un à côté de l'autre, séparés par une distance voisine de l'écartement des yeux et correspondant chacun à une chambre noire dis-

tincte, tel est le principe essentiel du dispositif employé pour résoudre le problème.

Pour se rapprocher davantage des conditions de vision naturelle et imiter, en quelque sorte, le mouvement des yeux dans leur orbite, certains auteurs ont préconisé l'emploi de chambres à objectifs pivotants et à surface sensible cylindrique. Mais la complication du mécanisme de ces appareils et les difficultés de leur emploi ont fait abandonner cette conception dont le seul avan-

tage était de faciliter, dans une certaine mesure, la stéréophotographie d'objets petits et très rapprochés, opération de laboratoire d'une certaine délicatesse que l'amateur n'aura presque jamais l'occasion de tenter.

Les appareils stéréoscopiques à axes optiques parallèles sont ceux dont on se sert communément dans la pratique. Les objectifs sont fixes et la surface sensible est constituée par une plaque rigide ou une pellicule plane. L'image formée sur la plaque sera nécessairement différente de celle qui se forme sur la rétine, car il est impossible de vouloir assimiler celle-ci à un plan. Mais, ce que nous voulons obtenir par la photographie, ce ne sont pas les images d'un objet exactement semblables à celles qui se forment sur nos rétines, mais des images telles que, placées ensuite devant nos yeux, à une distance bien déterminée, elles soient capables de nous donner la même impression que dans la vision directe. Or, ces images planes, examinées dans le stéréoscope, communiquent bien à nos rétines la même impression que celle qui est reçue par l'objectif lui-même : les rayons visuels partant de nos yeux et passant par deux points homologues  $P'_1$  et  $P'_2$  de ces images (fig. 2), donneront une image virtuelle qui coïncidera avec le point de l'espace  $P'$  représenté sur la plaque par ces deux points homologues.

Nous ne décrirons pas les différents modèles d'appareils stéréoscopiques existant aujourd'hui. Ils sont tous basés sur le même principe et ne diffèrent que par des modifications de détails. On leur a appliqué tous les perfectionnements des chambres photographiques ordinaires, et certains d'entre eux, avec les qualités de légèreté et de petitesse qui en font des appareils commodes, atteignent, au point de vue nettement scien-

tifique, un incomparable degré de perfection.

Pour obtenir, d'après un stéréogramme négatif, une épreuve positive que l'on puisse observer dans le stéréoscope, il ne suffit pas de tirer sur une même surface sensible une image du cliché tel qu'il se présente. Il faut procéder, en outre, à la *transposition des images*, c'est-à-dire restituer à chaque œil celle qui lui correspond, une intervention s'étant produite au cours des opérations. En effet (fig. 3), on voit que les images données par les objectifs sur la plaque sen-

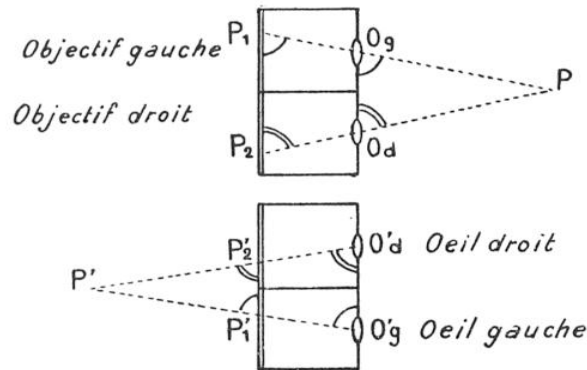


FIG. 2. — UN APPAREIL A SURFACE SENSIBLE PLANE PEUT ASSURER LA RESTITUTION EXACTE DU RELIEF

En haut, les objectifs  $O_g$  et  $O_d$  prennent du point  $P$  à stéréographier deux images  $P_1$  et  $P_2$ . En bas, on voit le même appareil utilisé comme stéréoscope. Le point  $P_1$  correspondant à l'objectif gauche, est passé en  $P'_2$  en bas de la figure, car il doit être vu par l'œil gauche ; de même, le point  $P_2$  d'en bas est passé en  $P'_1$  en haut, dans la seconde figure. (Voir figure 3 transposition des images.) Les rayons visuels  $O'_d P'_2$  et  $O'_g P'_1$  se croisent en un point  $P'$  dont la vision exigera exactement le même effort d'accommodation et de convergence que dans la vision naturelle du point  $P$ , les yeux se trouvant à la place des objectifs  $O_g$  et  $O_d$ . En effet, les deux triangles  $O_g P O_d$  et  $O'_g P' O'_d$  sont égaux, puisque les angles en  $O_g$  et  $O_d$  sont respectivement égaux aux angles en  $O'_g$  et  $O'_d$  et que la distance  $O_g O_d$  est la même que la distance  $O'_g O'_d$ .

sible, sont : *renversées*, c'est à dire que les parties hautes se trouveront en bas et vice versa et en même temps *inversées*, c'est-à-dire que les parties de droite se trouveront à gauche et réciproquement, chacune des deux images étant affectée séparément par ces deux effets. Le tirage de l'épreuve positive a pour but de produire des effets contraires, en particulier de faire passer à gauche les points du négatif qui se trouvaient à droite et réciproquement. Or, sur le cliché, l'inversion avait lieu pour chaque image séparément ; le positif, au contraire, redressera les deux parties du stéréogramme négatif comme s'il s'agissait

d'une image unique et, de ce fait, fera passer l'image ( $D$ ) de droite vers la gauche et l'image ( $G$ ) de gauche vers la droite (fig. 3). Si on observait l'épreuve ainsi obtenue au stéréoscope, on obtiendrait un effet de pseudoscopie, c'est-à-dire la représentation d'un solide en creux dans l'espace, là où il existait réellement un solide en relief.

Pour rétablir les deux images dans la position qu'il convient, on voit qu'il faut les intervertir. La transposition, nécessaire dans le tirage par contact seulement, peut s'effectuer sur chacun des positifs tirés ou sur le négatif lui-même, une fois pour toutes. Pour



éviter de couper les clichés, on a d'ailleurs imaginé des châssis transposeurs qui opèrent par impression successive des deux images.

Les deux images du stéréogramme positif doivent être montées côte à côte, de façon que la distance des points homologues correspondant aux derniers plans soit comprise entre 65 et 72 millimètres, valeur moyenne de l'écartement des yeux. Le Congrès de 1889 a fixé cette distance à 70 millimètres, mais il est souvent préférable d'adopter 72 millimètres, ce qui permet de donner à chaque épreuve la plus grande largeur possible. Une plus grande distance rendrait la superposition des premiers plans difficile au stéréoscope, parfois même impossible. La largeur des images n'est d'ailleurs ainsi limitée que pour celles destinées à être observées dans des stéréoscopes à lentilles ou à prismes, qui sont, en général, les seuls employés aujourd'hui. Nous verrons plus loin qu'il existe des stéréoscopes à miroirs permettant l'examen de couples stéréoscopiques de très grand format.

#### L'Hyperstéréoscopie.

Le but que se propose la photographie stéréoscopique est donc de restituer la perspective aérienne et la séparation des différents plans tels que nous les observons dans la vision binoculaire. Cette restitution sera naturellement d'autant plus accentuée que la sensation de relief dans la vision directe était elle-même plus forte, c'est-à-dire que la distance relative des différents plans du sujet photographié était plus grande. Pour obtenir une bonne épreuve stéréoscopique, l'opérateur devra toujours rechercher cette condition et, au besoin, pour la remplir, il n'hésitera pas à créer artifi-

ciellement un premier plan qui se détachera vigoureusement sur un sujet principal un peu éloigné, ce qui est chose facile.

Il existe cependant des cas où un premier plan naturel, suffisamment distant du sujet principal et se détachant bien sur lui, est

encore très éloigné de l'appareil photographique, soit qu'on ne puisse y accéder par suite d'accidents de terrain, soit que ses dimensions relatives masqueraient, à une plus petite distance, une trop grande partie du sujet. Une telle épreuve ne donnera qu'une sensation de relief peu accentuée parce que les deux images seront trop peu différentes l'une de l'autre. On peut montrer, par un raisonnement simple, que pour augmenter la sensation de relief, il est nécessaire d'augmenter la distance des deux objectifs.

On ne fera plus usage de chambres photographiques accouplées, mais d'une chambre ordinaire avec laquelle on prendra deux poses successives, en déplaçant l'appareil d'une quantité convenable entre celles-ci. Ce procédé a reçu le nom d'*hyperstéréoscopie*. Naturellement, on ne peut prétendre obtenir ainsi un relief vrai, là où nos yeux eux-mêmes ne perçoivent aucun relief ! Mais, combien de sujets, panoramas, vues marines sans premiers plans, qui seraient ternes et assez indifférents au stéréoscope, peuvent acquérir par là un charme et une vigueur tout particuliers !

La question la plus délicate de l'hyperstéréoscopie est la détermination de la *base*, c'est-à-

dire de la distance que l'on doit mettre entre les objectifs pour prendre les deux vues. Plus cette distance sera grande, plus le relief sera accentué, mais l'expérience

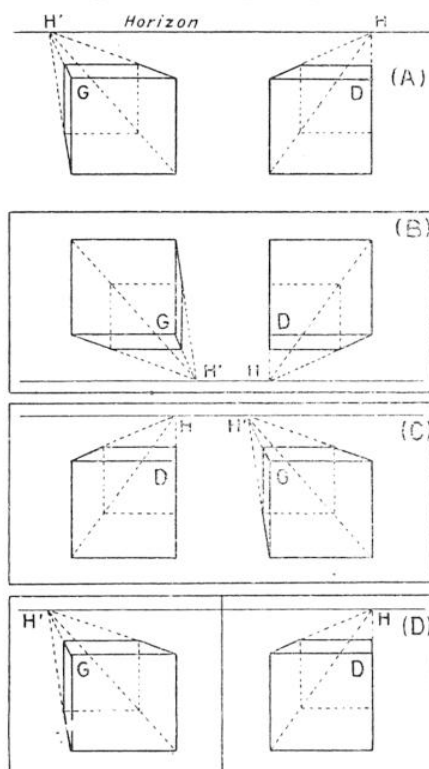


FIG. 3. — INVERSION DES IMAGES

La figure A représente les perspectives d'un cube vues par chacun des deux yeux (D, œil droit ; G, œil gauche). La figure B montre ces mêmes perspectives vues sur le verre dépoli d'un appareil stéréoscopique ; chacune des images est renversée, c'est-à-dire que les parties du haut se trouvent en bas, et en même temps inversées, les parties de droite se trouvant à gauche et réciproquement. Ces deux effets se font sentir sur chacune des perspectives isolément. La figure C représente un positif tiré par contact du négatif précédent : les effets contraires se font sentir, mais sur l'ensemble des deux images, ce qui fait passer celle de droite à gauche et vice versa. Pour rétablir les deux images dans leur position correcte, on voit qu'il faut les intervertir (figure D).

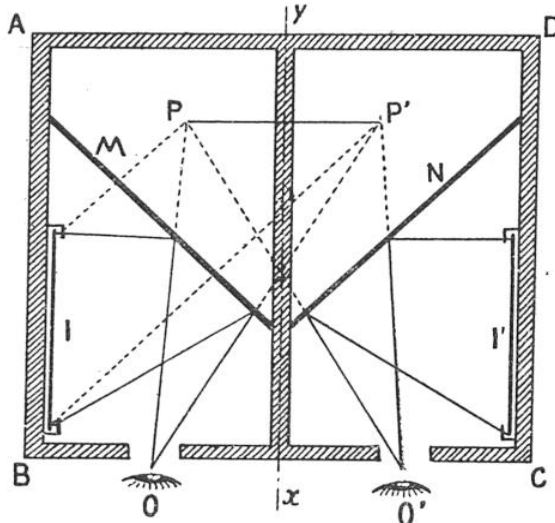


FIG. 4. — STÉRÉOSCOPE DE WHEATSTONE  
 ABCD est une boîte rectangulaire séparée en deux par une cloison médiane  $xy$ . L'œil gauche, placé devant l'œilleton  $O$ , aperçoit l'image  $I$  par réflexion dans le miroir  $M$ , tandis que l'œil droit, placé devant l'œilleton  $O'$ , voit l'image  $I'$  de la même façon. Les miroirs  $MN$ , inclinés à  $45^\circ$  sur  $xy$ , donnent des images  $I$  et  $I'$  deux images virtuelles  $P$  et  $P'$ , situées dans le même plan et exactement superposées.

montre qu'elle ne peut dépasser une certaine limite au delà de laquelle on ne pourrait plus opérer au stéréoscope la fusion simultanée des points homologues du premier plan, et des points homologues du dernier.

La formule que nous donnons ci-après, d'ailleurs extrêmement facile à établir, donne la grandeur de la base à employer :

$$B = h \frac{P \times D}{D - P}$$

$P$  désignant la distance de l'appareil au premier plan,  $D$  sa distance au dernier plan et  $h$  un certain coefficient, constant pour tous les appareils et dont la valeur maxima est  $1/40^\circ$ , correspondant à un millième près à l'obtention du relief maximum.

Dans bien des cas, si l'on ne désire qu'un relief accentué, on prendra :  $h = 1/80^\circ$  ou  $1/100^\circ$ . Si l'on employait le coefficient  $1/40^\circ$ , la moindre erreur commise dans l'évaluation des distances exposerait l'opérateur à dépasser la valeur limite de la base.

Si le dernier plan est rejeté à l'infini, la formule se réduit à :  $B = h \times P$ .

La base varie donc entre le  $1/40^\circ$  et le  $1/100^\circ$  de la distance de l'appareil au premier plan.

Nous abordons maintenant la seconde partie du problème de la stéréoscopie : faire en sorte que chaque œil voie seul la perspective qui lui correspond et trouver un dispositif

suffisamment bien établi pour permettre de fondre les deux images en une seule.

La présentation à chacun des deux yeux de l'image qui lui est due, et de celle-là seulement, s'effectue très facilement lorsque les deux épreuves matérielles sont séparées : l'appareil est construit de telle façon que les rayons visuels de l'œil droit, par exemple, ne puissent rencontrer l'image de l'œil gauche et réciproquement. Le problème consiste alors à obtenir la fusion des deux images : on a eu recours généralement à des procédés optiques qui superposent virtuellement celles-ci dans l'espace. Souvent aussi, cette superposition virtuelle ne se fait même pas ; la fusion des images s'obtient alors physiologiquement dans les nerfs optiques et le cerveau de l'observateur.

Au contraire, si on a effectué, au préalable, la superposition réelle et matérielle des images, la question à résoudre est celle de leur séparation par chaque œil, de façon qu'il voit seulement celle qui lui convient : on y a appliqué le plus généralement des procédés mécaniques.

Les stéréoscopes proprement dits sont basés sur le premier principe, c'est-à-dire que la fusion des images, préalablement séparées et présentées séparément à chaque œil, y est réalisée par un procédé optique.

Les stéréoscopes qui ont été imaginés depuis la découverte de la vision stéréoscopique par Wheatstone, en 1838, sont fort nombreux. Nous ne décrirons que les plus intéressants

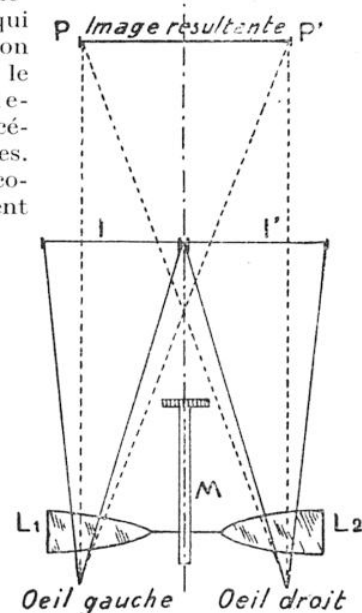


FIG. 5.

STÉRÉOSCOPE DE BREWSTER  
 L'œil droit et l'œil gauche regardent à travers deux demi-lentilles  $L_1$  et  $L_2$  de 5 millimètres de largeur et de 20 millimètres de foyer, séparées par une cloison médiane  $M$ , un stéréogramme dont les deux images  $I$  et  $I'$  sont disposées côte à côte dans le même plan. On obtient ainsi  $P$  qui est une image virtuelle des deux images  $I$  et  $I'$ , les rayons lumineux étant déviés par les prismes  $L_1$   $L_2$ .



et les plus souvent usités par les amateurs.

Le premier a été inventé par Wheastone lui-même. Il se compose (fig. 4) d'une boîte rectangulaire  $ABCD$ , de laquelle on a enlevé le couvercle.

Un des côtés est percé de deux ouvertures  $O$  et  $O'$  dont la distance est égale à l'écartement moyen des yeux et devant lesquelles vient se placer l'observateur. A l'intérieur, deux miroirs  $M$  et  $N$ , faisant entre eux un angle droit, sont placés perpendiculairement au plan de la figure, et symétriquement, par rapport à l'axe de celle-ci; ils présentent leurs faces réfléchissantes vers la partie antérieure de la boîte. Les deux épreuves sont appliquées latéralement contre les côtés  $AB$  et  $DC$ , en  $I$  et en  $I'$ . Chacun des miroirs  $M$  et  $N$  en donne une image virtuelle, située dans le même plan  $PP'$  perpendiculaire à  $xy$ . Il sera facile alors de faire coïncider ces images virtuelles en déplaçant convenablement les deux épreuves  $I$  et  $I'$  le long des parois de la boîte.

On voit que, dans cet appareil, les dimensions des épreuves ne sont pas limitées, aussi l'emploie-t-on encore aujourd'hui pour l'examen de clichés stéréoscopiques de grand format. Il présente l'inconvénient de donner des deux épreuves une image symétrique et Cazes avait imaginé un stéréoscope à quatre miroirs qui fournissait du stéréogramme une image redressée. Cet inconvénient disparaît, d'ailleurs, avec l'usage de positifs sur verre, qu'il suffit de retourner en les plaçant dans l'appareil et qui sont, de plus, très faciles à éclairer par transparence avec des boîtes de lumière munies de verres dépolis.

David Brewster, en 1850, inventait son stéréoscope lenticulaire, tel qu'il est encore aujourd'hui. On prend une lentille biconvexe de 20 centimètres de foyer environ et de 10 centimètres de diamètre.

On la coupe en deux parties égales, perpendiculairement à sa surface. Les deux demi-prismes ainsi obtenus sont placés à la partie antérieure de la boîte du stéréoscope, de façon qu'ils présentent leur plus grosse épaisseur à l'extérieur et que leur écartement soit égal à celui des yeux (fig. 5). Au fond de la boîte, séparée en deux par une cloison  $M$ , se trouvent les deux images  $I$  et  $I'$ . L'image stéréoscopique vient se former en arrière

et, dans la partie centrale, apparaît l'image virtuelle qui résulte de la superposition des deux images réelles  $I$  et  $I'$ .

Le stéréoscope de Brewster, appelé plus tard stéréoscope mexicain, tel qu'on le rencontre dans

le commerce, n'assure pas la restitution exacte du relief. En effet, supposons qu'on examine, dans un stéréoscope, un stéréogramme positif présentant un dernier plan très éloigné. Dans la vision naturelle du sujet, correspondrait à ce dernier plan un effort d'accommodation nul. Or, lorsqu'on regarde un objet quelconque à travers une lentille convergente, on sait que la seule position de cet objet qui corresponde à une accommodation nulle pour l'œil de l'observateur, est celle qui coïncide avec le foyer de la lentille; en effet, l'image virtuelle se formera à

l'infini. Par suite, dans la vision à travers le stéréoscope, l'épreuve stéréoscopique devra se trouver dans le plan focal des lentilles.

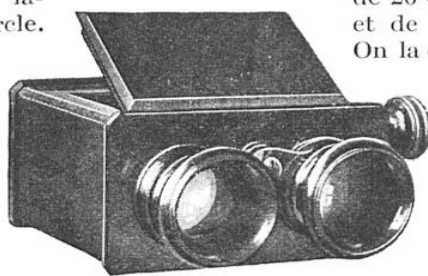


FIG. 6.— STÉRÉOSCOPE A LENTILLES, DIT A COURT FOYER

*L'appareil se compose de deux lentilles convergentes ordinaires; la distance focale est égale à celle de l'appareil photographique qui a servi à prendre les vues ou en est, du moins, très voisine.*



FIG. 7.— AUTRE STÉRÉOSCOPE A COURT FOYER

*Le principe optique de cet appareil est le même que celui du stéréoscope représenté par la figure précédente. La boîte contient un distributeur de vues à chaîne, un compteur et une série de casiers classeurs qui permettent de faire venir devant les oculaires la vue que l'on désire, sans avoir à ouvrir l'appareil.*

Or, dans l'appareil de Brewster, la première condition à obtenir pour une vision nette, est la superposition des deux images. Cette superposition nécessite, comme il est facile de s'en rendre compte, que la distance de l'épreuve au centre optique des lentilles soit bien déterminée, et lorsqu'elle sera obtenue, cette distance sera généralement plus petite que la distance focale. Par suite, l'objet se trouvant placé entre le foyer et la lentille, l'observateur, regardant le dernier plan, sera obligé d'accommoder et l'impression de relief résultante sera faussée.

Mais ce n'est pas tout. Rappelons-nous, en effet, ce que nous avons dit à propos des chambres stéréoscopiques à axes optiques parallèles : « ...ces images planes, examinées dans le stéréoscope, communiquent bien à nos rétines la même impression que celle reçue par l'objectif lui-même ».

Or, pour que cette impression soit identique à celle reçue par les objectifs, il est nécessaire que la distance focale des lentilles du stéréoscope soit égale à la distance focale des objectifs de l'appareil. Cette condition étant remplie, l'effort d'accommodation et de

convergence sera rigoureusement égal pour tous les points de la perspective considérée au stéréoscope, à celui fourni dans la vision directe. Or, dans le stéréoscope de Brewster, la distance focale de 20 centimètres n'est susceptible que de petites variations. La modifier serait, en effet, faire varier l'inclinaison des faces de chacun des prismes et la superposition des images deviendrait très rapidement impossible.

Généralement, la distance focale des appareils de prise de vues varie entre 7 et 12 centimètres. Il a fallu alors chercher un autre genre de stéréoscope qui réponde, celui-là, aux conditions exposées plus haut. On y est arrivé en supprimant toute superposition des images, la fusion de celles-ci s'effectuant dans les nerfs optiques de l'observateur. Le stéréoscope est alors constitué par deux lentilles ordinaires, de distance focale égale

ou très voisine de celle de l'appareil qui a servi à prendre les vues (fig. 6 et 7) : on obtient ainsi une restitution parfaite du relief.

On construit aussi des appareils photographiques stéréoscopiques réversibles qui servent ensuite de stéréoscope, les objectifs étant préalablement dépouillés de leurs diaphragmes et des obturateurs (fig. 8). C'est là, certainement, une solution particulièrement rigoureuse du problème de la stéréoscopie.

*Les Anaglyphes.* — On donne le nom d'« anaglyphe » à un stéréogramme particulier reproduit en deux couleurs et dont l'examen ne nécessite pas l'emploi d'un stéréoscope optique. Nous examinerons d'abord le principe du second genre de stéréoscope dont nous avons parlé, dans lequel on superpose matériellement les deux images.

Celles-ci (fig. 9) collées dos à dos, sont montées sur un arbre vertical dont la rotation rapide empêchera de les distinguer l'une de l'autre. Pour les séparer, on emploie deux œilletons, munis d'obturateurs mobiles, devant lesquels l'observateur place ses yeux, et qui s'ouvrent alternativement et

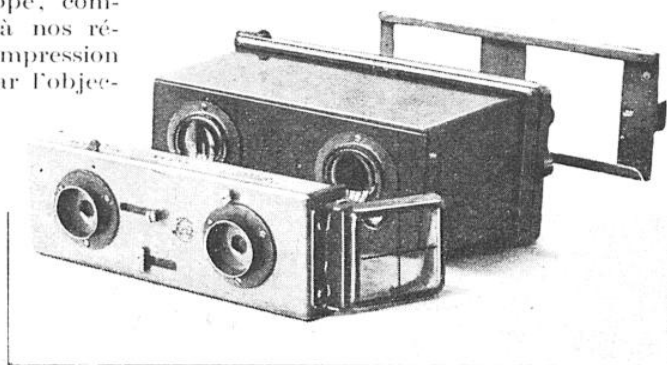


FIG. 8. — APPAREIL STÉRÉOSCOPIQUE REVERSIBLE, COMMUNÉMENT APPELÉ « GLYPHOSCOPE »

*L'appareil de prise de vues, une fois dépouillé de ses diaphragmes et de ses obturateurs, peut servir de stéréoscope. Ce dispositif assure d'une façon simple la restitution rigoureusement exacte des dimensions, des formes et du relief des objets photographiés.*

pendant un temps très court au moment où l'image qui leur correspond se présente aux regards (voir la légende de la figure 9). Ce système, évidemment peu pratique, a été rappelé ici à cause des résultats qu'il est susceptible de donner en stéréo-projection.

Le procédé des anaglyphes opère, lui aussi, la superposition matérielle des deux images, mais il les sélectionne différemment, d'une manière simple et ingénieuse. Rolmann, en 1853, en aurait été l'inventeur, mais Ducos du Hauron en a montré le premier toute la valeur : c'est lui qui leur a donné ce nom qui signifie « objet ciselé », figure en relief.

Supposons une image obtenue avec une encre rouge clair sur fond blanc. Regardons-la à travers un verre teinté de rouge plus foncé, l'image disparaîtra et on verra tout en rouge. Prenons, au contraire, un verre teinté de vert : l'image apparaîtra en noir



sur fond vert, car la superposition du rouge et du vert donne du noir. Nous pourrions dire la même chose d'un monochrome vert regardé successivement à travers un verre vert et un verre rouge. Ceci posé, transformons la perspective droite d'un stéréogramme en monochrome vert et la perspective gauche en monochrome rouge. Superposons les deux images et regardons-les à travers un lorgnon dont le verre droit est teinté de rouge et le verre gauche, teinté de vert. L'œil droit, par exemple, placé derrière le verre rouge, ne verra pas la perspective gauche qui est rouge, mais seulement la perspective droite qui est verte. De même, l'œil gauche percevra la perspective gauche, teintée en rouge, sans que l'autre lui apparaisse. Le lorgnon « sélectionne » donc les deux images d'une manière absolue, et comme les deux yeux, convergeant vers la même surface, perçoivent chacun l'image qui leur convient, les deux images se fusionnent en une seule, donnant ainsi l'impression d'un relief particulièrement intense.

Comment obtenir la superposition des deux monochromes, puisque les images sont dissemblables ? Théoriquement, il faut superposer les lointains ; pratiquement, on opérera cette superposition de façon qu'on ne voie pas de doubles contours, un léger décalage n'ayant, d'ailleurs, pas d'influence sur la restitution du relief.

De plus, faut-il décaler à droite ou à gauche, le monochrome qui repré-

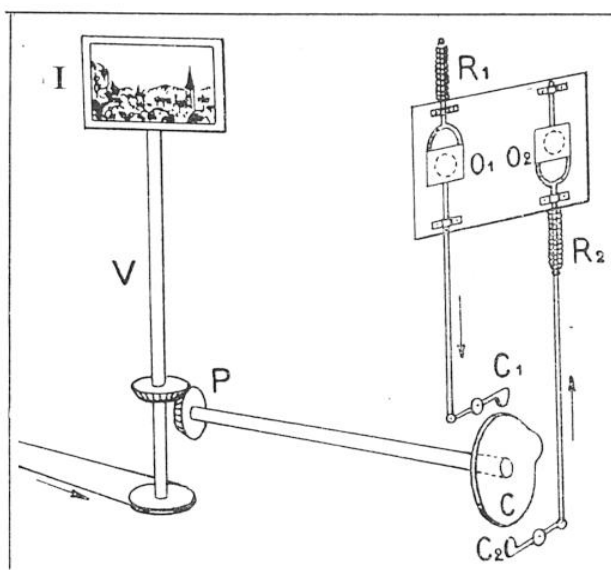


FIG. 9. — SCHÉMA DU STÉRÉOSCOPE MÉCANIQUE

*Cet appareil est basé sur le principe suivant : superposition matérielle et séparation mécanique des images. L'arbre vertical V supporte les deux parties du stéréogramme I collées dos à dos. La roue à came C, liée à l'arbre V par les pignons P, agit, à chaque demi-tour, sur les poussoirs C<sub>1</sub> et C<sub>2</sub> qui découvrent périodiquement les œillillons O<sub>1</sub> et O<sub>2</sub>. R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub> sont des ressorts de rappel d'œillillons. Si le mouvement de l'arbre V est tel que l'œillillon correspondant à l'œil droit se découvre au moment où la partie droite du stéréogramme se présente vers l'observateur, un instant après l'œillillon gauche se découvrira seul à son tour pour laisser voir l'image gauche. Par suite de la persistance des impressions lumineuses sur la rétine, l'observateur ne percevra aucune solution de continuité et aura l'impression du relief. Si on suppose que les images I soient remplacées par un écran sur lequel une lanterne à deux objectifs projette alternativement les parties droite et gauche du stéréogramme, on aura un procédé de stéréoprojection.*

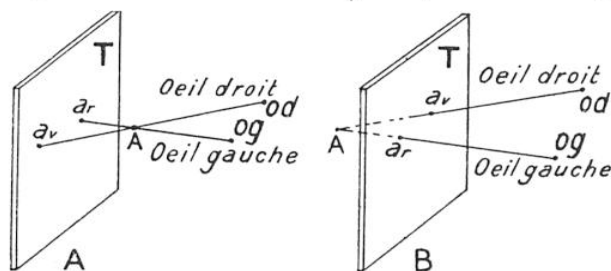


FIG. 10. — DÉCALAGE DES MONOCHROMES A DROITE ET A GAUCHE

Dans la figure A, le monochrome rouge, correspondant à l'œil gauche, est décalé à droite du monochrome vert correspondant à l'œil droit. Les rayons visuels se croiseront en avant du plan du tableau et l'observateur verra le sujet s'avancer vers lui. Dans la figure B, le décalage est inverse : les rayons visuels se croisent en arrière du plan du tableau et l'observateur apercevra le sujet comme à travers une fenêtre ouverte.

sente la perspective gauche, par exemple ? Si on le décale à gauche (fig. 10), les rayons visuels de deux points homologues se croiseront en arrière du support et l'image apparaîtra comme au travers d'une ouverture. Si on le décale à droite, ces mêmes rayons visuels se rencontrant en avant du plan de l'image, la perspective aérienne semblera s'avancer vers l'observateur. L'expérience a montré que la première manière donnait une impression beaucoup plus juste et plus satisfaisante.

Il est à remarquer que les anaglyphes ne donnent et ne peuvent donner une impression juste du relief. En effet, les efforts d'accommodation et de convergence dans la vision d'un anaglyphe ne peuvent jamais être nuls et ils ne

varient, pour les différents plans, que dans des limites beaucoup plus restreintes que celles qui correspondent à la vision naturelle. Par suite, si l'impression de relief est souvent très intense, la sensation de profondeur est toujours moindre : les lointains ne paraissent jamais rejetés à l'infini. On se rapprochera d'autant plus de la restitution exacte du relief que la variation de ces efforts dans l'examen de l'anaglyphe sera plus voisine de cette même variation dans la vision directe. C'est ce qui arrive, par exemple, dans la stéréophotographie de petits objets, à des distances voisines du minimum de vision distincte, surtout lorsque la reproduction de ces objets diffère peu de la grandeur naturelle. On peut dire que, dans ce cas, les anaglyphes assurent la restitution absolument parfaite du relief. Nous en verrons plus loin quelques exemples.

Mais, auparavant, nous allons aborder un problème nouveau de la stéréoscopie, celui qui consiste à donner à un grand nombre de spectateurs la vision du relief, à l'aide d'un seul et même couple stéréoscopique projeté sur un écran : le problème de la stéréoprojection.

On imagine facilement le charme tout nouveau que prendraient certaines vues, déjà si jolies en projection, si on pouvait leur communiquer la sensation de relief et de profondeur qui leur fait défaut.

Plusieurs dispositifs ont été proposés : le premier est basé sur le stéréoscope mécanique représenté par la figure 9. La lanterne de projection est munie de deux objectifs distincts projetant chacun une des parties du stéréogramme,

mais réglés de telle sorte que les images se superposent aussi exactement que possible sur l'écran. Un disque de métal noir, percé d'ouvertures, analogue à ceux employés dans les appareils cinématographiques, tourne rapidement devant les objectifs et assure sur l'écran la succession des images. L'observateur place ses yeux devant deux œilletons mobiles et obtient la perception du relief de la même façon que dans le stéréoscope mécanique.

On peut employer aussi un stéréoscope à miroirs. Là, les deux couples stéréoscopiques sont projetés l'un à côté de l'autre. L'observateur arrive facilement à les superposer en réglant convenablement les miroirs. Le défaut capital de ces deux dispositifs est leur complication, qui entraînerait un prix d'installation très élevé.

Un autre procédé, très intéressant à décrire parce qu'il ne nécessite pas un appareil spécial pour chaque spectateur, est celui des réseaux ; il est représenté schématiquement par la figure 11.

Mais la présence des réseaux, extrêmement délicats à réaliser, interdit absolument l'emploi d'écrans de grandes dimensions.

On ne peut reprocher aucun de ces défauts au procédé des anaglyphes. Là, tout est simple : on place dans une lanterne ordinaire les deux monochromes superposés, qui seront projetés l'un sur l'autre sur l'écran. L'observateur, armé du lorgnon bicolore, qui sélectionne parfaitement les images, percevra le relief sans la moindre difficulté.

On a préconisé aussi l'emploi des stéréogrammes positifs ordinaires doublés chacun d'un verre coloré. Les deux perspectives sont placées côte à côte dans la lan-

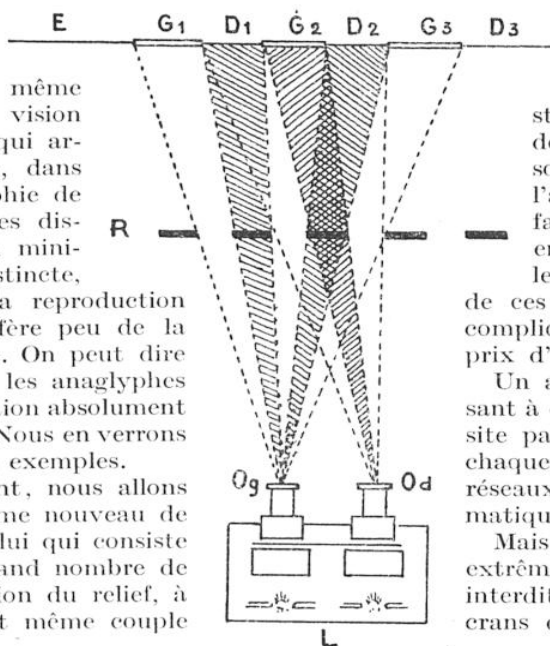


FIG. 11. — STÉRÉO-PROJECTION PAR LE PROCÉDÉ DES RÉSEAUX

*Ce procédé ne nécessite pas un appareil particulier pour chaque spectateur. Og Od sont les objectifs de la lanterne projetant chacun une des parties du stéréogramme. R est un réseau formé de bandes verticales d'égale largeur, alternativement transparentes et opaques. Les parties D<sub>1</sub> D<sub>2</sub> D<sub>3</sub> de l'écran E représentent des bandes verticales de l'image droite, et les parties G<sub>1</sub> G<sub>2</sub> G<sub>3</sub> représentent des bandes verticales de l'image gauche. On règle la distance du réseau à l'écran de telle sorte que les bandes correspondant à l'image droite se logent exactement entre les bandes de l'image gauche, sans se recouvrir ni laisser entre elles d'espace blanc. Le spectateur, placé derrière l'écran, aperçoit l'image par transparence. Un second réseau, analogue au premier, interposé sur le trajet des rayons visuels, opère la sélection des images par un mécanisme identique, d'où la vision du relief. Ce procédé, appliqué avec succès dans la vision directe de positifs sur verre de petit format, est difficilement utilisable en stéréoprojection, la construction de réseaux de grandes dimensions étant très délicate.*



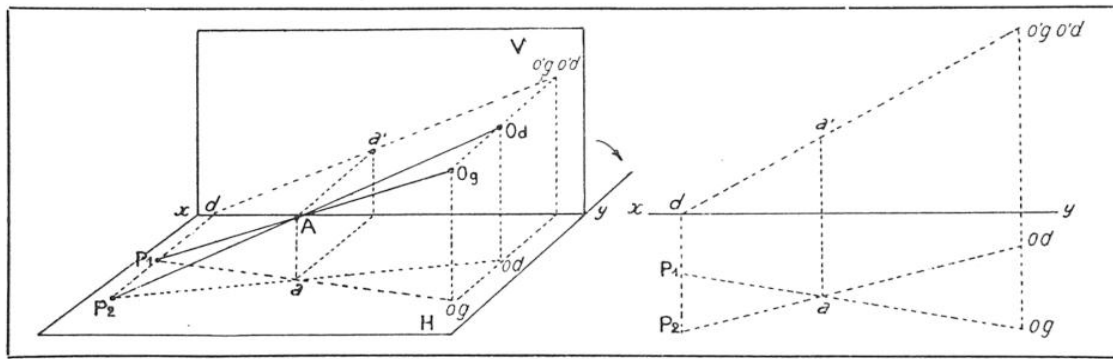


FIG. 12. — PROJECTION D'UN POINT D'UN ANAGLYPHE GÉOMÉTRIQUE SUR UN PLAN HORIZONTAL. Dans la figure de l'espace,  $Og$   $Od$  sont les yeux de l'observateur, ou centres de projection, qui se projettent sur le plan vertical  $V$  aux points confondus  $o'd$   $o'g$  et sur le plan horizontal  $H$  aux points  $og$  et  $od$ . —  $A$  est un point du solide de l'espace à projeter, dont  $a$  est la projection horizontale et  $a'$  la projection verticale.  $Od$   $AP_2$  et  $Og$   $AP_1$  sont les rayons visuels du point  $A$  dont les intersections avec le plan  $H$  donnent les points cherchés de l'anaglyphe. Ces points  $P_1$  et  $P_2$  s'obtiennent sur l'épure (figure de droite) en construisant les droites  $od$   $a$  et  $og$   $a$  qui sont les projections horizontales de  $Od$   $A$  et de  $Og$   $A$  ainsi que la droite ( $o'g$   $o'd$ )  $a'$   $d$  qui est la projection verticale de ces mêmes droites. La perpendiculaire à  $xy$ , élevée au point  $d$ , donne les points  $P_1$  et  $P_2$  situés à ses intersections avec les prolongements des droites  $Od$   $A$  et  $Og$   $A$  ou de leurs projections  $od$   $a$  et  $og$   $a$ . Sur l'épure, le plan  $V$  est rabattu sur le plan  $H$ .

terne et il faut alors opérer leur superposition à l'aide de prismes à réflexion totale. Le spectateur, regardant, par exemple, la perspective droite doublée d'un verre rouge, à travers le verre rouge du lorgnon, apercevra cette image en noir sur fond rouge. Mais l'œil gauche, masqué de vert, verra tout en noir, car la superposition du rouge et du vert donnera du noir qui éteindra les traits de l'image. Néanmoins, l'emploi de ce dispositif donne des images grises et assez ternes. Il faut lui préférer l'emploi des deux monochromes superposés.

Il est à remarquer que, la distance de l'observateur à l'écran étant assez grande, l'effort d'accommodation et de convergence que devra fournir celui-ci sera extrêmement faible. On se rapprochera ainsi, beaucoup plus que dans l'examen des anaglyphes sur papier, des conditions de la vision directe.

Nous terminerons cette étude par deux exemples d'application un peu particuliers des anaglyphes dans le cas d'objets de petites dimensions examinés à une distance voisine du minimum de vision distincte.

Le premier s'applique plus spécialement à la reproduction en relief des figures géométriques. Il ne s'agit plus là, naturellement, de photographie : l'anaglyphe géométrique est obtenu directement par des constructions simples en partant d'une épure de géométrie descriptive ordinaire.

Considérons, en effet (fig. 10), un point  $A$  quelconque de l'espace. soient  $O_g$  (œil gauche) et  $O_d$  (œil droit); menons les rayons

visuels  $O_g$   $A$  et  $O_d$   $A$  et cherchons leur intersection avec un tableau quelconque  $T$ , soit  $a_v$  et  $a$ . Supprimons maintenant le point  $A$  de l'espace, teignons le point  $a_v$  en vert, le point  $a$  en rouge et regardons avec le lorgnon bicolore. Chacun des deux yeux ne voyant seulement que la perspective qui lui correspond, les deux rayons visuels se couperont dans l'espace en un point  $A$ , fournissant ainsi une image virtuelle de ce point à la place qu'il occupait précédemment.

Pour des raisons de simplicité, on suppose que la droite  $O_g$   $O_d$  est horizontale et on prend comme tableau un plan horizontal ou un plan vertical parallèle à la droite  $O_g$   $O_d$  (Fig. 12 et 13). On effectuera d'abord une représentation du solide par ses deux projections, épure c'est descriptive ordinaire, et on projettera chacun de ses points des points de vue  $O_g$  et  $O_d$  encore par une opération de descriptive ordinaire. On peut simplifier les opérations en considérant que toutes les droites parallèles de l'espace concourent en un même point en projection (point de fuite), ce point étant rejeté à l'infini pour des droites parallèles au plan du tableau. Quand les deux perspectives sont obtenues, on les trace en vert et en rouge clair et on fait disparaître complètement les traits de l'épure primitive.

Il existe encore de nombreuses méthodes pour construire les anaglyphes : certaines sont basées sur le calcul, d'autres ont comme point de départ la géométrie projective.

On conçoit sans peine que si l'observateur

place ses yeux à la place qu'occupaient sur l'épure les points  $O_i$  et  $O_d$ , le solide apparaîtra dans l'espace avec son relief *vrai* : ceci résulte de la construction même de l'anaglyphe. On verra se dresser devant soi un solide absolument semblable à celui qu'on aurait pu construire en fil de fer, si l'exécution en avait été possible, l'effort d'accommodation et de convergence des yeux étant rigoureusement identique dans les deux cas.

Une seconde application, également très intéressante, des anaglyphes est celle qu'on peut en faire à la radiographie stéréoscopique. L'examen d'une radiographie ordinaire présente, en effet, de sérieuses dif-

coup plus aisé. De plus, les anaglyphes étant faciles à reproduire à un grand nombre d'exemplaires, la vulgarisation de tels clichés pourra faciliter dans une large mesure l'étude de la médecine et de la chirurgie.

D'ailleurs, et c'est là la conclusion à tirer sur ce mode de reproduction des stéréogrammes, les anaglyphes, d'une manière générale, se prêtent merveilleusement à l'illustration d'un texte. On avait d'abord résolu la question en reproduisant sur les deux feuillets d'un livre, en regard l'un de l'autre, les deux images stéréoscopiques séparées qu'on examinait ensuite à l'aide d'un stéréoscope à un seul miroir. Mais l'usage de

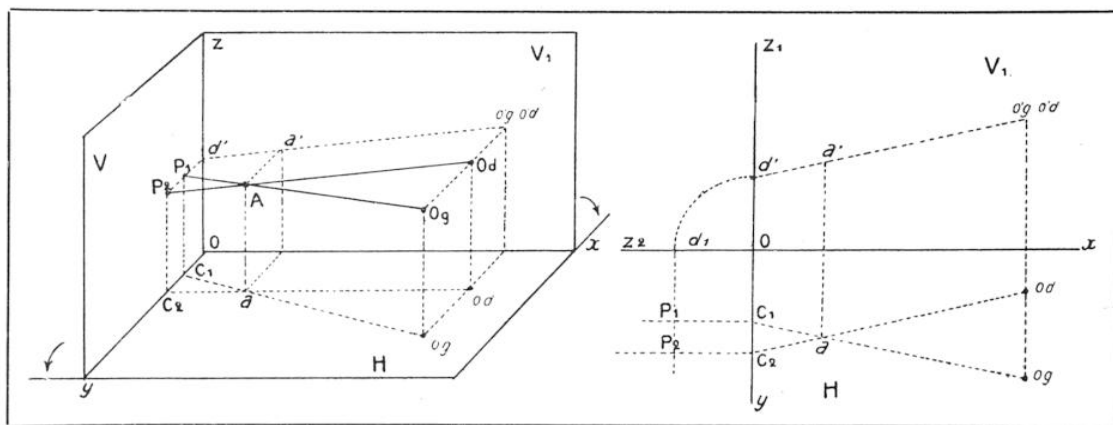


FIG. 13. — PROJECTION D'UN POINT D'UN ANAGLYPHE SUR UN TABLEAU VERTICAL.

La figure de l'espace représente, comme la précédente, les rayons visuels du point A ainsi que leurs projections sur le plan vertical  $V_1$  et sur le plan horizontal H. Sur l'épure, on retrouve toutes ces projections qui permettent, connaissant  $od$ ,  $og$ ,  $o'g$ ,  $o'd$  et  $a'$ , de déterminer les points de l'anaglyphe  $P_1$  et  $P_2$ .

Dans cette épure, il faut rabattre le point  $d'$  en  $d_1$  sur la droite  $xz_2$ , à l'aide d'un quart de cercle.

fiicultés, parfois insurmontables. Là, en effet, pas de différences de plans, pas de demi-teintes, pas de perspective linéaire, comme dans une photographie ordinaire, absolument rien qui puisse renseigner sur la place relative d'un os ou d'un vaisseau par rapport à un autre, sinon la science du chirurgien.

Pour prendre une radiographie stéréoscopique, on opère deux poses successives. Après la première, on change la plaque sensible sans modifier la position de la pièce anatomique. On déplace alors l'ampoule de Crookes vers la droite ou vers la gauche d'une quantité égale à 6 cm. 5 environ et on peut effectuer le second cliché.

Les épreuves obtenues par ce procédé, toujours de très grand format, sont généralement examinées au stéréoscope à miroirs.

Leur transformation en monochromes anaglyphiques, sans atténuer en rien la sensation du relief, permettra un examen beau-

tels appareils, nous l'avons vu, est malaisé et très peu répandu. On ne peut davantage se servir d'un stéréoscope ordinaire, car ces appareils grossissant les images, le grain de la similigravure devient insupportable. Au contraire, les anaglyphes, sous le même format qu'une photographie ordinaire, assurent facilement et sans mise au point un relief puissant à l'aide du lorgnon sélecteur, appareil simple, pratique, peu encombrant et à la portée de tous. Dans cette étude sommaire, nous avons dû passer sous silence, faute de place, un nouveau procédé de vision en relief, récemment imaginé par M. Louis Lumière, dont le principe est tout à fait différent de ceux que nous venons d'étudier. *La Science et la Vie* se propose, dans un prochain article, de décrire dans tous ses détails cette nouvelle méthode, qui est relativement simple et tout à fait remarquable.

R. GURSON.



# 25.000 PHOTOGRAPHIES PAR SECONDE

Par J. de la CERISAIE

**A**VEC les objectifs ultra-lumineux et les émulsions très rapides d'aujourd'hui, un photographe prend facilement des instantanés, autrement dit des images de scènes qui durent un dixième, un centième de seconde, voire même des mouvements d'êtres animés ou de machines, qui se succèdent parfois à des intervalles inférieurs à un millième de seconde.

Mais quand il s'agit de saisir au vol des balles de fusil et de revolver parcourant 600 mètres par seconde ou des obus cheminant dans l'air à la vitesse de 800 à 900 mètres pendant le même temps, le problème se complique singulièrement. Si l'on débouche, en effet, un appareil photographique ordinaire durant un dix-millième de seconde seulement, lors du passage d'un projectile d'arme à feu dans le champ de l'objectif, le dit projectile aura parcouru 6 centimètres et ne donnera sur la plaque qu'une ombre vague. Il fallait donc parvenir à abaisser singulièrement la durée de l'exposition pour pouvoir, d'une façon utile, appliquer la photographie aux études balistiques.

Aucun dispositif mécanique ne permettant d'atteindre cette limite, les physiciens s'adressèrent à l'électricité, seule capable de les aider en l'occurrence.

Ils imaginèrent des dispositifs électriques particuliers, donnant tous une étincelle très brillante et en même temps de courte durée.

Conséquemment, le circuit dans lequel elle éclate doit avoir une assez grande capacité et une induction propre extrêmement petite ; autrement dit, ce circuit est très court et renferme un condensateur. En outre, afin d'obtenir l'étincelle au moment désiré, c'est le projectile lui-même qui ferme le circuit.

L'idée première de telles expériences appartient au Dr Mach, professeur à l'Université de Prague, et remonte à l'année 1881.

Mais ce fut seulement en 1884 que le savant bohémien, aidé de son élève Wentzel, obtint des photographies nettes d'un projectile pendant le tir ainsi que l'onde aérienne sonore produite par l'étincelle électrique. Cependant, il se vit dans l'impossibilité d'enregistrer l'onde de condensation aérienne précédant le projectile, et comme il attribuait la cause de cet insuccès partiel à la faible vitesse initiale de la balle (240 mètres à la seconde), la plus grande, d'ailleurs, qu'il pouvait réaliser dans son laboratoire urbain, il pria son collègue, le professeur Salcher, de Fiume, mieux installé que lui pour l'exécution de semblables travaux, de continuer ses recherches selon un programme qu'il lui traça. En collaboration avec le professeur Riegler, Salcher se mit donc à l'œuvre et, dans le courant de 1886, il prit, grâce à la méthode de Mach, des photographies très petites mesurant 3 à 4 millimètres de diamètre, photographies très nettes représentant des balles de différents fusils animées de vitesses initiales variables (438 à 530 mètres par seconde).

Le projectile, passant entre les deux extrémités d'un circuit dans lequel se trouvait intercalée une bouteille de Leyde, déchargeait cette dernière, en produisant deux étincelles simultanées. La lumière d'une de ces deux étincelles, éclairant la balle et l'air ambiant, tombait sur l'objectif d'une grande lunette et allait se peindre sur la plaque photographique. De la sorte, on avait des images nettes et vigoureuses avec des étincelles très petites et de durée minimale. L'appareil photographique était à court foyer, afin de fournir des images minuscules, que l'étincelle puisse éclairer suffisamment. D'autre part, pour obtenir l'onde de condensation, il fallait prendre une autre précaution indispensable en interceptant partiellement l'image avec le bord d'un écran.

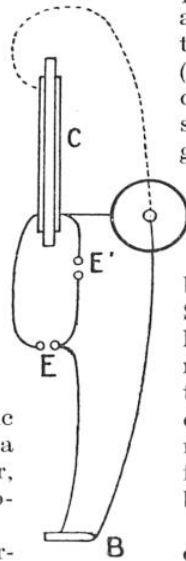


FIGURE 1. — SCHÉMA DU DISPOSITIF CHRONOPHOTOGRAPHIQUE DU PHYSICIEN ANGLAIS C.-V. BOYS

B, balle ; C, grand condensateur ; c, petit condensateur ; E E', points de décharge des condensateurs ; P, plaque photographique.

Comme l'air refoulé et condensé possède un indice de réfraction plus grand que sa valeur normale, selon les positions relatives du point lumineux et du projectile au moment de l'étincelle, la lumière, passant près du bord de l'écran, dans l'appareil photographique, produisait une image claire de l'air sur un fond plus obscur ou une image obscure sur un fond plus clair. Les phénomènes balistiques se traduisaient sur la plaque d'une manière analogue à ceux que produit, dans l'eau, un vaisseau en mouvement. La balle, précédée d'une onde de condensation, était suivie de tourbillons gazeux très abondants et d'ondes de dilatation dues à l'air échauffé.

Une dizaine d'années après Mach et Salcher, le physicien C.-V. Boys, de la Société Royale de Londres, s'attaqua au même problème mais en modifiant leur dispositif expérimental. Le savant anglais mit un grand condensateur en connexion avec un autre plus petit (fig. 1) ; les armatures extérieures se trouvaient en court-circuit alors qu'un fil de coton trempé dans une solution de chlorure de calcium réunissait les autres. Le grand condensateur se déchargeait par  $E E'$  et le petit se fermait sur  $E' B$ . Quand une balle, passant en  $B$ , mettait le fil en communication, le condensateur  $c$  se

déchargeait, en produisant une petite étincelle en  $E'$  ; la résistance du circuit de  $c$  se trouvait subitement diminuée et le grand condensateur pouvait alors se décharger par  $E$  et  $E'$ . M. Boys cachait l'étincelle  $E'$  au moyen d'un écran laissant l'autre étincelle projeter seule l'ombre de la balle sur la plaque  $P$ . Durant la charge du système, les armatures des condensateurs  $C$  et  $c$  restaient au même potentiel, l'équilibre se faisant par le morceau de fil, mais comme la décharge était de trop courte durée pour que ce mauvais conducteur y prenne aucune part, la charge entière du condensateur  $c$  passait par  $E$  et  $E'$ . Cet arrangement réunissait d'ailleurs tous les avantages, car on sait que, pour une longueur donnée, l'étincelle en  $E$  est plus brillante, si le circuit renferme une autre interruption que s'il est complet. On devait, en outre, s'assurer que la différence de potentiel produisant l'étincelle se trouve comprise entre certaines limites ; trop faible, l'étincelle active n'éclate pas ; trop forte, elle part sans être excitée, et la plaque sensible se trouve perdue.

Boys employait une machine statique, d'un débit régulier et, comptant les tours de roue, il arrêtait la charge quand elle était près de suffire à la décharge spontanée. Dans

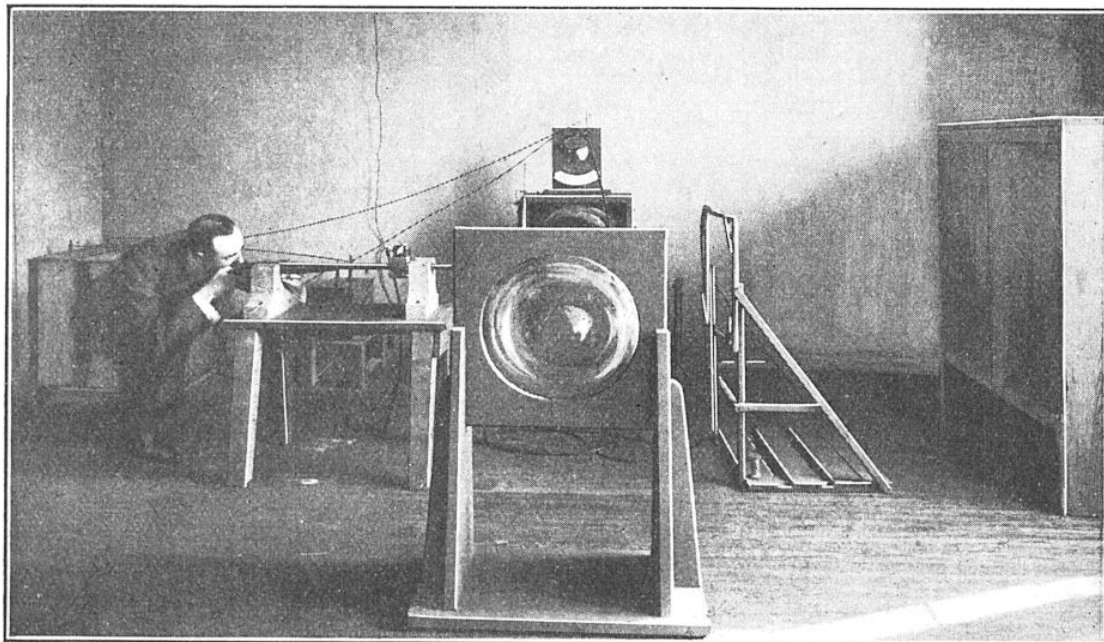


FIGURE 2. — STAND D'EXPÉRIENCES DE M. L. BULL POUR LE TIR AU FUSIL

*Au premier plan, vers le milieu de la photographie, la grande lentille plan-convexe ; à gauche, opérateur avec fusil muni d'un dispositif pour déclenchement automatique des étincelles, au moment du départ du coup ; à droite, cadre muni d'un fil dont la rupture par le projectile détermine l'arrêt des étincelles ; en arrière, ensemble du dispositif électrique.*



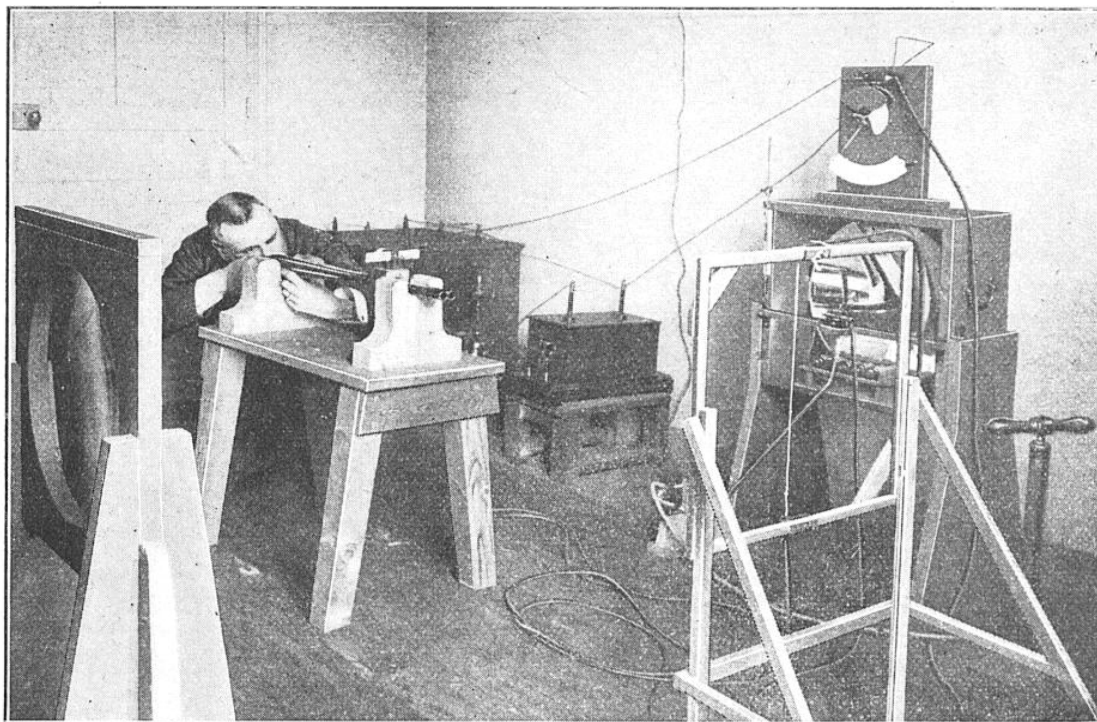


FIGURE 3. — AUTRE VUE DU STAND EXPÉRIMENTAL DE M. LUCIEN BULL.

*Cette photographie permet de se rendre compte de la position du tireur par rapport à l'appareillage électrique situé le long du mur de la salle.*

certains cas, il munissait l'appareil d'une soupape électrique et, en avançant plus ou moins la vis, il réglait sa position de manière que l'effluve suffise pour maintenir le potentiel au-dessous de la valeur dangereuse. Grâce à cette installation, M. Boys put obtenir des images plus agrandies que Mach et Saleher et faire d'intéressantes constatations sur les mouvements des projectiles ainsi que sur ceux des gaz pendant le tir.

Dans les photographies qu'il réalisa, on apercevait l'ombre des fils que la balle reliait pour produire l'étincelle, ce qui gênait un peu l'étude des phénomènes. Néanmoins, avec une balle de fusil à magasin ayant une vitesse de 600 mètres par seconde, l'image se peignait très nettement sur la plaque. On voyait, en outre, sur l'épreuve, des doubles lignes sombres et claires partant de l'avant et de l'arrière de la balle. Ces ombres rendent compte des perturbations occasionnées dans l'air par le passage du projectile ; elles rappellent les deux vagues produites sur une eau tranquille par le passage d'un bateau dont la poupe se termine brusquement. On apercevait même, dans le prolongement de la balle, un remous

analogue au sillage laissé par l'embarcation. Du reste, seuls des projectiles dont la vitesse dépasse celle du son engendrent ces ombres singulières. La production de celles-ci s'explique aisément. Effectivement, la lumière se réfracte en traversant des couches d'air de densités très différentes, et, rejetée à l'intérieur de l'onde, elle se traduit par une ligne lumineuse. Le phénomène ressemble aux stries qu'on observe au-dessus du verre d'une lampe ou sur une route exposée au soleil.

Avec ce même dispositif, M. Boys étudia quelques points de la balistique du fusil de chasse et les diverses phases de la traversée d'une plaque de verre par une balle ; il fit certaines constatations intéressantes, mais se contenta surtout de montrer le parti qu'on pouvait tirer de ce dispositif très simple. Plus près de nous, divers expérimentateurs, entre autres Cranz, le Dr W. Schwinning et le général Journée, s'attaquèrent au même sujet. A son tour, M. Lucien Bull, sous-directeur de l'Institut Marey, entreprit, pendant la guerre, sur la demande de la Direction des Inventions, de nouvelles études de chronophotographie balistique que nous allons décrire plus longuement.



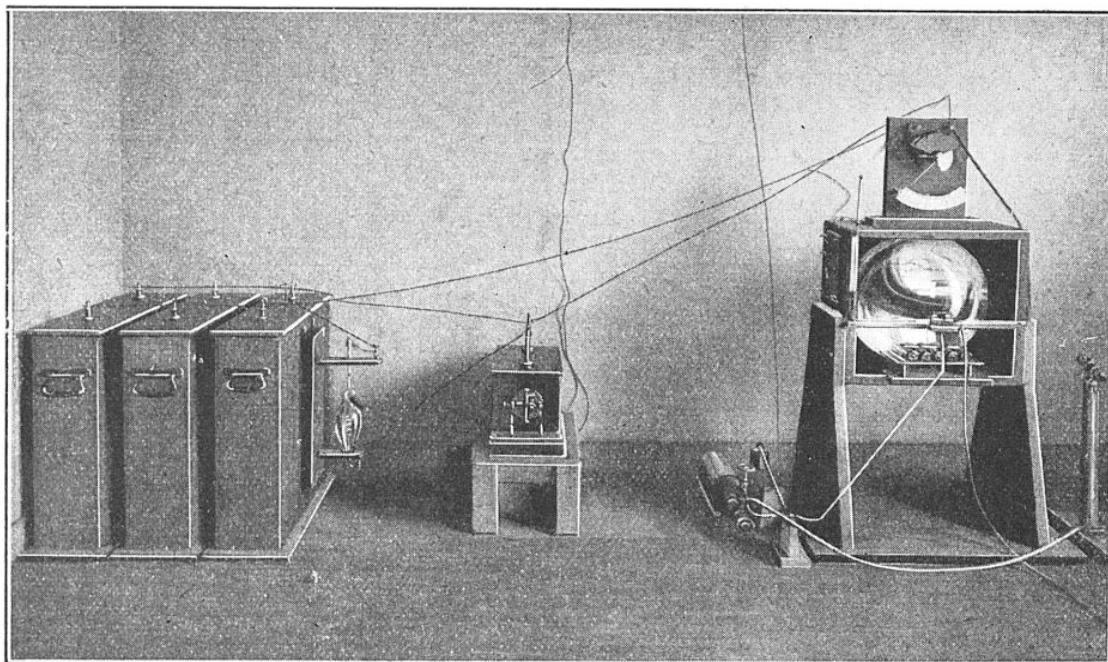


FIGURE 4. — VUE D'ENSEMBLE DU DISPOSITIF ÉLECTRIQUE DE M. L. BULL

*A gauche, trois condensateurs, bobine d'induction et soupape Villard permettant la charge des condensateurs ; à droite, miroir parabolique avec porte-étincelles au centre ; sur le sol, à côté du meuble, pompe et réservoir d'air comprimé pour le soufflage des étincelles ; au-dessus du miroir, voltmètre électrostatique.*

A l'instar de ses devanciers, le savant expérimentateur utilisa l'électricité comme source lumineuse, et voici le principe de sa méthode : l'étincelle éclate devant un miroir concave, en un point situé sur l'axe principal, de manière que les rayons viennent converger, après réflexion, dans l'objectif de la chambre photographique (fig. 2 et 3). La surface entière du miroir se trouve alors illuminée par l'étincelle et, puisque le projectile traverse le faisceau lumineux, il s'y silhouette. Donc, en produisant une série d'étincelles, à intervalles réguliers et très courts, et en déplaçant avec une grande rapidité la surface sensible sur laquelle se peignent les images successives du projectile, on pourra chronophotographier les diverses phases du phénomène. Les photographies et schémas des pages précédentes et ci-dessus permettent de se rendre compte des appareils

employés par M. Bull et de leur montage.

Le *dispositif électrique* (fig. 4) qu'il utilisa a été décrit par M. Abraham et M. Bloch dans une communication à la Société française de Physique. Il comprend (fig. 5) un condensateur de grande capacité  $C$  chargé, à l'aide d'une bobine d'induction  $B$  et d'une soupape de Villard, à un potentiel de 10 à 12 volts, de manière à constituer une importante réserve d'électricité. D'autre part, un circuit, formé d'une forte résistance (100.000 ohms, par exemple) et un interrupteur relie ce

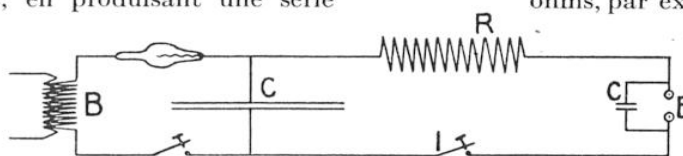


FIGURE 5. — SCHÉMA DU DISPOSITIF ÉLECTRIQUE BULL POUR L'ÉTUDE DES PHÉNOMÈNES BALISTIQUES

$B$ , bobine d'induction ;  $C$ , condensateur de grande capacité ;  $E$ , éclateur ;  $I$ , interrupteur ;  $R$ , résistance ;  $c$ , condensateur de petite capacité.

condensateur à l'éclateur  $E$  sur lequel on met en dérivation un petit condensateur  $c$  de faible capacité. Supposons le grand condensateur chargé et fermons l'interrupteur ; l'électricité s'écoule à travers le circuit et charge le condensateur, en un temps fonction du potentiel, de la résistance  $R$  et de la capacité  $c$ . Ensuite, quand le potentiel du



petit condensateur atteint une valeur suffisante pour franchir l'espace entre les électrodes, l'étincelle éclate et celui-ci se décharge. Puis le cycle recommence et, au fur et à mesure que la charge du grand condensateur *C* diminue, les étincelles se suivent, de moins en moins fréquemment.

D'ailleurs, en soufflant les étincelles avec un jet comprimé, pour éviter la formation d'un arc, et tout en maintenant constants les facteurs *V* et *c*, ainsi que la longueur des étincelles, on règle

la fréquence de ces dernières avec une extrême précision. On dispose les électrodes entre lesquelles jaillissent les étincelles au foyer principal d'un miroir parabolique en verre argenté de 40 centimètres de diamètre (fig. 6). Ce miroir réfléchit la lumière émise en un faisceau de rayons parallèles sur une lentille, plan convexe d'égale diamètre, qu'on place à 3 mètres en avant et qui fait converger le faisceau dans l'objectif de l'appareil photographique. Pour ne pas briser les instruments pendant le tir et ne rien perdre du champ, on installe l'arme de façon que la trajectoire du projectile passe à égale distance entre le miroir et la lentille. Quant à l'appareil chronophotographique, il se compose d'une caisse en bois hermétiquement close et portant l'objectif à son extrémité antérieure (fig. 7). A l'intérieur de la boîte

se trouve un cylindre léger en duralumin qu'un moteur électrique peut faire tourner à raison de 12.000 tours à la minute (fig. 8). Un film cinématographique s'enroule sur ce cylindre qui, monté sur un axe horizontal, vient présenter successivement tous les points de sa circonférence au foyer de l'objectif. La

vitesse du film atteint donc 100 mètres par seconde, ce qui permet la dissociation, durant ce court laps de temps, soit de 10.000 images de 1 centimètre de large, soit de 20.000 à 25.000 images

de 5 millimètres. Enfin, on a disposé un obturateur entre l'objectif et le film, de façon à pouvoir opérer en plein jour. Des circuits électriques lient directement l'ouverture et la fermeture de cet obturateur au début et à la fin des phénomènes étudiés.

Maintenant que nous connaissons les différents appareils chronophotographiques, électriques et optiques, voyons comment on assure leur étroite liaison afin que la pellicule sensible puisse enregistrer de 5.000 à 25.000 images par seconde, pendant les temps très courts que mettent les projectiles à parcourir le champ photographique.

Qu'il s'agisse du canon de 37 millimètres (fig. 9 et 10), de fusils de chasse ou de guerre, ou bien du revolver, les dispositifs ne diffèrent pas sensiblement en principe. Pour le premier, cependant, M. Bull opérait dans un

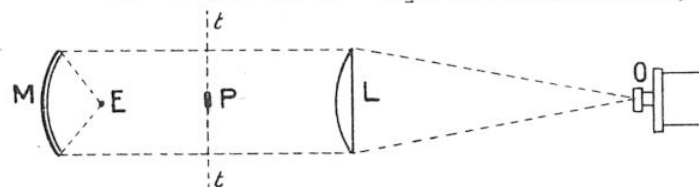


FIG. 6. - SCHÉMA DU SYSTÈME OPTIQUE ET PHOTOGRAPHIQUE  
M, miroir parabolique en verre argenté; E, foyer du miroir et lieu de production des étincelles électriques; tt, trajectoire suivie par le projectile P; L, lentille plan-convexe; O, objectif de l'appareil chronophotographique.

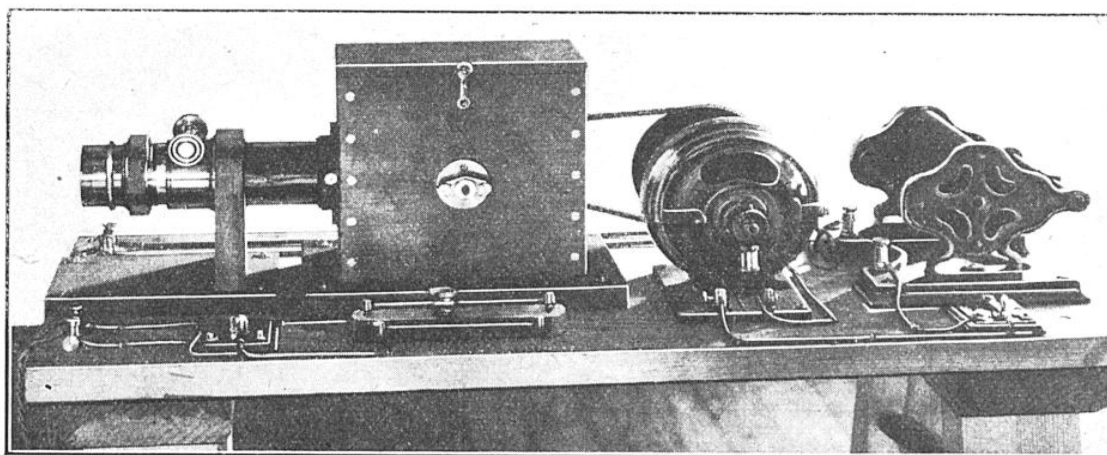


FIGURE 7. — APPAREIL CHRONOPHOTOGRAPHIQUE AVEC SON MOTEUR ET SON RHÉOSTAT



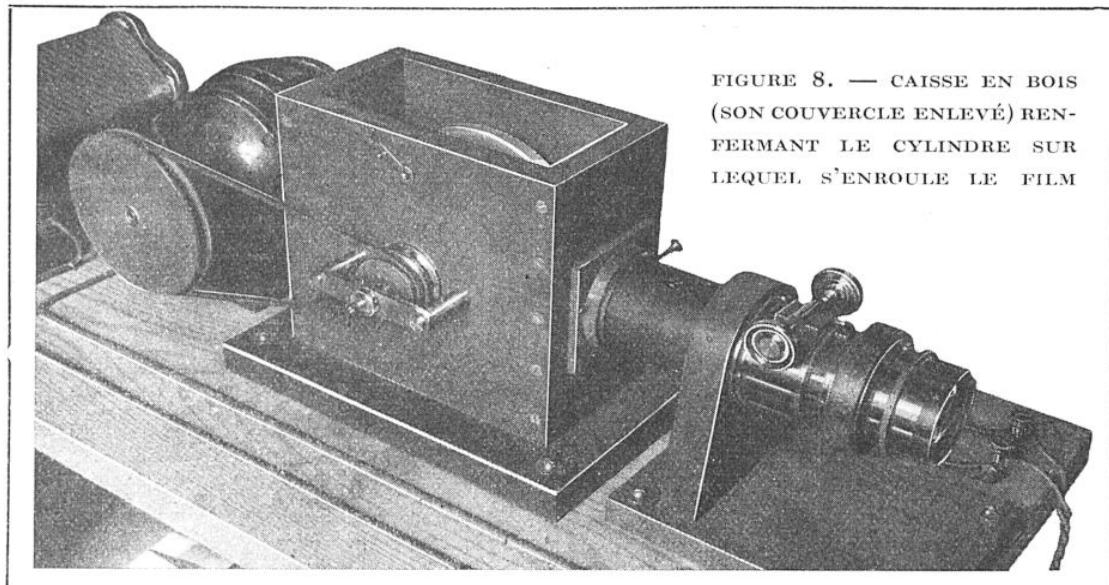


FIGURE 8. — CAISSE EN BOIS  
(SON COUVERCLE ENLEVÉ) REN-  
FERMANT LE CYLINDRE SUR  
LEQUEL S'ENROULE LE FILM

*A l'intérieur de la boîte, qui est fermée pendant les expériences, on aperçoit une petite portion du cylindre en duralumin que fait tourner un moteur électrique, à raison de 12.000 tours par minute.*

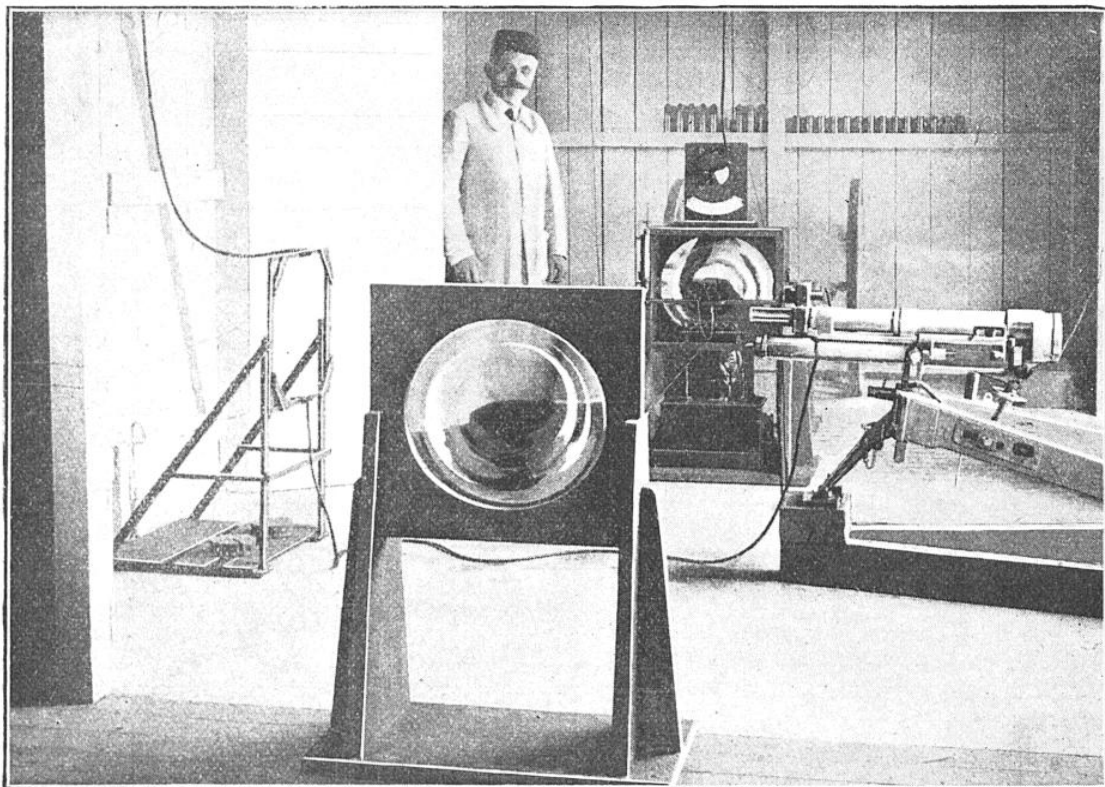


FIGURE 9. — VUE D'ENSEMBLE DU STAND D'EXPÉRIENCES POUR LE CANON DE 37 MILLIMÈTRES  
*Au premier plan, la grande lentille plan-convexe; à droite, le canon; à gauche, le cadre muni d'un fil dont la rupture par l'obus provoque l'arrêt des étincelles; en arrière, ensemble du dispositif électrique.*



baraquement élevé à l'extérieur des bâtiments de l'Institut Marey et les projectiles allaient s'enterrer dans une butte gazonnée, sise à quelque distance, tandis que, pour les balles de fusil et de revolver, le stand d'expériences se trouvait dans une salle complètement fermée où il avait installé une caisse à sable afin de les arrêter, après leur passage rapide dans le champ photographique.

Il établit donc directement sur la gachette même, déclanchant le percuteur du canon, du fusil ou du revolver, un contact élec-

le circuit reliant le grand condensateur à l'éclateur se ferme immédiatement, tandis que la série des étincelles commence. Quant au cadre de bois que nous apercevons, à une certaine distance du tireur, sur notre photographie (fig. 2), il sert à arrêter les opérations. Il porte, en effet, deux fils conducteurs, situés en dehors du champ, mais dans l'axe du tir et que le projectile coupe au passage. La rupture du premier arrête les étincelles, tandis que la rupture du second a pour effet de fermer l'obturateur.

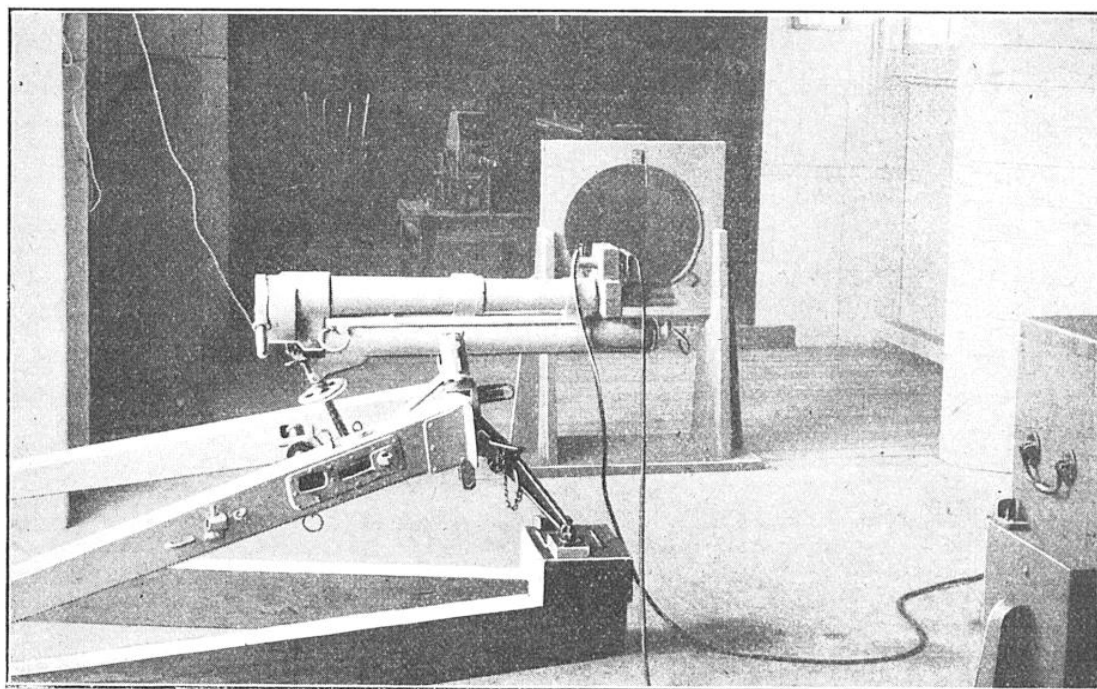


FIG. 10 — CANON DE 37 MILLIM. DISPOSÉ POUR DES EXPÉRIENCES CHRONOPHOTOGRAPHIQUES  
A l'extrémité du tube, c'est-à-dire à la bouche du canon, se trouve le système de déclenchement automatique des étincelles électriques.

trique destiné à commander l'obturateur. Celui-ci s'ouvre pendant l'inflammation de la charge de poudre et le mouvement de recul libère les étincelles. D'autre part, une petite masse de plomb, susceptible de glisser librement à l'intérieur d'un tube fixé directement sur le canon, porte à son extrémité antérieure une tige effilée. Avant l'expérience, une mince feuille isolante sépare cette pointe d'un contact, en plomb également, fixé sur le canon, mais isolé électriquement de lui. Au départ du coup, le contact en plomb, après avoir percé la feuille isolante, se pique sur la pointe de la petite masse qui ne bouge pas par suite de son inertie. Alors,

Grâce à cette ingénieuse méthode, M. Bull a pu obtenir de très remarquables chronophotographies de projectiles dont nous reproduisons plus loin quelques parties caractéristiques et qui demandent certaines explications. Sur les films relatifs au canon de 37 millimètres (fréquence 5.000 images par seconde), se voient nettement les phases du phénomène (fig. 11). On distingue d'abord l'apparition de l'anneau gazeux dû à l'air chassé par l'explosion et qui se forme à 70 centimètres environ du canon, dont il s'éloigne en s'élargissant à une vitesse de 60 mètres par seconde. Viennent ensuite les gaz de la combustion qui fusent autour du



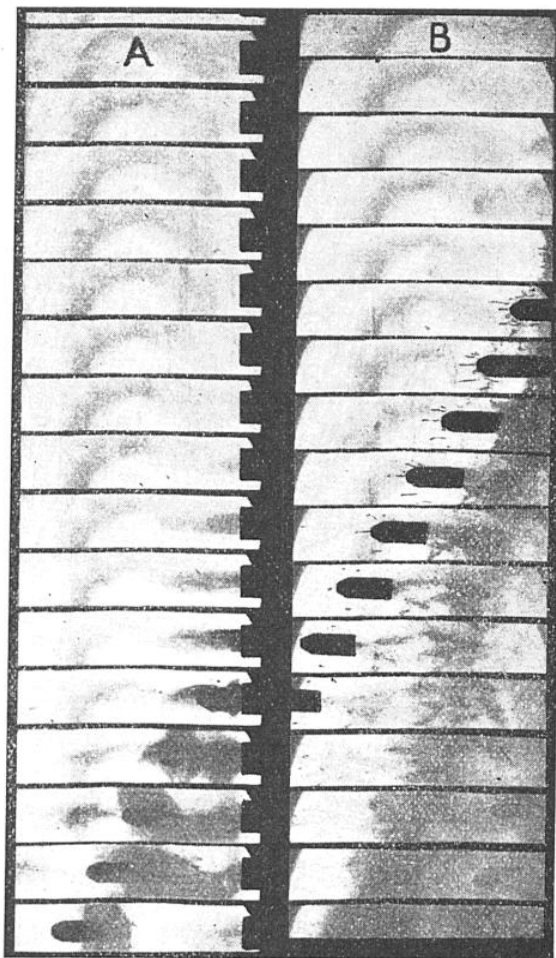


FIGURE 11. — PORTIONS D'UN FILM RELATIF AU CANON DE 37 MILLIMÈTRES

A, départ de l'obus. Première phase : apparition de l'anneau gazeux dû à l'air chassé par l'explosion ; deuxième phase : apparition des gaz de la combustion ayant fusé autour du projectile ; troisième phase : l'obus apparaît, suivi immédiatement de la grande masse des gaz. B : sur cette portion du film, on voit de petites étincelles entourant le projectile en l'accompagnant, probablement des grains de poudre enflammés.

projectile, puis ce dernier se montre immédiatement suivi de la grande masse gazeuse, et, en quatrième lieu, se révèlent de petites étincelles (probablement des grains de poudre enflammés) autour du projectile

Les films concernant les fusils de chasse montrent (fig. 12), entre autres particularités intéressantes, le groupement des plombs à la sortie de l'arme ; ils sont éparpillés avec les canons lisses des fusils de chasse ordinaires, alors que les *choke bore* (âmes

légèrement rétrécies à la bouche) donnent des décharges beaucoup plus ramassées.

Dans les films relatifs aux revolvers obtenus par M. Bull (fig. 13), la fréquence des images atteint de 13.000 à 25.000 images par seconde. On aperçoit d'abord l'extrémité du canon à gauche de l'épreuve

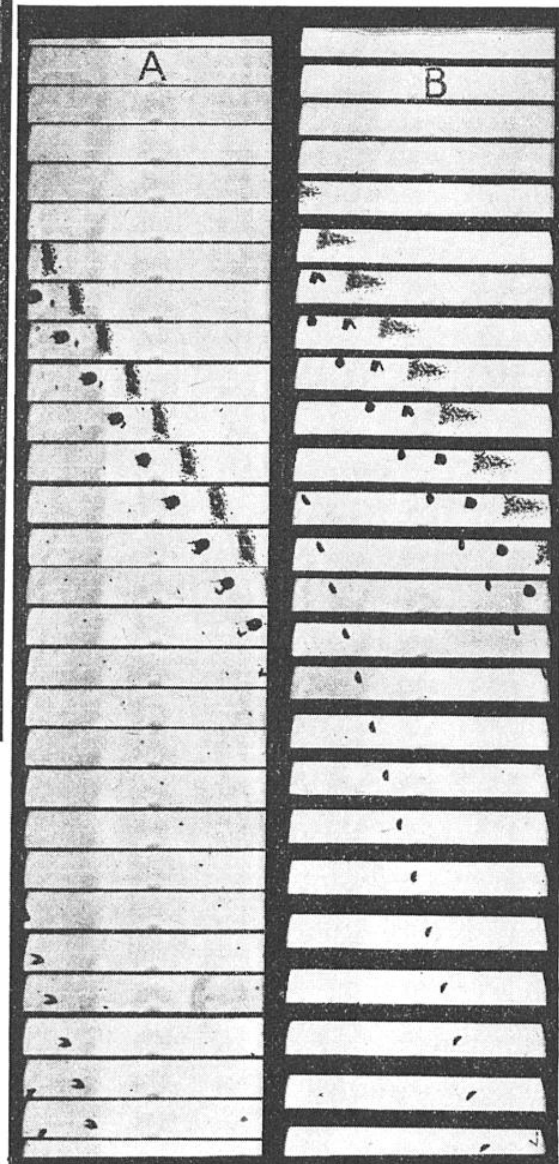


FIGURE 12. — PORTIONS DE FILMS MONTRANT LE GROUPEMENT DES PLOMBES À LA SORTIE DU CANON D'UN FUSIL DE CHASSE

A, canon lisse de fusil de chasse ordinaire ; B, canon « choke » (légèrement rétréci à la sortie). On voit en arrière des projectiles les fragments de bourre qui suivent la décharge à peu de distance.



puis les gaz fusant autour de la balle et dont la vitesse, très grande au début, diminue rapidement. Une fois le projectile complètement sorti de l'arme, les gaz s'échappent par l'orifice, annulaire à cet instant, le dépassent et l'enveloppent dans un cône fuligineux. Puis, quand ils perdent leur vitesse, la balle les dépasse et redevient visible à une distance d'environ 15 centimètres de la bouche du revolver. Un peu plus loin, le projectile traverse une planche mince, en sapin, dont les éclats se distinguent nettement à droite et à gauche de la balle et, chose curieuse, quelques-unes de ces brindilles de bois possèdent une vitesse dépassant celle du projectile.

Tels sont les principaux résultats que M. Bull a pu déduire des études chronophotographiques qu'il avait entreprises à l'instigation de la Direction des Inventions. La commission nommée par le ministre de la guerre pour examiner les travaux de balistique retint également un certain nombre de recherches similaires. Mais la publication des mémoires qui les exposaient fut retardée pendant la durée des hostilités. Comme, maintenant, les raisons d'ordre supérieur qui s'opposaient à leur divulgation ont disparu, les journaux techniques commencent à les faire connaître. La plupart de ces notes, sans modifier du tout au tout les principes scientifiques admis jusqu'alors, apportent

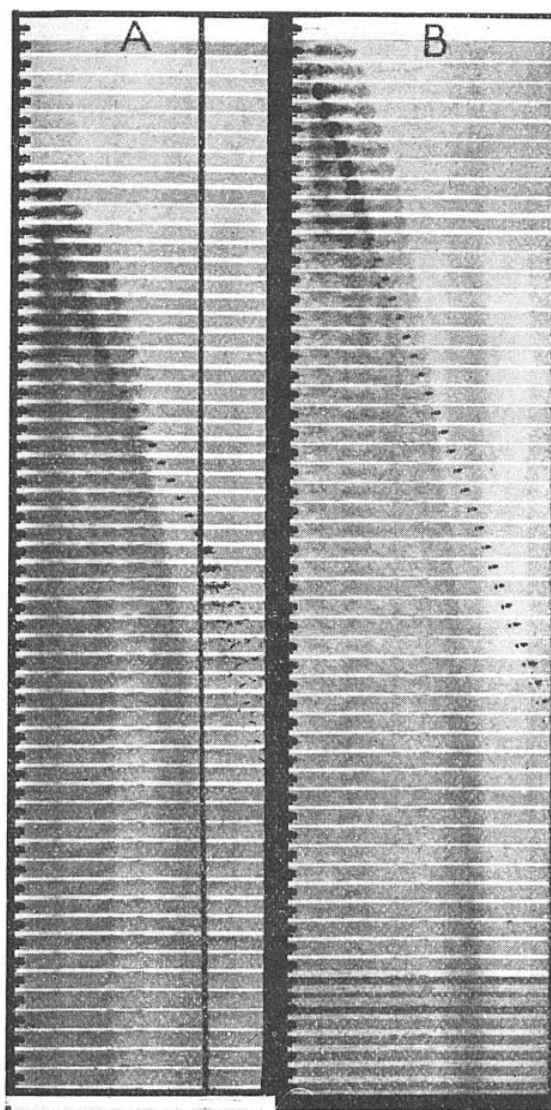


FIGURE 13. — PORTIONS D'UN FILM RELATIF A LA DÉCHARGE D'UN REVOLVER DE 5 MM. 6  
A, fréquence des images : 13.000 par seconde. On voit d'abord l'extrémité du canon sur le bord gauche du film, puis les gaz et le projectile traversant une planche mince en sapin dont les éclats volent autour de la balle. B, fréquence des images : 15.000 par seconde. Sur cette partie du film, la bourre se détache progressivement du projectile.

d'utiles perfectionnements aux applications. L'ingénieur général Charbonnier, en particulier, vient d'exposer l'état actuel de la question dans les six volumes de son remarquable *Traité de balistique*.

D'autre part, les exigences de la guerre ont provoqué un progrès essentiel dans ce domaine. Jusqu'alors, l'application des calculs balistiques se faisait isolément et à nouveau pour chaque cas d'espèce. Ceux entrepris en vue d'une pièce déterminée restaient sans valeur pour toutes les autres. Or, la coordination était absolument indispensable, vu la rapidité avec laquelle se succédèrent les nouveaux modèles de canons. Le persévérant labeur de MM. Émery, Risser et Parodi, de la Section technique de l'artillerie ; de MM. Lebesgue et Montel, de la Direction des Inventions, permit de simplifier grandement la tâche des calculateurs militaires.

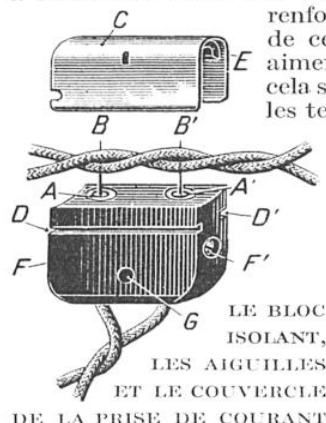
Actuellement, on possède des réseaux de trajectoires, donnant le mouvement d'un projectile quelconque, par une simple interpolation pour les valeurs diverses de l'angle de

projection, de la vitesse initiale et du coefficient balistique, dans des limites très étendues, et cela d'une manière aussi exacte que le permettent nos connaissances présentes des lois de la résistance de l'air, car la valeur des tables de tir dépend de celle des expériences servant de base aux calculs. J. DE LA CERISAIE.



## UNE PRISE DE COURANT UNIVERSELLE

ON aimerait souvent, chez soi, installer quelques prises de courant ou des lampes supplémentaires, soit à titre provisoire, soit à titre permanent, par exemple pour réaliser une illumination artistique à l'occasion d'une fête ou simplement pour



renforcer l'éclairage en de certains points. On aimerait surtout faire cela soi-même, car, dans les temps actuels, nous savons ce qu'il en coûte de faire appel à mes-sieurs les spécia-listes.

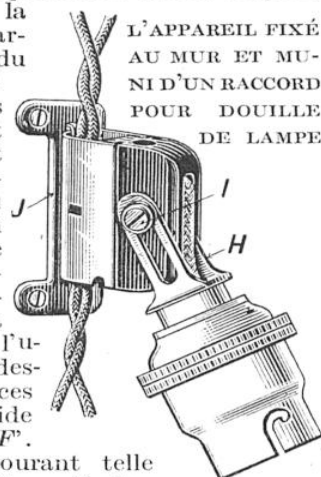
Or, la chose est maintenant possible, grâce à la prise de cou-rant universelle inventée par M. E. Gaillemín. Celle-ci peut, en effet, se bran-

cher en un instant, d'une façon simple, sûre et économique, sur n'importe quel circuit d'éclairage établi, comme c'est l'habitude, avec du fil souple. Elle peut être également enlevée ou déplacée

avec la plus grande facilité et sans détériorer les conducteurs. Avec cette prise de courant, point n'est besoin de dénuder les fils, de faire une connexion, par conséquent d'isoler ensuite les parties mises à nu. C'est donc une grande économie de temps, d'argent et de main-d'œuvre que son emploi permet de réaliser. J'ajouterai qu'il n'est nullement nécessaire, pour poser la prise de cou-rant, d'être, si peu même que ce soit, électricien.

L'appareil se compose essen-tiellement d'un bloc en matière isolante surmonté de deux aiguilles en acier trempé *BB'*, inoxydables et de grande résistance, serties dans des douilles en laiton *AA'*. Pour faire un branchement, il suffit de piquer, bien au milieu, entre deux torsades, les fils souples auxquels on se propose d'emprunter le cou-rant ; bien entendu, il faut prendre garde de ne pas piquer les deux fils sur la même pointe, ce qui occasionnerait un court-

circuit. On recouvre ensuite les conducteurs d'un couvercle *C* qui s'adapte aux rainures *DD'* du bloc isolant. Les pointes des aiguilles, qui traversent complètement les fils souples, s'engagent dans la rainure *E* de la gar-niture isolante du couvercle; de cette manière, les fils sont parfaitement isolés de tout contact métalli-que. La base du bloc, comme on peut s'en rendre compte sur la gra-vure de gauche, re-cevra des fils à la demande, suivant l'u-sage auquel on des-tine l'appareil : ces fils se fixent à l'aide des vis de côté *FF'*.



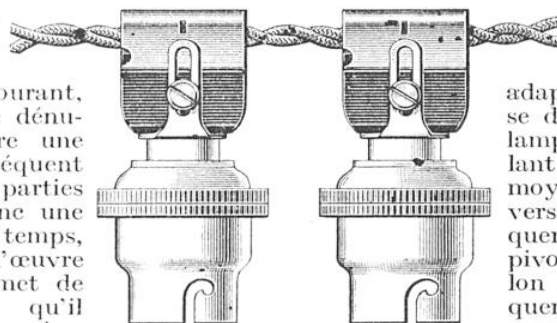
La prise de courant telle qu'elle vient d'être décrite, peut être employée seule s'il s'agit, par exemple, d'un simple branchement sur fils souples d'une canalisation déjà existante ; dans ce cas, le trou *G* est utilisé pour la

fixer au mur au moyen d'un simple clou ou d'une vis. Par contre, si, par exemple, on veut adapter directement à la prise de courant une douille de lampe, on fixera au bloc isolant un raccord à étrier *H* au moyen d'une vis *I* qui traversera le trou *G*. On remarquera que ce raccord peut pivoter autour de son boulon de fixation, par consé-quent dans le plan vertical, permettant ainsi de faire varier l'orientation ou mieux l'inclinaison de la lampe.

Si l'on veut fixer, d'une façon permanente, l'appareil à un mur, une cloison, etc., on assujettit son couvercle

à une semelle *J* munie de deux pattes percées chacune d'un trou pour le passage d'un clou ou d'une vis ; l'opération est des plus aisées. Ainsi monté, l'appareil constitue une prise de courant à poste fixe aussi durable et aussi sûre que les appareils les plus coûteux.

L'invention de M. Gaillemín permettra à ceux qui s'éclairent à l'électricité d'améliorer eux-mêmes leur installation et à bon compte.



POUR RÉALISER UNE ILLUMINATION, ON PEUT JUXTAPOSER PLUSIEURS PRISES DE COURANT SUR LE MÊME CONDUCTEUR



# L'ESSAI DES MÉTAUX PRÉCIEUX

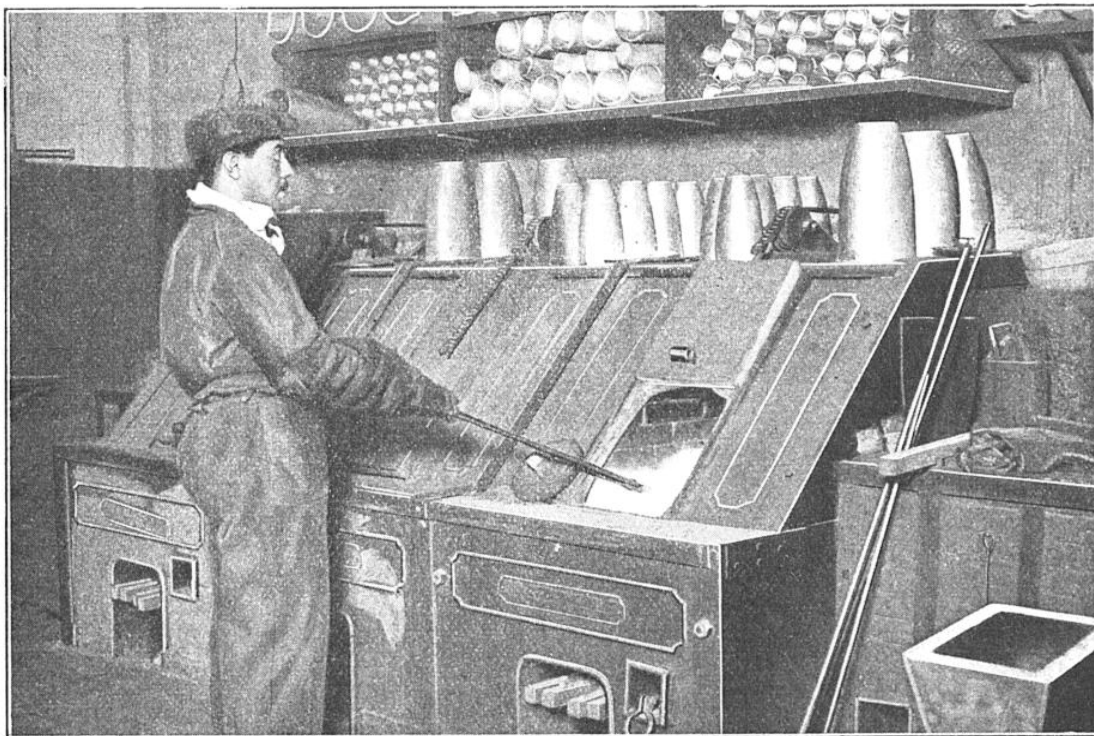
Par Jacques BOISSEAU

INGÉNIEUR CHIMISTE I. C. P.  
ESSAYEUR DU COMMERCE DIPLOMÉ DE LA MONNAIE

**L**ES petits Français aujourd'hui âgés de six à sept ans n'ont, pour la plupart, jamais vu une pièce d'or. Et la masse des citoyens français de tout âge ne voit plus que trop rarement des pièces divisionnaires d'argent. Nous vivons dans le papier, et, malgré l'extrême raréfaction de cette humble matière, devenue à son tour précieuse et recherchée, c'est en papier que circulent, depuis six ans, et chaque jour en plus grande quantité, tous les signes monétaires et tous les instruments de paiement.

Ce que peut être la gêne des affaires et la paralysie monétaire d'un peuple privé de numéraire, nous en avons eu les preuves en France, pendant la fin de l'année 1919, toute

l'année 1920 et le commencement de celle-ci. Bien que la circulation des billets de la Banque de France ait monté de 6 milliards à 39 milliards entre 1914 et 1920, il y a eu presque constamment pénurie de monnaie d'appoint. Un grand nombre de Chambres de commerce françaises ont cherché et trouvé un palliatif à la disparition de la petite monnaie en créant des coupures de cinquante centimes, un franc et deux francs. L'inconvénient du système est de ne fournir qu'une monnaie locale, ou de circulation régionale peu étendue, et refusée partout ailleurs. Dans certains centres, et notamment à Paris, où l'on a longtemps reculé devant l'émission d'une petite monnaie de papier, il a fallu



LA FUSION DU MÉTAL PRÉCIEUX DANS UNE FONDERIE PARISIENNE

*Pour la préparation du lingot, l'ouvrier maintient en plein feu le creuset contenant le « fondant » et le débris de métaux précieux. Au-dessus du four, on remarque un stock de creusets à fusion.*





LE COULAGE EN LINGOTIÈRE DE LA MASSE MÉTALLIQUE FONDUE

*C'est une opération extrêmement délicate, et le fondeur, pour éviter les projections de métal en fusion, doit procéder au coulage avec les plus grandes précautions.*

s'y décider pourtant, après avoir vécu pendant plus de six mois sous le régime de l'appoint en timbres-postes, en tickets de « Métro » ou en bons de caisse de maisons de commerce — le tout prodigieusement incommode et dangereusement malpropre.

Comment et pourquoi la monnaie divisionnaire d'argent s'est raréfiée, pourquoi les valeurs respectives de l'or et de l'argent, réputées fixes et intangibles, ont passé, elles-mêmes, par des fluctuations qui en ont parfois triplé le cours, ce sont là des questions complexes dont l'exposé nous entraînerait hors de notre sujet. Bornons-nous à constater qu'on a fréquemment accusé les fondeurs de pièces de la disparition de la monnaie d'argent, pendant la dernière année. Nous allons voir, en examinant le traitement des métaux précieux, les contrôles dont ils sont l'objet, les essais et les vérifications multiples qu'ils subissent, combien il est difficile de réussir une opération aussi délicate et complexe que la transformation d'une quantité de pièces de monnaie en un lingot — sans reproche et sans danger pour son vendeur.

#### Les fondeurs d'or et le quartier des métaux précieux à Paris

On se souvient certainement de la fameuse « affaire du lingot », dont toute la presse s'occupa bruyamment l'année dernière. On avait saisi, dans le quartier du Marais, un lingot d'argent dans lequel apparaissaient encore, mal fondus, des fragments de pièces à l'effigie de la République et de la Semeuse. Personne n'en parla plus au bout de quelques jours. Du moins les Parisiens apprirent, par cet incident, qu'il existait à Paris une industrie spéciale des métaux précieux, et un quartier où cette industrie bien spéciale s'était, depuis des siècles, fixée et agglomérée.

Ce n'est pas une industrie brillante et luxueusement établie. Sauf quelques rares maisons modernes outillées scientifiquement, les fondeurs d'or et d'argent sont de modestes boutiquiers qui n'ont pas d'autre usine que leur arrière-boutique, à qui une cour humide ou un hangar obscur sert de laboratoire, et qui n'ont pour magasins et entrepôts que les vieilles caves voûtées du Marais. Il arrive





PLUS DÉLICATE ENCORE EST LA PESÉE AU TRÉBUCHET D'ESSAYEUR

*La prise d'échantillon, les « boutons métalliques » obtenus au cours de l'essai et le cornet final, sont pesés par l'essayeur sur une balance de précision d'un type spécial.*

fréquemment même que l'outillage et les travaux du fondeur débordent jusque sur les trottoirs. Ces artisans-négociants n'ont pas de secret, et quelquefois ils manquent de prudence. Quiconque a passé, en observateur, dans les rues étroites qui avoisinent le monument des Archives, a pu assister, plus d'une fois, à la coulée d'un creuset ou au démoulage d'une lingotière.

Nous allons examiner en détail comment se traitent les métaux précieux.

Mais, tout d'abord, il faut se procurer la matière première. D'où viennent l'argent et l'or qui alimentent le travail quotidien des fondeurs et des batteurs d'or, dont l'effectif, à Paris seulement, comprend encore plusieurs centaines de spécialistes, patrons et ouvriers?

La matière première, or et argent, a des provenances très diverses. Contrairement à l'opinion la plus communément répandue, les apports des mines sont l'exception. On n'achète rien à Londres depuis que l'or sud-africain a lâché son honnête cours fixe de 77 shillings l'once. On sait que la France possède quelques mines aurifères, comme la *Lucette* et le *Châtelet*, qui placent chaque

année une production de quelques centaines de kilos. Mais la grande pourvoyeuse de matière première des fondeurs, c'est la masse même des métaux précieux détenue par le public. Cette masse se transforme sans cesse et passe, par un roulement ininterrompu, de l'état manufacturé à l'état brut, et vice versa.

Les fabricants-bijoutiers sont les principaux collecteurs et apporteurs de métaux précieux. Ils achètent couramment de vieux bijoux, dans lesquels se trouvent en majorité des objets sans valeur autre que celle du métal. Or le métal ainsi récolté est à des titres divers. Pour en faire une matière vendable, il faut le fondre et en former un lingot. Ce n'est qu'après fusion qu'un lingot présente une homogénéité relative et est susceptible d'être titré correctement et évalué avec la rigueur nécessaire en pareil négoce.

En outre, à certaines époques de l'année, ou simplement pour réaliser leurs déchets de fabrication, les bijoutiers-fabricants récupèrent leurs cendres de polissage, dans les caniveaux placés sous les planchers à claire-voie de leurs ateliers, et les portent chez le fondeur. Les doreurs, les incrustateurs, les



dentistes font également effectuer périodiquement des fusions de leurs déchets d'ateliers.

### La coulée en lingots

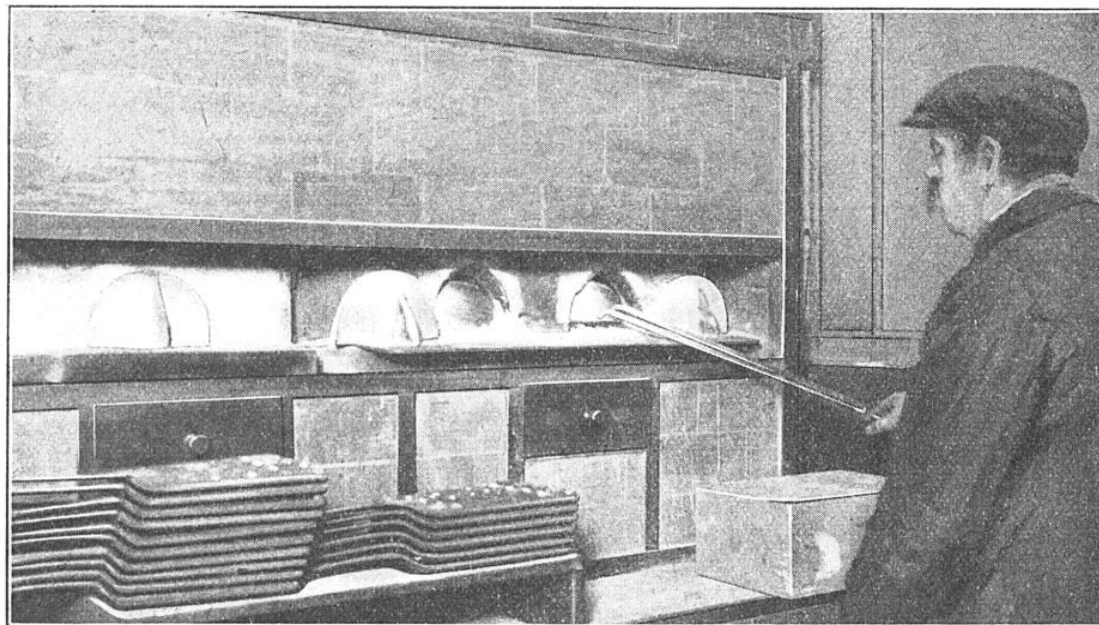
Voici le lot de vieux bijoux ou de débris précieux remis au fondeur. Après une première pesée, celui-ci verse le tout dans un creuset en terre réfractaire, de dimension appropriée à la nature et à la quantité du métal à traiter. Il y a toute une gamme de dimensions dans ces creusets, mais les plus grands dépassent rarement une quarantaine de centimètres de hauteur. Une fois chargé,

toutes sortes de précautions. La lingotière est une boîte en fonte, graissée à l'intérieur avant la coulée, et qui existe en un certain nombre de dimensions correspondant à des poids et à des formes variées de lingots.

Rien n'est plus aisé, quand le métal est refroidi, que de sortir un lingot de sa lingotière, le graissage préalable de celle-ci ayant empêché toute adhérence du contenu au contenant.

### L'Essayeur

Quand on a ainsi obtenu un lingot ou un saumon de métal précieux, on a une masse



LE CHAUFFAGE DES COUPELLES AU FOUR A MOUFLE

*Par ce portillon, qu'il ouvre de temps à autre, l'essayeur surveille la marche de l'opération et guette le phénomène de l'éclair, qui annonce sa fin.*

le creuset est introduit dans un four spécial et mis en plein feu. Mais, dès le début de l'opération, on additionne son contenu d'un « fondant » destiné, comme son nom l'indique, à faciliter la fusion. S'il s'agit de cendres de bijouterie, la fusion est précédée de l'opération du « grillage », qui consiste en un premier passage de la matière à feu nu, afin de la débarrasser de toutes les poussières organiques qu'elle contient. En ce cas, le fondant est constitué d'un mélange de carbonate de soude et de borax, préparé à l'avance en proportions déterminées. On met ensuite le creuset au four et on l'y laisse le temps nécessaire à l'opération.

La fusion terminée, le métal, à l'état liquide, est coulé dans une « lingotière », avec

d'alliage nouvelle, composée de métaux différents et, dans chaque métal, de parcelles à titres divers. Il s'agit donc d'évaluer le titre de ce lingot, c'est-à-dire de déterminer les quantités relatives d'or, d'argent, de cuivre et de platine qui forment l'alliage. C'est ici qu'intervient l'essayeur, technicien spécial peu connu du public, nanti d'un diplôme obtenu après examen et épreuves passées au laboratoire officiel de la Monnaie de Paris, et dont le titre exact est : « Essayeur du commerce diplômé de la Monnaie ».

Il va sans dire qu'avant d'être appelé à démontrer sa valeur technique et pratique, l'essayeur est l'objet, avant toute admission à l'examen, d'une enquête approfondie sur ses antécédents et sa vie privée. On exige très



justement de lui qu'à des références scientifiques complètes il joigne un inattaquable passé. Le tout constitue pour sa clientèle l'ensemble de garanties morales et professionnelles indispensables pour l'exercice d'une fonction extrêmement délicate.

Après avoir satisfait aux examens et essais au laboratoire officiel de la Monnaie, l'essayeur est appelé à choisir son *poinçon*, marque distinctive dont il frappe tous les lingots examinés par lui. Le poinçon porte le nom de l'essayeur, son titre et une devise ou une remarque personnelle : fleur, figure, animal, etc. L'apposition du poinçon est la signature de l'expertise, et la marque garantissant à l'acheteur et au vendeur du lingot poinçonné le résultat minutieusement contrôlé de l'opération.

Pour en terminer avec la personnalité de l'essayeur, disons qu'il exerce sa profession soit pour son propre compte (et alors il tient boutique et sa clientèle est constituée par les acheteurs et vendeurs de lingots), soit pour le compte d'un fondeur ou d'un acheteur en gros, chez lequel il est appointé.

#### Opérations de l'essayeur : coupellation

Comment opère l'essayeur pour obtenir le plus exactement possible le titre du lingot qui lui a été confié ?

S'il a affaire à un alliage or-argent-cuivre (le plus fréquent), il prélève des échantillons en détachant, à l'aide d'un coin, des parcelles du métal dans différentes parties du lingot. S'il s'agit d'une pièce de monnaie ou d'une médaille, il fait un minuscule prélèvement au centre et à la périphérie.

Quand il a ainsi obtenu un ou deux grammes de parcelles métalliques, il les pèse très exactement sur une petite balance spéciale, dite *trébuchet d'essayeur*. Il enrobe ensuite sa prise d'essai dans une feuille de plomb très mince, qu'il replie avec soin, puis il procède à l'opération de la *coupellation*.

Elle a pour but essentiel d'éliminer tous les métaux *non précieux*, le cuivre par exemple, entrant dans la composition de l'alliage.

La coupellation repose sur la propriété, bien connue de tous les chimistes, que possèdent les métaux précieux de ne pas être oxydables aux très hautes températures, tandis que les autres métaux donnent des produits d'oxydation qui s'éliminent automatiquement par le mode opératoire que voici :

La prise d'essai est placée dans un petit godet en os calciné appelé « coupelle ». On introduit la coupelle dans un four à moufle, en terre réfractaire, jusqu'à fusion complète de la prise d'essai. On constate que l'opération est terminée quand se produit le phénomène de l'*éclair*, c'est-à-dire quand la prise d'essai s'est transformée en un bain de métal ultra-brillant.

A ce moment, tous les métaux non précieux ont disparu. Ils

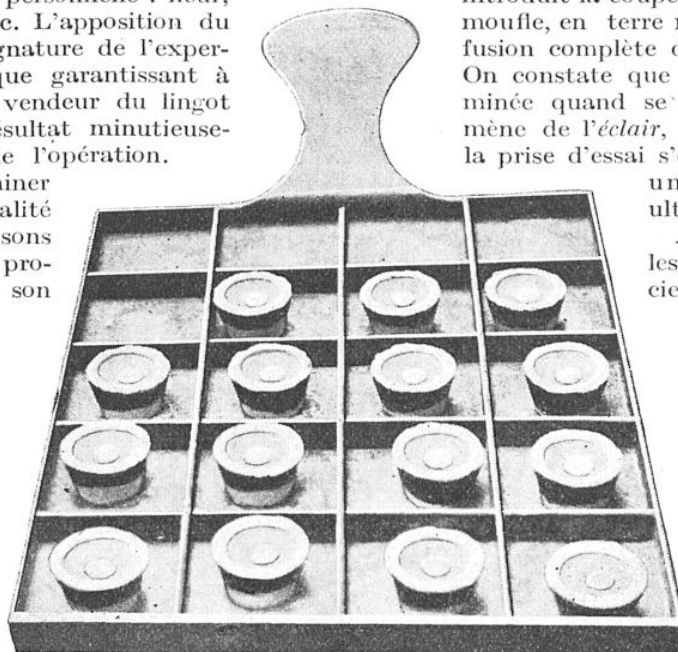
ont été transformés au feu en produits d'oxydation, qui ont été eux-mêmes absorbés par la matière de la coupelle, assistée dans son travail par la présence de la feuille de plomb enveloppant la prise d'essai. Ainsi, après refroidissement, l'essayeur a en

main une petite masse, ou un *bouton métallique*, qui ne contient plus que des métaux précieux.

Il s'agit maintenant de dissocier les métaux précieux composant l'alliage et de calculer exactement la quantité de chacun.

#### Séparation des métaux. Attaque aux acides

L'essayeur reprend alors le bouton métallique qu'il vient d'obtenir et le pèse. Puis il l'introduit dans un petit laminier spécial fonctionnant à la main. Quand il a obtenu une plaque soigneusement laminée, il en forme un petit cornet, qu'il jette dans un *matras d'essayeur*, sorte de ballon en verre, de forme allongée, et muni d'un long col. Il va pratiquer ensuite sur ce cornet ce que



UN CLASSEUR DE COUPELLES

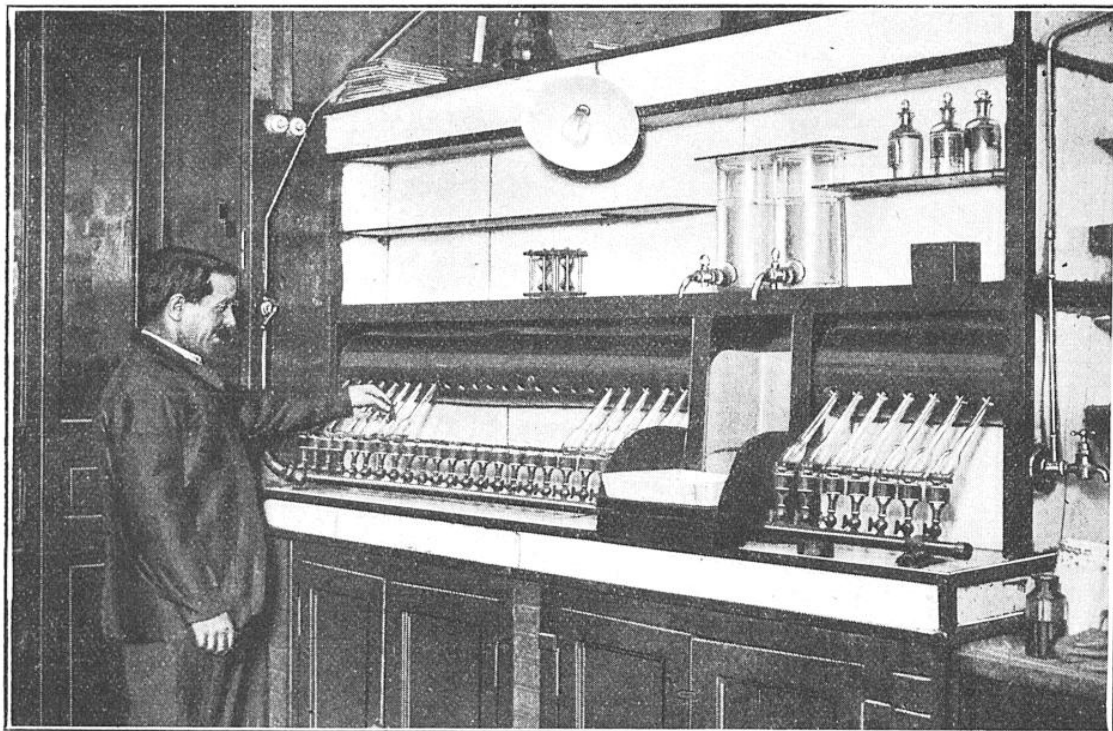
*Les impuretés sont passées dans le corps des coupelles, et l'on aperçoit, au centre de chacune d'elles, le « bouton métallique » qui ne contient plus que les métaux précieux.*



l'on appelle une attaque aux acides, pour éliminer les métaux précieux autre que l'or.

S'il s'agit d'un alliage or-argent, l'acide choisi sera l'acide nitrique, qui éliminera l'argent. Si, outre l'or et l'argent, il y a du platine dans le lingot, il commencera par une attaque à l'acide sulfurique pour éliminer l'argent en majeure partie. Puis il fera une seconde attaque à l'acide nitrique, qui aura

tuent à chaud, en pleine ébullition de la masse métallique. Les matras sont chauffés sur des grilles à gaz spéciales, appelées *grilles d'essayeur*. Elles y sont fixées dans une position inclinée, de façon à éviter les projections. Ce travail aux acides concentrés et bouillants est assez dangereux, quant aux dégagements de vapeurs, aux jets de métal et aux éclatements. Le laboratoire officiel de la Monnaie



L'ATTAQUE AUX ACIDES SUR LA GRILLE D'ESSEYEUR

Ce dispositif permet d'incliner les matras dans lesquels s'effectue l'attaque aux acides afin d'éviter les projections du liquide corrosif et d'en canaliser les vapeurs.

pour résultat d'éliminer jusqu'à la dernière trace le restant d'argent et le platine.

Mais il pourra se faire, à cette phase de l'opération, que le platine n'ait pas complètement disparu. Il s'élimine, en effet, sous l'influence de l'acide nitrique, mais seulement en présence d'une quantité d'argent déterminée. Dans le cas où cette quantité d'argent n'est plus suffisante, il faudra pratiquer la *réinquantation*. Cette opération consiste à réintroduire par fusion dans la masse métallique la quantité d'argent nécessaire pour rendre parfaits les résultats d'une dernière attaque à l'acide nitrique.

Ces attaques aux acides forment la partie la plus délicate de l'opération. Elles s'effec-

de Paris possède des installations excellentes, et qui ne laissent absolument rien à désirer au double point de vue de la ventilation et des dispositifs de sécurité.

#### Résultats de l'opération.

##### Usages commerciaux de l'essai

Toutes les opérations chimiques sont terminées. L'essayeur laisse refroidir ses appareils et en extrait finalement un petit cornet d'or fin. Il ne lui reste plus qu'à le laver soigneusement, le sécher et le peser. Le poids qu'il obtient lui donne la *teneur en or* de son échantillon, et, par un très simple calcul de proportions, le titre du lingot entier.

La *teneur en argent* est représentée par la



différence entre le poids du bouton métallique obtenu après expulsion des métaux non précieux de la prise d'essai et le poids du cornet composé d'or pur obtenu en dernier lieu par les procédés décrits plus haut.

Enfin, la teneur en cuivre ou en métaux divers autres que l'or est obtenue par la différence entre le poids du bouton métallique et celui de la prise d'essai initiale.

L'essayeur n'a pas encore terminé sa mission. Il lui reste à poinçonner le lingot essayé, de son poinçon personnel, et à délivrer à son client le résultat écrit de son analyse, comportant les teneurs des divers métaux contenus dans le lingot.

Un usage constant et universellement admis, mais qui paraît bizarre de prime abord aux non-initiés, veut que les résultats de l'expertise soient *majorés* très légèrement, si l'analyse est effectuée pour un *vendeur*. Ils sont, au contraire, diminués en très faible proportion si l'analyse doit être remise à un client qui est *acheteur*.

Cette pratique est due à un scrupule des techniciens, qui savent combien, en matière scientifique, les résultats des essais expérimentateurs sont sujets à caution. L'essayeur emploie sans doute des appareils de pesée de la plus haute perfection réalisée jusqu'à ce jour. Mais ces appareils sont encore loin de fournir l'indication exacte qu'exigerait la science. Il est donc juste que l'essayeur, obligé d'émettre un doute de principe sur la rigueur absolue de son résultat, en fasse bénéficier son client dans le sens le plus favorable à ses intérêts.

Mais, étant donné que, pour un même lingot, l'acheteur et le vendeur font effectuer, chacun de son côté, des essais par deux essayeurs différents, il peut arriver que l'écart entre les résultats indiqués soit trop grand pour permettre aux commerçants d'arriver à un accord. Dans ce cas, on a, le plus souvent, recours à l'arbitrage d'un essayeur de la Banque de France, qui concie-

lie tout le monde à l'amiable, et, s'il n'y peut arriver, reprend les opérations lui-même.

#### A la Monnaie de Paris. Traitement des métaux

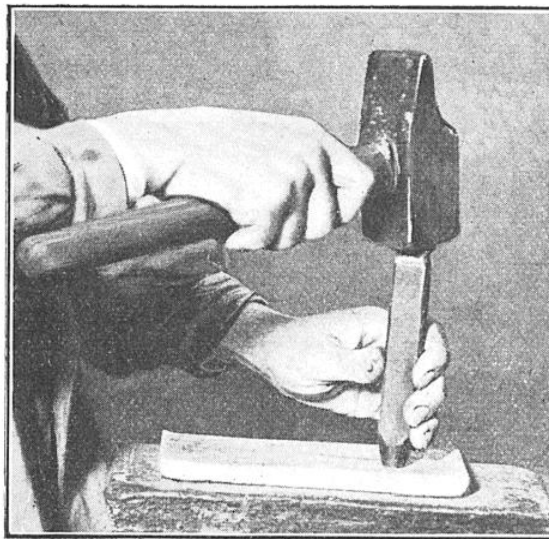
Il nous reste à exposer rapidement comment sont traités les métaux précieux lorsqu'ils sont destinés à la fabrication de la monnaie courante servant aux échanges.

En France, il y avait autrefois une dizaine de fabriques officielles, désignées sur les pièces par une lettre différente. Il n'y a plus maintenant que la Monnaie de Paris, qui a

le monopole absolu de la fabrication de la monnaie métallique, depuis le 1<sup>er</sup> janvier 1880 (Loi du 31 juillet 1879).

La Monnaie s'approvisionne par son *Bureau de Change*, qui achète les lingots, les monnaies étrangères, les bijoux et objets d'or et d'argent constituant les matières premières de sa fabrication.

Le premier travail est dévolu au laboratoire officiel de la Monnaie, dont les essayeurs sont chargés de contrôler les teneurs fournies d'abord par l'essayeur du vendeur de métal. Ce contrôle est effectué par deux



LE POINÇONNAGE DU LINGOT

*Pour l'essayeur, c'est une façon de poser sa signature et de prendre la responsabilité de l'essai qu'il vient d'effectuer.*

essayeurs officiels. Les conditions d'acceptation sont réglées avec rigueur. C'est ainsi que les lingots affinés, destinés au monnayage, ne sont acceptés de droit qu'au titre de 994 millièmes pour l'or, c'est-à-dire qu'ils doivent contenir 994 grammes d'or par kilo. Les bijoux d'or et d'argent ne sont reçus que s'ils portent le poinçon français.

Pour la fusion d'une masse métallique destinée à la frappe, on choisit une série de lingots à divers titres, de manière à obtenir au total le titre officiel exigé pour la monnaie envisagée, soit les 900/1.000<sup>mes</sup> pour l'or et les 835/1.000<sup>mes</sup> pour l'argent.

Ici, nous entrons dans la grosse fabrication. Il n'est pas rare que l'on fonde en une seule fois 300 kilos de métal. On a donc beaucoup mieux que le petit outillage du Marais. Les fusions s'opèrent dans des creusets de fer



ou d'argile plombaginée. Le métal est ensuite coulé dans des lingotières de forme spéciale qui donnent au démoulage des lames métalliques d'égales dimensions. Ces lames sont ensuite ébarbées soigneusement, puis soumises à une série de laminages et de cuissons qui les amènent finalement à la structure physique réglementaire, et à l'épaisseur exacte de la pièce de monnaie à frapper.

Pendant toute la durée de ces opérations, les essayeurs effectuent à plusieurs reprises des prélèvements sur la fusion et sur les lames, pour s'assurer de la bonne composition chimique de l'alliage, et en vérifier la teneur aux diverses phases du travail.

### Les flans

Les lames passent ensuite dans une machine à découper très perfectionnée, qui façonne à l'emporte-pièce ce qu'on appelle les *flans*, du module de la monnaie. Ces flans vont ensuite dans un autre appareil mécanique qui a pour mission de trancher exactement les bords de la pièce.

Mais les rondelles de métal ainsi obtenues et calibrées ont subi plusieurs laminages qui ont rendu le métal cassant, inconvénient grave pour une monnaie. On fait donc subir aux pièces une dernière cuisson qui leur redonne les qualités de résistance souple requises pour la circulation. Ensuite, on met les flans dans des tonneaux de cuivre ; on les recouvre d'oxyde de cuivre et l'on met en marche un dispositif mécanique qui agite le contenu des tonneaux, cependant qu'une solution aqueuse d'acide sulfurique chaud est versée sur la masse. Puis on lave le tout à l'eau chaude. Les flans sont ensuite tamisés et séchés dans la sciure de bois. On les essuie avec des étoffes — laine ou coton fort — puis on les réchauffe dans des marmites en cuivre et on les pèse un à un. Ceux dont le poids n'est pas réglementaire sont mis à l'écart. Il n'y a plus maintenant, pour transformer le flan en pièce, qu'à passer à l'opération de la *frappe*.

### La frappe

A la Monnaie de Paris, la frappe est faite d'un seul coup, par des machines très puissantes et très perfectionnées, dont les pièces

essentielle sont deux *coins* marchant l'un sur l'autre et se rejoignant sur le flan. Celui-ci est introduit par une glissière et le seul travail consiste, pour l'ouvrier, à passer les flans un à un dans la rigole d'entrée. La machine donne d'un seul coup les reliefs des deux faces et celui de la périphérie de la pièce.

On a prévu le cas où l'ouvrier oublierait ou n'aurait pas le temps de glisser un flan suivant la vitesse de rotation de la machine. Dans cette fâcheuse éventualité, les deux coins, travaillant toujours et tombant dans le vide, viendraient infailliblement s'écraser l'un contre l'autre. Mais un dispositif automatique ajouté à la machine arrête alors les coins à distance l'un de l'autre.

Telles sont les transformations des métaux précieux qui aboutissent à la naissance d'une pièce de 20 francs ou d'une *Semeuse* d'argent. On voit avec quels soins minutieux sont fabriquées ces rondelles qui concrétisent tant d'espoirs, de joies et de chagrins. On comprend quelles difficultés trouve le contrefacteur et quelles garanties la Monnaie, ses contrôles et son monopole fournissent au public.

Il est bon d'ajouter, avant de terminer, que, malgré les légendes émises, et trop facilement acceptées par les Français, qui les accréditent eux-mêmes hors de nos fron-

tières, le matériel mécanique, les installations techniques et les laboratoires de la Monnaie sont capables de supporter la comparaison avec ceux des meilleurs établissements du même genre, dans tous les pays du monde.

La supériorité d'exécution de la Monnaie de Paris est d'ailleurs reconnue à l'étranger.

Elle lui vaut la clientèle de nombreux Etats qui y font frapper régulièrement leurs pièces d'or et leur monnaie d'argent.

Il ne nous reste plus qu'à souhaiter le retour, le plus prompt et le plus complet possible, aux époques heureuses où circulaient seuls l'or et l'argent. Car aujourd'hui, en ouvrant son porte-monnaie, où voisinent de petits billets maculés ou déchirés avec d'étranges nouveautés fiduciaires, comme les timbres-poste, les tickets de Métro, les bons de caisse du boucher, etc., etc., on regrette plus que jamais notre belle et claire monnaie de France. JACQUES BOISSEAU.



TYPE D'EMPREINTE D'UN POINÇON D'ESSAYEUR, AGRANDIE AU DOUBLE

*Le poinçon de chaque essayeur porte une vignette qui lui est personnelle et qui est déposée à la Monnaie de Paris.*



# PLUS D'ACCIDENTS A CRAINDRE AVEC LES DÉMARREURS D'AVIONS

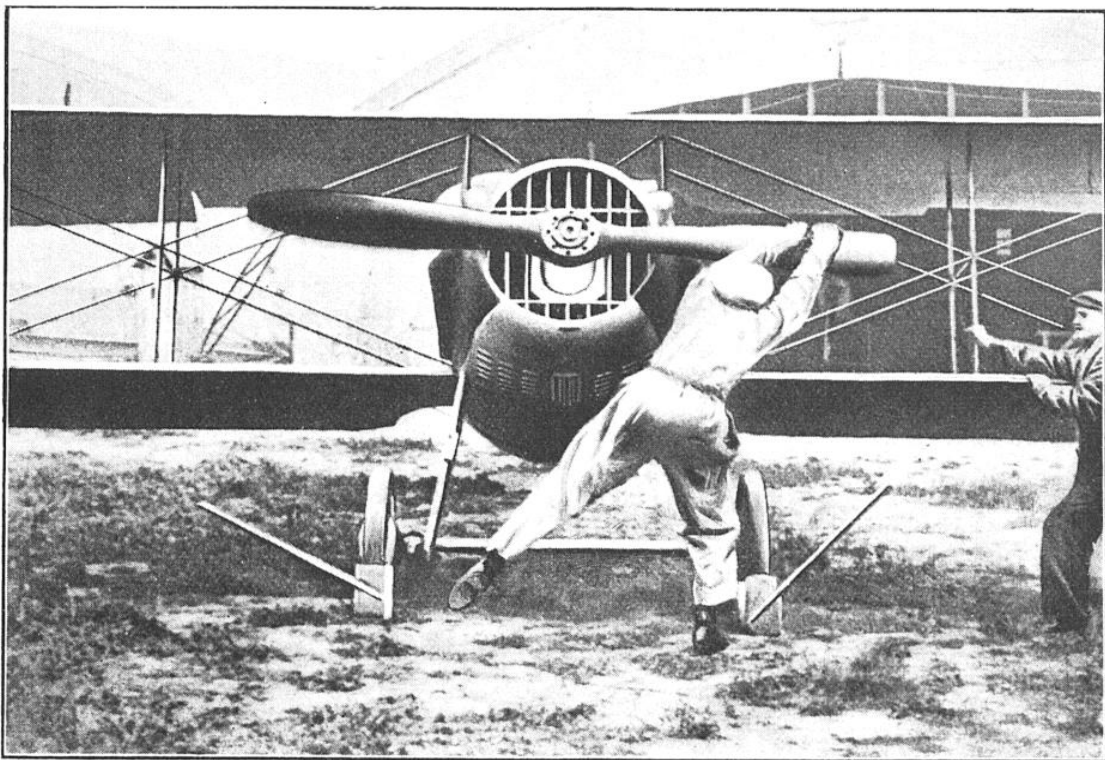
Par Georges HOUARD

**L**ORSQU'ON assiste à la mise en marche d'un moteur d'avion, on n'est pas sans se rendre compte du rôle pénible et dangereux qui est dévolu au mécanicien. Celui-ci saisit l'hélice avec les deux mains, et, en lui donnant une vigoureuse impulsion, s'efforce de provoquer le départ du moteur. Quatre fois sur cinq, le moteur n'obéit pas, et il faut recommencer l'opération jusqu'à ce qu'elle réussisse. Alors le moteur démarre brutalement, l'hélice tourne à toute vitesse, et le mécanicien doit s'effacer rapidement s'il ne veut pas être happé par les pales du propulseur. A de nombreuses reprises, le mécanicien ne s'est pas retiré aussi vite qu'il

l'aurait fallu et le malheureux, victime obscure des imperfections de l'aviation, a été affreusement déchiqueté par l'hélice.

Cet accident, qui, pendant la guerre, a causé la mort, sur le front français, de plus de 1.500 mécaniciens, — d'après les statistiques officielles — peut et doit être évité. Il suffit d'utiliser, pour la mise en marche des moteurs d'avions, des démarreurs automatiques.

La mise en marche par le mécanicien, outre le danger qu'elle présente, constitue toujours une manœuvre longue et délicate, et, de plus, elle est, en certains cas, presque irréalisable. En effet, si un hydravion, pourvu d'une hélice arrière, vient à *amerrir*, il lui est



LE LANCEMENT DES HÉLICES A LA MAIN EST EXTRÊMEMENT DANGEREUX

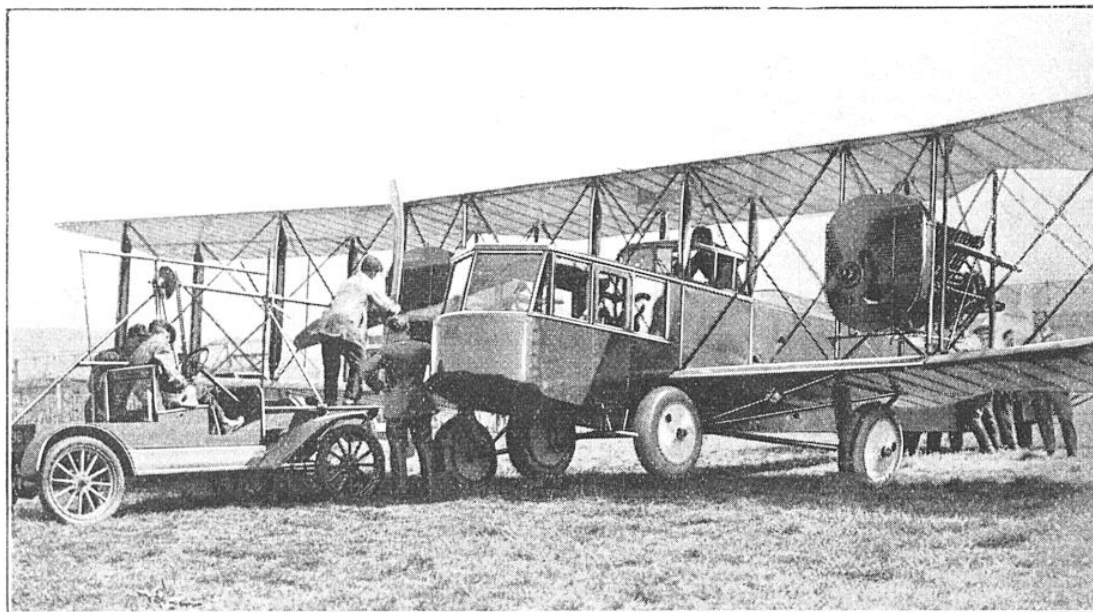
*Pendant la guerre, sur le seul front français, cette façon de procéder a causé la mort de 1.500 mécaniciens. L'emploi facile et sûr d'un démarreur automatique écarte, au contraire, tout risque d'accident.*

impossible de repartir si son moteur ne comporte pas un système de mise en marche pouvant être mû facilement, de son poste même, par le pilote. Enfin, ne serait-ce que pour des raisons de commodité, il est certain que tous les avions doivent être pourvus de la mise en marche automatique, aussi nécessaire à l'aviation que l'est, aujourd'hui, à l'automobile, le démarrage électrique.

La section technique de l'Aéronautique a, d'ailleurs, admis le fonctionnement régulier du démarreur sur les avions militaires.

à des moteurs de 100 chevaux et plus. L'usage, en aviation, de moteurs de plus en plus puissants, de l'ordre de 300 chevaux et même davantage, — on met au point, en Italie, un moteur d'avion de 700 chevaux — devait nécessairement amener promptement les constructeurs à trouver autre chose.

Pendant la guerre, on utilisa sur les aérodromes un appareil, qui est encore souvent employé en Angleterre, pour assurer le départ des moteurs. (La photographie d'un appareil de ce genre a déjà été publiée par *La Science*



MISE EN MARCHÉ DES MOTEURS PAR UNE AUTOMOBILE DE LANCEMENT

*L'arbre de la transmission attaque l'hélice par l'intermédiaire d'une sorte de griffe. L'hélice, entraînée par l'arbre, fait démarrer le moteur. Dès que celui-ci est parti, l'arbre est automatiquement rejeté en arrière.*

Il évite une perte de temps considérable et les accidents graves qui surviennent aux mécaniciens dans la mise en marche des moteurs puissants comme le 300 HP Hispano-Suiza, par exemple, qu'il est presque impossible de mettre en mouvement à la main.

D'ailleurs, la question n'est pas nouvelle, et déjà, plusieurs années avant la guerre, les avions Voisin étaient presque tous munis d'une manivelle permettant au pilote de repartir sans aucune assistance étrangère. Les premiers hydravions à fuselage-coque reçurent également un dispositif analogue.

Mais l'emploi de ce dispositif présente des inconvénients ; la mise en marche par la manivelle, assez dure déjà pour des moteurs de faible puissance, devient pénible et même absolument impossible lorsqu'elle s'applique

et la Vie, en Novembre 1919, page 549). C'est un châssis d'automobile sur lequel est montée une transmission servant à lancer l'hélice. On amène le châssis devant l'avion de façon à ce que l'arbre de la transmission attaque l'hélice par l'intermédiaire d'une sorte de griffe. On met en marche le moteur de l'automobile ; l'hélice, entraînée par l'arbre, fait démarrer, à son tour, le moteur de l'avion et dès que celui-ci est parti, l'arbre de la transmission est automatiquement rejeté en arrière. L'inconvénient du système est qu'il est lourd et coûteux ; de plus, il n'est utilisable que sur un aérodrome et n'apporte aucun secours à l'aviateur qui, après avoir atterri en pleine campagne, veut repartir par ses propres moyens. De plus, il a le gros défaut de ne pas lancer



le moteur avec une énergie suffisante et d'exiger une manœuvre beaucoup trop longue. Enfin, il présente, dans son fonctionnement, un inconvénient assez grave : comme l'hélice tourne à moins de 100 tours, il est impossible de mettre de l'avance à l'allumage. Or, bien des moteurs ne partent pas sans avance parce que les segments et les soupapes ne sont pas étanches à froid et qu'il ne reste plus de gaz lorsque le piston est en haut. Alors, le pilote, impatienté, met un peu d'avance ; le moteur part en retour et, mathématiquement, il faut qu'une pièce quelconque casse.

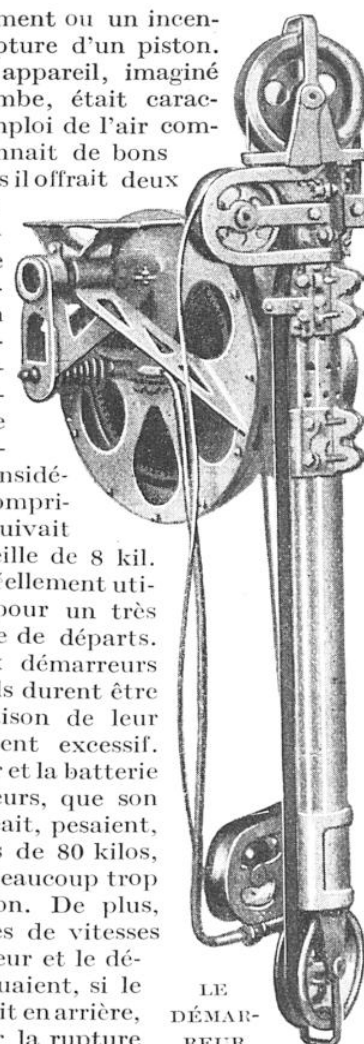
On a donc cherché un appareil plus portable et répondant mieux aux conditions du problème. On a songé, dans ce but, à employer pour le départ un carburant beaucoup plus énergique que l'essence, afin de vaincre l'inertie du moteur. C'est ainsi que le démarreur Brizon consiste à envoyer de l'acétylène dans les cylindres et à enflammer ce gaz au moyen d'une magnéto spéciale de départ. Cette dernière constituait une complication et une nouvelle source d'ennuis. De plus, l'emploi de l'acétylène donne un départ extrêmement brutal et amène beaucoup

trop fréquemment ou un incendie ou la rupture d'un piston.

Un autre appareil, imaginé par M. Letombe, était caractérisé par l'emploi de l'air comprimé. Il donnait de bons résultats, mais il offrait deux inconvénients : celui d'entraîner parfois de l'eau de condensation dans l'entourage des bougies et de provoquer une consommation assez considérable d'air comprimé. Il s'ensuivait qu'une bouteille de 8 kil. 500 n'était réellement utilisable que pour un très petit nombre de départs.

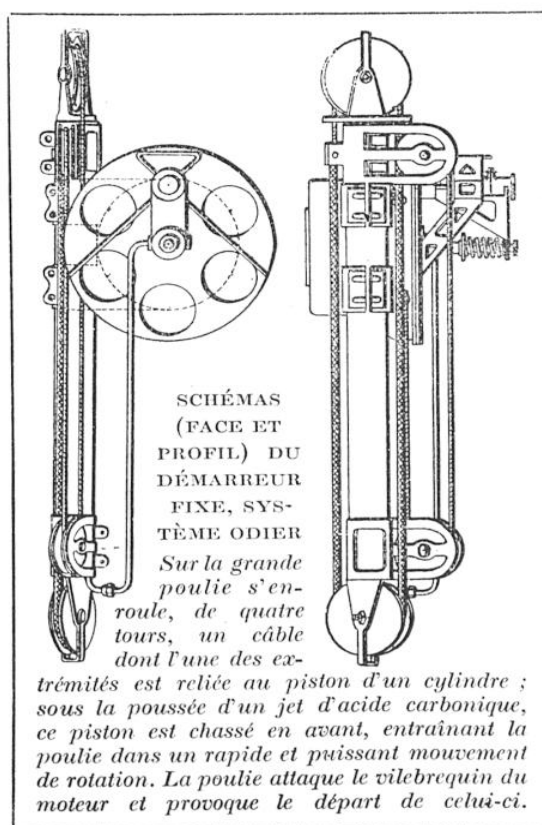
Quant aux démarreurs électriques, ils durent être rejetés en raison de leur poids vraiment excessif. Le démarreur et la batterie d'accumulateurs, que son emploi exigeait, pesaient, en effet, près de 80 kilos, c'est-à-dire beaucoup trop pour un avion. De plus, les différences de vitesses entre le moteur et le démarreur risquaient, si le moteur partait en arrière, de provoquer la rupture de quelques pièces. Grâce à un réducteur, la vitesse du démarreur, qui était de 3.000 tours, n'entraînait le moteur qu'à 40 tours ; mais si le moteur partait lui-même en arrière, à la vitesse de 400 tours, celle du démarreur atteignait 30.000 tours, c'est-à-dire une vitesse à laquelle aucun des organes n'aurait pu résister.

Toutes ces considérations ont amené un ingénieur, qui est aussi un pilote de la première heure, M. Odier, à concevoir un démarreur d'avion, à acide carbonique, qui paraît remédier, d'une façon particulièrement heureuse, aux divers inconvénients des appareils précédents.



LE DÉMARREUR D'AVIONS DE L'INGÉNIEUR ODIER (SYSTÈME FIXE)

Cet appareil est actionné par une bouteille d'acide carbonique. Il est fixé à demeure sur l'aéropiane et, grâce à lui, le pilote, sans bouger de son siège, peut très facilement remettre en marche le moteur de l'avion.

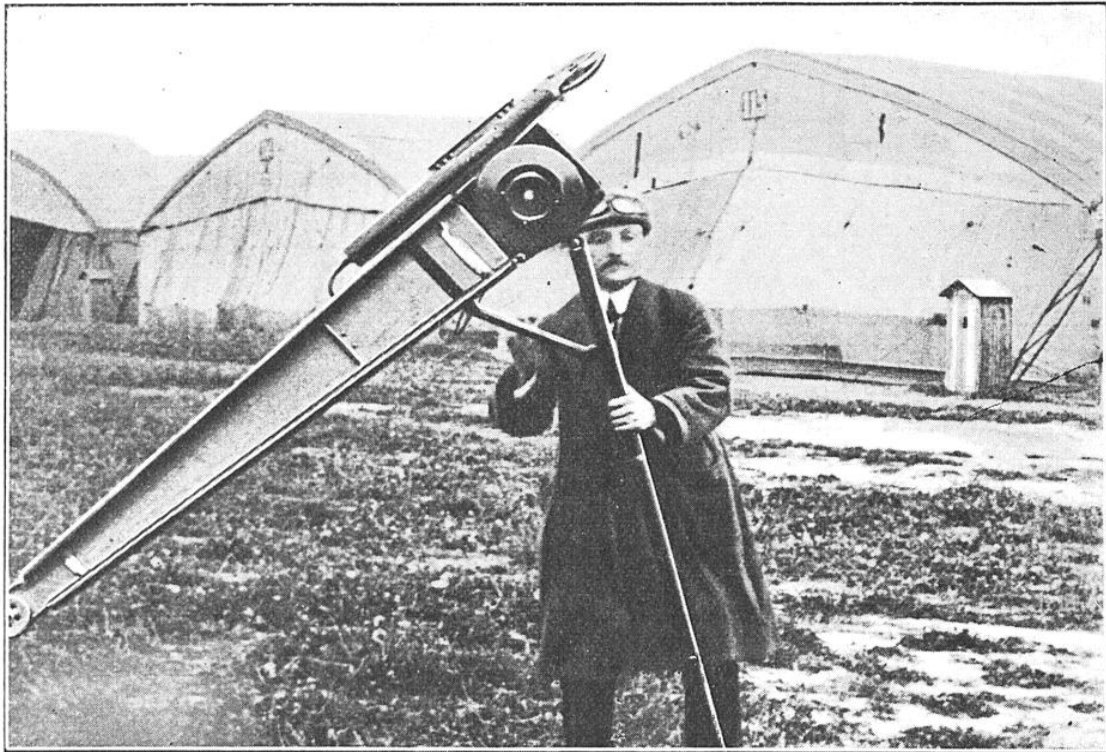


SCHÉMAS (FACE ET PROFIL) DU DÉMARREUR FIXE, SYSTÈME ODIER

Sur la grande poulie s'enroule, de quatre tours, un câble dont l'une des ex-

trémités est reliée au piston d'un cylindre ; sous la poussée d'un jet d'acide carbonique, ce piston est chassé en avant, entraînant la poulie dans un rapide et puissant mouvement de rotation. La poulie attaque le vilebrequin du moteur et provoque le départ de celui-ci.





#### DÉMARREUR AMOVIBLE FONCTIONNANT A L'ACIDE CARBONIQUE

*Cet appareil est basé sur le même principe que le démarreur fixe. Il est utilisé, sur les aérodromes, pour la mise en marche des moteurs d'avions, et son emploi est si facile qu'un mécanicien de quinze ans a pu assurer le départ de six aéroplanes en sept minutes.*

M. Odier a réalisé le dispositif qu'il a imaginé en deux types différents : le premier, particulièrement destiné aux hydravions, est monté à demeure sur l'aéroplane ; le second, amovible, remplace avantageusement sur les aérodromes l'encombrante automobile de lancement, dont nous avons parlé plus haut. C'est cet appareil que les lecteurs de *La Science et la Vie* ont déjà pu voir à la page 241 du n° 52 (septembre 1920).

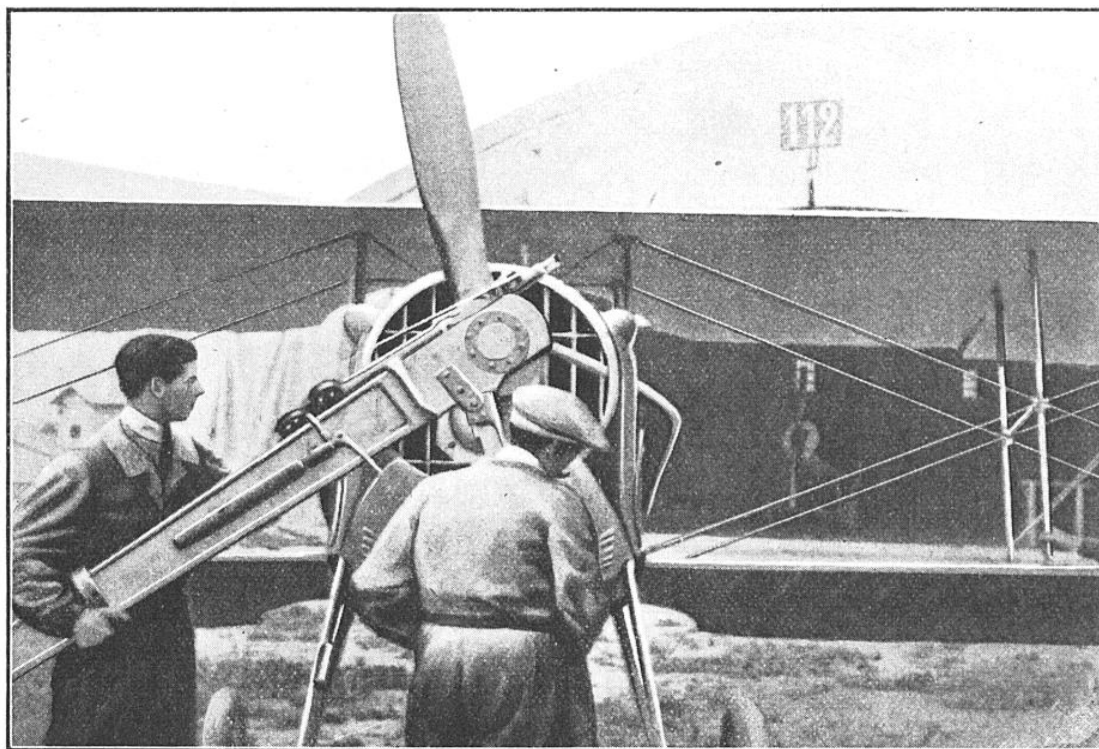
C'est l'appareil fixe qui, le premier, fut établi et appliqué. Il se compose essentiellement d'un cylindre dans lequel glisse un piston ; ce piston, en se déplaçant sous la pression d'un jet d'acide carbonique, pousse une petite poulie sur laquelle passe un câble. L'une des extrémités de ce câble est attachée en un point fixe du démarreur, tandis que le brin libre s'enroule de quatre tours sur une grande poulie en acier. Une fois enroulé sur cette poulie, le câble est solidement amarré à un sandow de rappel dont l'extrémité opposée est attachée en un point fixe de l'appareil. C'est la grande poulie en acier qui, par l'intermédiaire d'une noix à dents de

loup, entraîne le vilebrequin du moteur.

Le piston est mis en marche au moyen d'un dispositif dit « coup de poing », lequel libère une certaine quantité d'acide carbonique contenu dans une petite bouteille pesant un kilo. Le piston étant chassé en avant, la poulie sur laquelle passe le câble est poussée également en avant, ce qui provoque une traction progressive mais énergique sur le câble et, par conséquent, la rotation de la grande poulie autour de laquelle le câble, formant-mouffle, est enroulé sur quatre tours. La rotation de cette poulie est transmise à son tour, par la noix à dents de loup, au vilebrequin du moteur de l'appareil.

C'est le frottement du câble sur la grande poulie qui détermine l'entraînement du vilebrequin et, par conséquent, le départ du moteur. Quand le piston est ramené à fond de course par un retour du moteur, le câble cesse donc d'être tendu et le frottement qu'il exerçait sur la poulie d'entraînement est annulé. Par conséquent, cette poulie peut tourner en arrière sans aucun inconvénient pour le démarreur. C'est un des avantages





LANCEMENT D'UNE HÉLICE AU MOYEN DU DÉMARREUR AMOVIBLE

*Il suffit de présenter cet appareil devant l'hélice, puis d'appuyer sur un levier pour provoquer la rotation du propulseur et, par suite, le départ du moteur. Dès que celui-ci est en marche, la liaison entre le démarreur et l'hélice cesse aussitôt, et on enlève l'appareil.*

appréciables du système. Tout l'ensemble pèse environ 10 kilos et permet à un homme seul de lancer, sans effort et sans danger, les moteurs les plus puissants.

Dans l'aviation maritime, il a fait ses preuves et un des hydravions bi-moteurs qui font le service entre Nice et Calvi ayant été, un jour, obligé d'amerrir sept fois, par une mer démontée, le pilote réussit à chaque reprise, à remettre ses moteurs en marche, grâce à son démarreur automatique.

Ce démarreur est monté directement sur le moteur, tandis que ses commandes sont placées à portée du pilote. La bouteille d'acide carbonique, employée couramment, permet d'assurer cinq départs. Sur les grands appareils, on peut également utiliser une bouteille d'air comprimé chargée à 150 kilos de pression, et réussir, quarante départs.

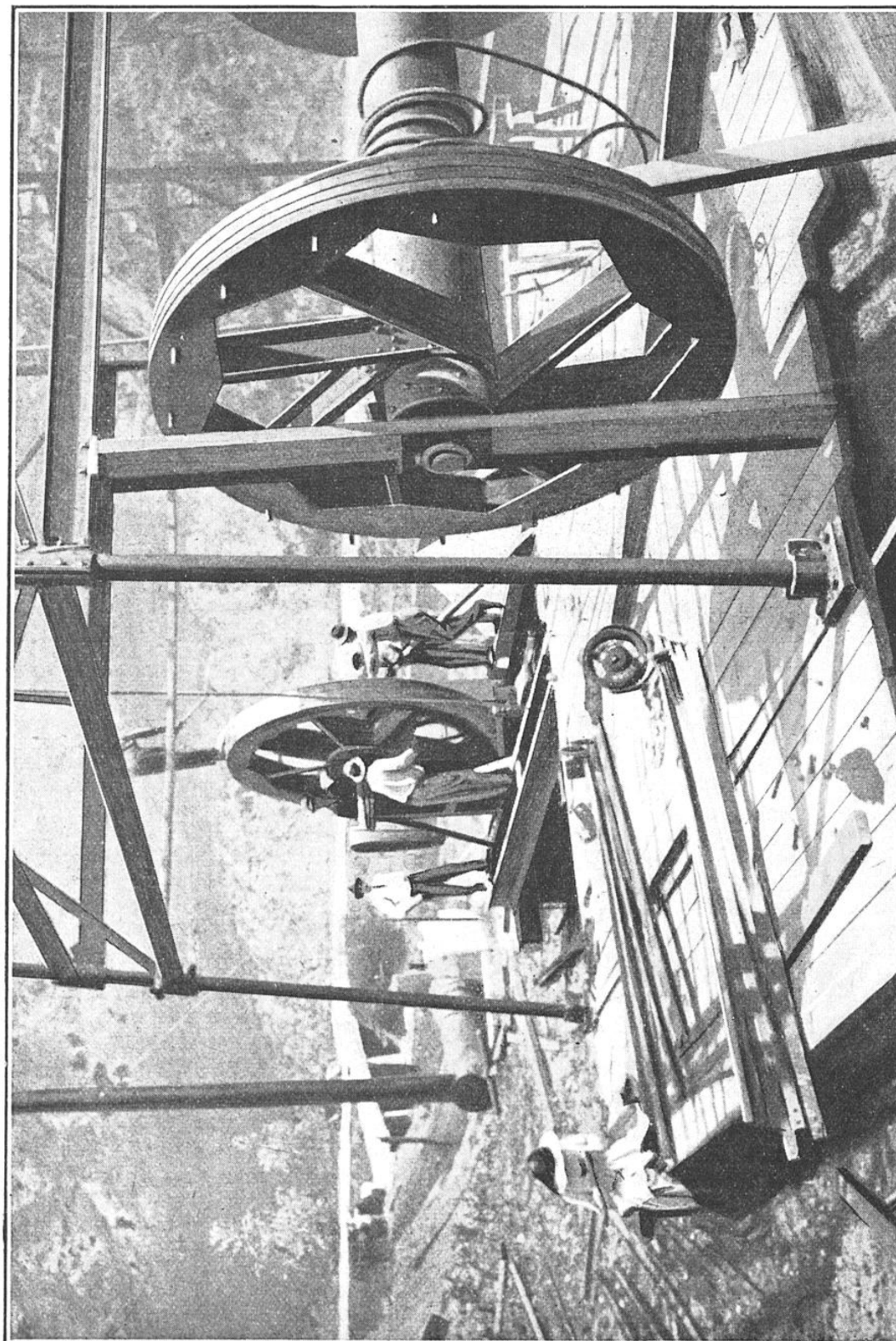
Le démarreur amovible de M. Odier diffère du précédent en ce sens qu'il ne commande pas directement le vilebrequin du moteur, mais l'hélice. Le principe en est le même.

L'hélice de l'avion est pourvue d'une griffe maintenue au centre du propulseur par les

quatre boulons de serrage. De son côté, la poulie d'entraînement du démarreur est montée sur un petit arbre portant un renflement sur lequel sont fixés quatre ergots. Ce sont ces ergots métalliques qui viennent s'accrocher dans la griffe de l'hélice.

Le cylindre du démarreur est fixé sur un arc-boutant en bois, qui se place obliquement devant l'avion ; un pied télescopique vertical, réglable à la main, permet de maintenir l'appareil en place sans que le mécanicien ait à le soutenir. On présente le démarreur devant l'hélice et, en appuyant sur un levier, on envoie de l'acide carbonique dans le cylindre. Le piston est lancé en avant, et la poulie à gorge, entraînée comme nous l'avons exposé plus haut, effectue une rotation très énergique et très rapide de deux tours. L'hélice suit le mouvement et se trouve lancée avec force ; le moteur part et les griffes d'entraînement repoussent légèrement le démarreur qui se trouve ainsi libéré. On n'a plus qu'à le déplacer pour laisser l'avion prendre son vol. Le poids du démarreur amovible est d'une vingtaine de kilos. G. HOUARD.





INSTALLATION D'UN TREUIL DE SONDAGE POUR L'EXPLORATION SOUTERRAINE D'UN TERRAIN PÉTROLIFÈRE EN ALGÉRIE



# LE PÉTROLE ALGÉRIEN VIENDRA BIENTOT A NOTRE SECOURS

Par François GAUDOUIN

MÉCANICIEN-INSPECTEUR DE LA MARINE

**A**u moment où une politique du pétrole s'impose impérieusement à toutes les puissances, grandes et petites, des divers continents, il est intéressant d'examiner en détail les ressources dont la France peut espérer pouvoir faire état un jour pour s'affranchir, au moins partiellement, de la tutelle onéreuse des rois actuels du pétrole.

Si l'on met à part le gisement alsacien de Pechelbronn, qui a été minutieusement étudié dans *La Science et la Vie* (n° 44, page 531), la France vit toujours d'espoir en ce qui concerne ses ressources pétrolières.

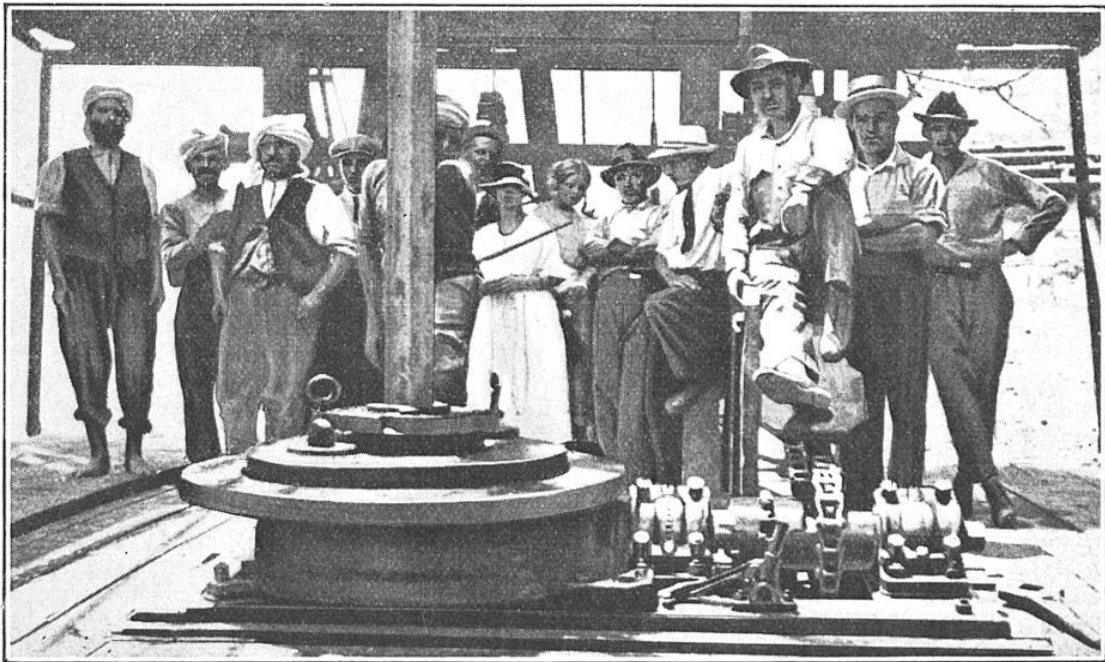
Peut-être verrons-nous un jour jaillir du sol français, en Auvergne, dans la Limagne, dans les Cévennes ou ailleurs, des fontaines de pétrole aussi abondantes que celles des Monts Appalaches, aux États-Unis.

Jusqu'ici, il semble que l'on puisse dire

que si la France doit devenir, dans un avenir prochain, une puissance productrice de pétrole, c'est plutôt aux ressources de son domaine colonial africain qu'à son propre sol qu'elle devra cet heureux changement.

Le Maroc s'organise et nous réserve sans doute à cet égard d'agréables surprises : mais, actuellement, c'est en Algérie que se manifeste une activité dont les résultats peuvent être considérés comme devant être, à bref délai, extrêmement favorables.

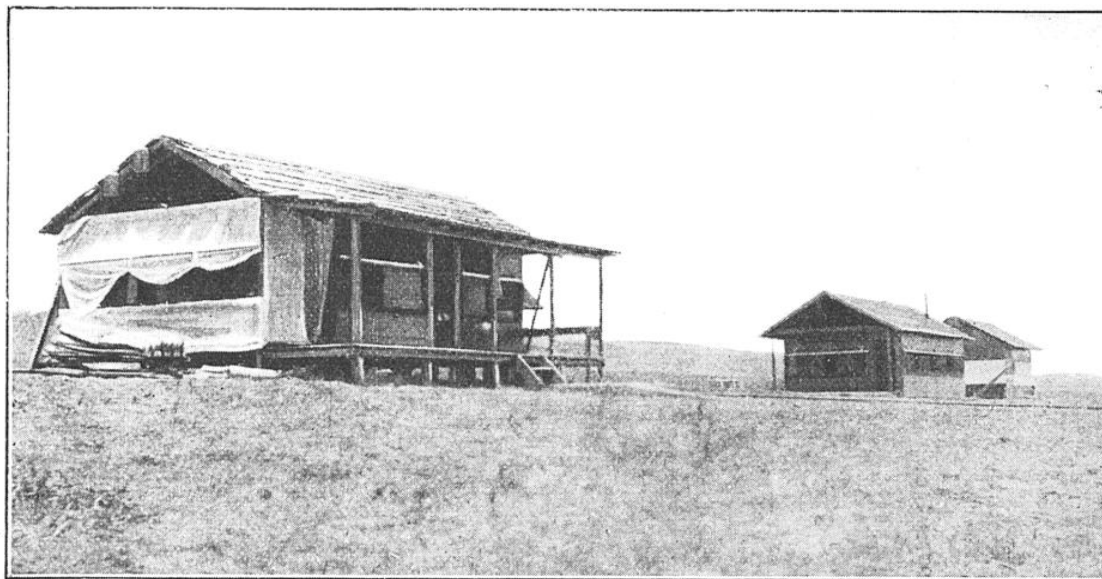
Les problèmes relatifs à l'existence et au mode d'exploitation des pétroles algériens ne sont pas nés d'hier, car les Romains utilisaient déjà, pendant leur occupation de l'Afrique du Nord, les sous-produits du pétrole qui suintaient à la surface du sol, dans une partie des territoires qui constituent aujourd'hui la province d'Oran.



A DROITE : UNE ÉQUIPE DE SONDEURS AMÉRICAINS OPÉRANT EN ALGÉRIE ; A GAUCHE : LES OUVRIERS INDIGÈNES QUI LES ASSISTENT DANS LEUR TRAVAIL

La bourgade d'Aïn-Zeft (source noire) a été ainsi dénommée par les Arabes à cause des exsudations de bitume et de pétrole que l'on y observe vers l'embouchure de la Macta. La surface de la Méditerranée est quelquefois recouverte, par temps calme, d'irrisations dues à la présence d'une mince couche de pétrole. On sait que les pirates barbaresques venaient, autrefois, réparer et calfater leurs barques au moyen de bitume qu'ils recueillaient au cap Ivi, près de l'embouchure du petit fleuve côtier le Chélif.

plus ou moins de succès, dans la même région située au nord du Chélif, par des groupements français ou anglais. Le plus connu de ces derniers est le groupe Pearson, dont il a été très fréquemment question depuis 1912 et qui, désireux d'obtenir une concession du gouvernement français, s'est successivement transformé en Société co-intéressée des Pétroles algériens, au capital de dix millions de francs, puis en Société d'Études, de Recherches et d'Exploitation des pétroles en Algérie, au capital de vingt millions.



BARAQUEMENTS DU PERSONNEL TECHNIQUE CHARGÉ D'UN SONDAGE

*Le séjour dans le bled, dépourvu d'eau et de toute végétation autre qu'une herbe courte et desséchée, doit être rendu supportable pour le personnel des recherches qui n'est point acclimaté. A cet effet, on édifie à proximité des terrains pétrolifères des maisons en bois surélevées et bien aérées.*

Là sont en effet situés les deux principaux districts de la province d'Oran où ont été entreprises, depuis 1877, par des procédés perfectionnés, des recherches de pétrole, soit entre la Méditerranée, l'Hillil, le Chélif et la Mina, soit au sud des vallées de ces deux derniers cours d'eau.

A Aïn-Zeft, qui fait partie du premier groupe, une tranchée faite en 1884, à l'endroit dit le *Vieux Jardin*, a permis de recueillir 56 tonnes de pétrole brut. Après une série de prospections qui fournirent du bitume et du gaz, un puits, foré à 416 mètres de profondeur, donna, à partir du 26 juin 1895, 20 tonnes de pétrole par jour, puis 6 tonnes par jour au bout de six mois ; le débit alla ensuite en diminuant jusqu'à une tonne.

D'autres puits furent ensuite forés, avec

C'est dans la région qui s'étend au sud de Chélif, de la Mina et de l'Hillil, que sont situés les deux districts de Tliouanet et de Relizane, où de nombreux sondages ont été effectués par des prospecteurs appartenant à diverses nationalités. Des résultats intéressants ont été obtenus par la Société des Pétroles de Tliouanet, dont le sondage Nehma n° 3 a rencontré le pétrole le 6 juin 1916, dans les marnes grises, à 109 mètres de profondeur. Un pompage intensif, pendant trois jours, donna 25 tonnes de pétrole. Le pompage, effectué à 127 mètres de profondeur, accusa une production de 7 tonnes par jour qu'il était impossible d'évacuer au moyen de charrettes. Le débit était limité à 4 tonnes par jour parce que la Société n'avait pas l'autorisation d'effectuer des installations



industrielles en vue de l'emmagasinage et de la distillation du pétrole brut. Depuis le 28 décembre 1914 jusqu'au 1<sup>er</sup> mars 1917, la Société des Pétroles de Tliouanet a extrait 23.30 tonnes de pétrole qui ont été vendues à raison de 150 fr. la tonne.

En 1914, un prospecteur, M. Maconochie, avait effectué, au même endroit, à travers des bancs de grès, le sondage Nehma 1, de 157 mètres de profondeur, qui avait donné lieu à un fort jaillissement de pétrole. Vers la fin de 1914, M. Maconochie avait cédé ses droits à une société anglaise dénommée The Algerian Consolidated Oil Estates Ltd, à laquelle la Société des Pétroles de Tliouanet se substitua en mai 1916. Le pompage régulier de ce puits donna environ 3 tonnes de pétrole brut par jour jusqu'à la fin de l'année 1916.

On rencontre de nombreuses difficultés dans l'établissement de la validité des droits, très fractionnés, des sociétés et des particuliers à propos de la demande en concession adressée, le 9 août 1915, par la The Algerian Consolidated Oil Estates, dont le siège est à Londres. La Société de Tliouanet a repris un peu plus tard la suite de cette demande.

Les terrains de cette région sont disloqués et brouillés, ce qui rend relativement difficile

le choix des emplacements des sondages.

Il faut que le choix du périmètre d'une concession corresponde aux nécessités d'une exploitation rationnelle ultérieure. Les conditions à réunir sont les suivantes :

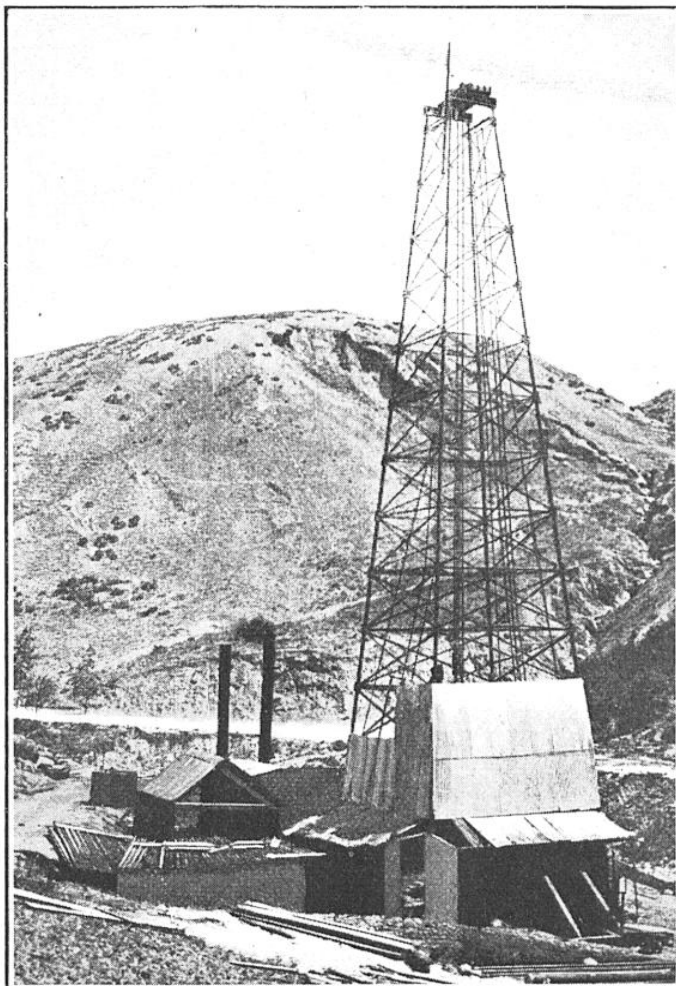
1<sup>o</sup> Assurer à l'exploitant la possibilité d'amener le pétrole extrait des sondages jusqu'à une route se prêtant à de lourds charrois;

2<sup>o</sup> Donner la facilité d'établir, en aval de la zone pétrolifère, des bassins de retenue pour les eaux salées que les sondes rejettent fréquemment avec abondance et que l'on ne peut, sans inconvénient pour la culture, laisser s'épancher librement dans les vallées;

3<sup>o</sup> Permettre l'établissement de *pipe lines* allant des puits vers une route carrossable ou à un port de mer.

Le pétrole inclus dans une couche de l'écorce terrestre peut être considéré comme une masse liquide sous pression imprégnant un milieu poreux et satu-

rée de gaz. Tout sondage qui perce les terrains imperméables supérieurs met cette masse liquide en communication avec l'atmosphère. Le pétrole monte aussitôt dans le puits et s'y maintient à un niveau constant qui est le même pour tous les puits qui viennent à être forés dans la même couche. La colonne d'hydrocarbure liquide qui s'élève



ENSEMBLE DES INSTALLATIONS SERVANT A FORER UN TROU DE SONDE POUR LA RECHERCHE DU PETROLE

*Ces bâtiments en planches et en tôle ondulée abritent un moteur à vapeur d'une vingtaine de chevaux et sa chaudière ; une pompe rotative actionnée par une petite turbine à vapeur et une turbodynamo servant pour l'éclairage pendant les travaux de nuit.*



dans le puits mesure en colonne de pétrole la pression de la couche et équilibre cette pression. Quand, par un pompage, on vient à faire baisser ce niveau, il y a rupture d'équilibre et le pétrole afflue des profondeurs de la couche vers le puits pour le rétablir avec une vitesse plus ou moins grande. La porosité des couches est importante.

La Société de Tliouanet a foré, à M'Silah et à Medjillah, une série de sondages et de puits à grande profondeur (119 mètres à 314 mètres) dont plusieurs ont été productifs et ont fourni 4.350 tonnes de pétrole, de 1915 à 1918. Ce pétrole, dont la densité est de 0,815, donne à la distillation les résultats suivants : 0,203 d'essence (densité 0,710) ; 0,234 de pétrole de luxe (densité 0,801) ; 0,278 de pétrole ordinaire (densité 0,818) ; 0,226 d'huile lourde riche en paraffine (densité 0,857), et enfin 0,032 de coke résiduel.

Comme la plupart des gîtes de pétrole connus, celui de Tliouanet est situé dans des terrains tertiaires. Dans les forages de M'Silah, la couche supérieure protectrice est constituée par des marnes. Les horizons pétrolifères se rencontrent dans des grès ou dans des sables qui se trouvent soit intercalés dans des marnes, soit à leur base.

D'autre part, la Société anglaise S. Pearson

& Son Ltd a fait, pendant plusieurs années, des études et des investigations minutieuses dans la province d'Oran, à Misserghine, Orléansville, entre la mer et les vallées du Chélif et de l'Hillil, sur une superficie de

750.000 hectares environ.

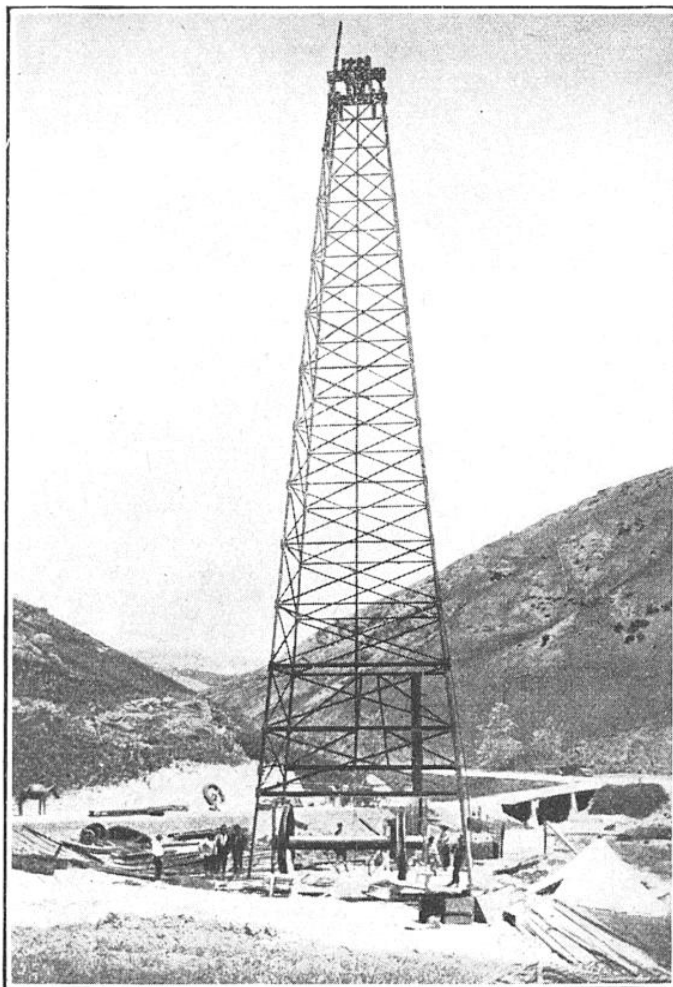
Les meilleures couches sont celles de gros sable, qui arrivent à présenter de 20 à 30 % de vide ; le pétrole y circule d'autant plus facilement qu'il arrive, en entraînant le sable, à créer un véritable réseau de canaux, qui favorisent beaucoup son acheminement rapide.

A Tliouanet, le pétrole paraît se trouver dans des couches de grès marneux, micacé ou glauconieux, de porosité médiocre, ce qui explique le faible débit des sondages.

La viscosité est la résistance qu'offrent les plus petites particules d'un corps à glisser les unes sur les autres ; c'est le coefficient de frottement intérieur. La viscosité des pétroles se mesure en com-

parant leur vitesse d'écoulement avec celle de l'eau ou de l'huile de colza bien épurée. Les pétroles de Tliouanet sont plus fluides que l'eau, circonstance qui compense, en partie, le défaut de porosité du terrain.

Le gaz est dissous dans le pétrole à la faveur de la pression ; il s'en dégage quand celle-ci baisse. En outre du gaz dissous, il



VUE D'UN DERRICK MÉTALLIQUE DANS UN TERRAIN PÉTROLIFÈRE ALGÉRIEN

*Ces derricks, formés de tubes en acier aplatis à leurs extrémités et boulonnés, dont la hauteur atteint 35 mètres, servent à la manœuvre des trépons, cuillers, tubes et autres outils ou accessoires de sondage.*



peut exister dans les nappes pétrolifères une quantité importante de gaz à l'état libre.

Le gaz est un facteur puissant de débit. Toute dépression dans la couche provoque son dégagement du pétrole, tandis que celui-ci chemine vers le puits. Ce gaz naissant se trouve mélangé, à l'état d'émulsion intime, avec le pétrole ; un tel mélange éprouve de la part de la couche dans laquelle il circule une résistance au mouvement beaucoup plus faible que le pétrole seul, surtout s'il s'agit de pétrole visqueux.

Lorsque le gaz est en grande quantité, dans une couche pétrolifère, il produit dans les sondages des jaillissements, des éruptions. Le mécanisme de ces éruptions, qu'une brusque dépression suffit à produire, est analogue à celui qui provoque le jaillissement du champagne d'une bouteille brusquement ouverte.

Le gaz est le facteur de débit le plus important, pour les pétroles visqueux, dont l'extraction serait impossible sans le gaz qu'ils contiennent, tant est grande la résistance qu'ils éprouvent à circuler dans les pores des couches.

Étant donné un puits, on peut régler son extraction de différentes façons, mais, en tous cas, son débit baisse toujours plus ou moins rapidement et il arrive un moment où il devient assez faible pour que le coût de l'extraction dépasse la valeur du produit extrait ; on dit alors qu'il est épuisé. -

Ceci ne veut pas dire que l'on a extrait

tout le pétrole de la couche, car souvent on en laisse plus que l'on en a retiré.

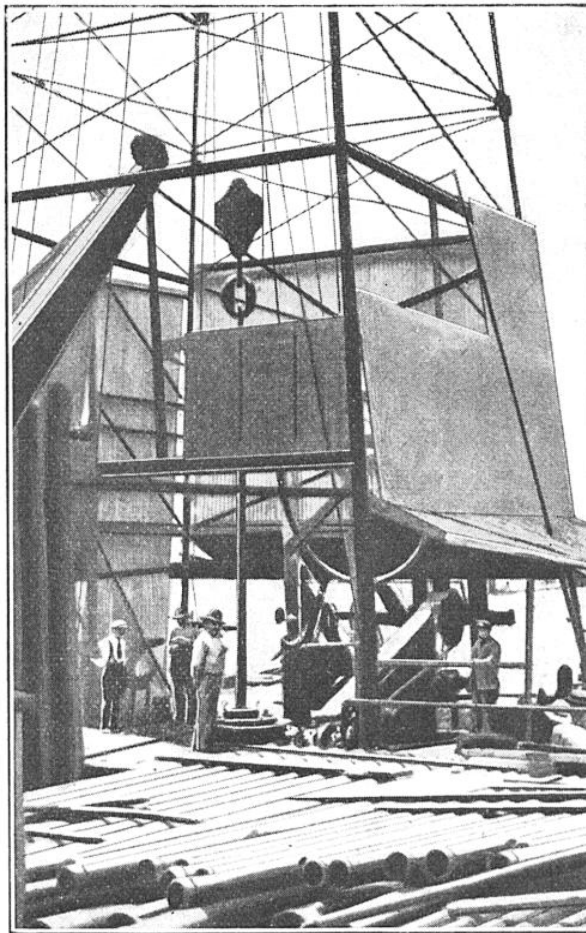
Une compagnie s'est assurée les droits antérieurs des sociétés anglaises ayant déjà effectué des sondages dans le voisinage d'Aïn Zeft, de Ben-Hacel, de Mazouna, etc. (Carte p. 319).

Le périmètre de concession, situé au nord des vallées du Chécliff et de l'Hillil, s'étend de Perrégaux à Warnier, au nord d'Orléansville, suivant une bande sinueuse mesurant de 2 à 10 kilomètres de largeur et 130 kilomètres de longueur, dans une région montagneuse et très accidentée.

Les travaux de la Société Pearson (1912-1919) ont consisté à étudier la région que nous avons indiquée plus haut en observant la flore, les suintements de pétrole, la nature du sol, la direction des couches du sous-sol, en relevant les courbes du niveau et en traçant les couches dans le sous-sol. On a déterminé la position des plissements de terrains — dits anticlinaux — et on a fixé la position présumée de divers dômes formés par les couches supposées intéressantes afin d'y pratiquer des sondages.

Ces études, poursuivies méthodiquement pour obtenir une connaissance géologique aussi complète que possible de la région, ont permis d'entreprendre simultanément, et sans tâtonnements, plusieurs sondages d'exploitation de très grande importance.

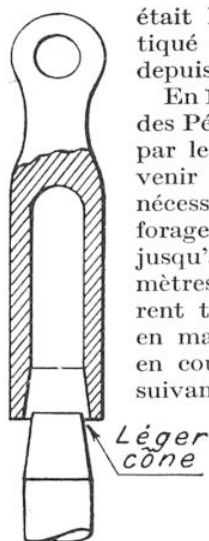
En 1914, la Société Pearson fit commencer, à une profondeur de quelques centaines de mètres, son premier sondage d'essai qui



MANŒUVRE DU TRÉPAN DANS UN TROU DE SONDE

*Le trépan est attaché à un câble végétal, ou à un câble en acier, si la profondeur du trou dépasse 100 mètres. La course du trépan qui désagrége le fond du trou est obtenue d'une manière très simple en donnant brusquement du mou au câble au moyen d'un dispositif automatique actionné par un bras du tambour du treuil.*





OUTIL DE REPÊCHAGE D'UN TRÉPAN CASSÉ

*Pour remonter un trépan dont la tête est cassée, on emploie une pièce creuse légèrement conique qui se coince sur l'extrémité du trépan, formant un cône de même inclinaison. Le poids de la première pièce assure une adhérence suffisante pour permettre de remonter le trépan avarié.*

était le dix-septième forage pratiqué dans la région d'Aïn Zeft depuis environ trente-cinq ans.

En 1917, la Société co-intéressée des Pétroles algériens, encouragée par le gouvernement français, fit venir des États-Unis le matériel nécessaire pour entreprendre le forage simultané de quatre puits, jusqu'à une profondeur de 1.200 mètres environ. Les travaux furent très activement poussés et en mai 1919, sept puits étaient en cours de forage aux points suivants : Warnier 650 mètres), Rabelais (900 mètres), Mazzouna (1.000 mètres), Aïn Zeft (1.000 mètres), Hillil (600 mètres), Perrégaux (300 mètres).

Chaque centre de forage comportait un chantier complet, quelquefois situé dans la montagne et d'accès très difficile. Celui de Mazouna était installé sur un rocher escarpé au pied duquel coulait un « oued » torrentueux qui emportait souvent le pont reliant le chantier à la route. Le centre administratif et l'atelier de réparations étaient situés à quelque distance de Saint-Aimé, dans une ancienne distillerie de pétrole abandonnée sans avoir jamais servi.

Le matériel nécessaire pour le forage des puits de pétrole est représenté par les diverses photographies pages 312, 315 et 317.

Les tours ou « derricks » métalliques (voir la figure page 316), servant à la manœuvre du trépan, des cuillers et des tubes, ont 35 mètres de hauteur. Construits au moyen de tubes d'acier aplatis à leurs extrémités et boulonnés, les derricks reposent sur une plate-forme et sur de forts sommiers en fers à T. Une fois ces derniers mis en place, le montage peut être fait en deux jours par une équipe de cinq à six sondeurs américains venus spécialement des États-Unis, aidés de quelques aides arabes (voir fig. page 313).

La machinerie comporte une chaudière à flamme directe qui alimente de vapeur à 8 kilos le moteur de 20 chevaux servant à actionner le tambour des treuils et le balancier auquel est suspendu l'appareil de son-

dage. Un groupe électrogène à vapeur comportant une turbine accouplée à une dynamo, sert pour l'éclairage pendant les travaux de nuit.

Le tambour des treuils porte, d'une part, le câble du trépan et, d'autre part, un câble plus petit pour la manœuvre de la cuiller servant à sortir, promptement, et sans risque d'avarie, les débris du puits en cours de forage.

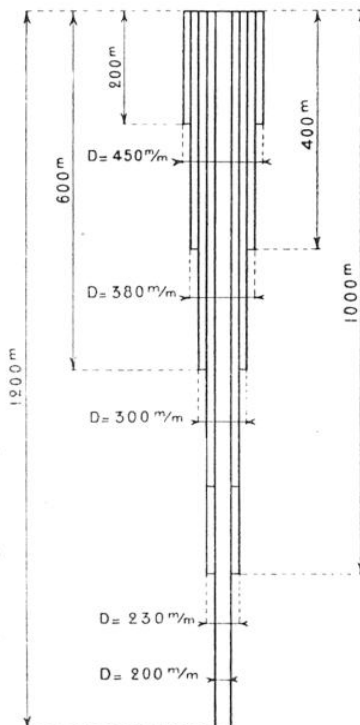
On commence par creuser à la pioche et à la pelle un puits ordinaire de quelques mètres de profondeur dont la section quadrangulaire mesure 1 mètre de côté.

On continue par un trou de 50 centimètres de diamètre, défoncé au trépan, et dont on enlève les résidus à la cuiller. Ce trou est garni au moyen de tubes formés de tôles de 45 centimètres de diamètre dont les divers tronçons sont vissés jusqu'à une profondeur de 100 à 200 mètres. On diminue le diamètre du

trépan et on engage, dans le premier tube qui lui sert de guide, un second tube de 38 centimètres dont la longueur peut être de plusieurs centaines de mètres (400 mètres en général), suivant la nature des couches rencontrées. Un troisième tube, guidé par les deux premiers, permet d'atteindre une profondeur de 600 à 700 mètres.

Un quatrième tube de 200 millimètres termine le sondage à 1.000, à 1.200 mètres.

Lorsqu'on a mis en place le troisième et le quatrième tubes, on



SCHEMA MONTRANT LA DISPOSITION DES TUBES MÉTALLIQUES GARNISSANT UN FORAGE POUR LA RECHERCHE DES NAPPES DE PÉTROLE

*On voit la longueur et le diamètre de chacun des tubes qui sont successivement enfoncés dans le trou de sonde. L'étanchéité de la colonne entière est assurée par des filetages qui permettent de visser à force chaque tube sur le suivant.*



retire successivement le premier et le second que l'on peut ainsi utiliser de suite pour exécuter un nouveau forage sur un autre point.

On donne à la partie filetée des tubes une forme conique, afin d'assurer l'étanchéité du tubage et de limiter la longueur de la partie de chaque tube qui s'enfonce dans le suivant.

Les premier, deuxième et troisième tubes d'un sondage peuvent donc être utilisés, presque sans avoir à interrompre le travail, pour quatre ou cinq sondages successifs.

Avant de faire fonctionner le trépan, on verse environ 500 litres d'eau dans le trou de sonde afin de délayer la terre et les matières pulvérisées par l'action du trépan et pour faciliter l'enlèvement des résidus au moyen de la cuiller à clapet que l'on substitue au trépan en temps voulu.

On examine les matières remontées afin de déterminer la nature des couches traversées.

Des échantillons prélevés tous les trois mètres sont examinés et, au besoin, analysés.

On peut ainsi reconnaître très exactement la nature des couches de terrains traversées et apprécier dans quelle mesure les prévisions résultant des études se sont réalisées.

Quand un sondage est sur le point de rencontrer une couche de pétrole, on observe une arrivée d'eau salée, des dégagements de gaz combustibles ou des suintements de pétrole. Il faut alors prendre des précautions minutieuses afin d'éviter les pertes qui pourraient résulter d'une projection brusque et importante du jet de pétrole hors de terre.

Le matériel de sondage comporte, pour cinq tubes de diamètres différents, une série de cinq types de trépons et de cuillers.

La fixation des trépons et des cuillers à leurs câbles respectifs se fait par coinçage dans un œil, avec nœud à l'extrémité formant arrêt pour éviter la perte de l'outil.

L'emploi de la cuiller suit le fonction-

nement du trépan. On retire ce dernier du trou pour introduire à sa place une cuiller du diamètre voulu et suspendue à un câble plus petit enroulé sur un tambour spécial.

Au début d'un forage, on obtient la course du trépan en donnant brusquement du mou au câble au moyen d'un dispositif actionné automatiquement par un bras du tambour.

Le trépan est manœuvré, jusqu'à une profondeur de 100 mètres environ, par un câble végétal ayant une élasticité suffisante

pour donner à l'outil la course qui convient au percement des couches.

Au delà de 100 mètres, le câble en cordage est rabouté avec un câble d'acier qui sert jusqu'à la profondeur de 200 mètres.

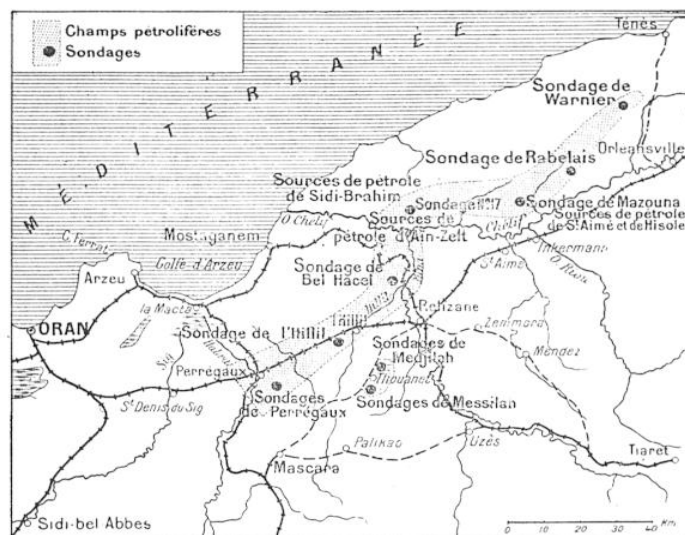
Le sondage est ensuite continué avec un câble d'acier, l'élasticité du métal sur cette longueur assurant une course convenable au trépan d'acier.

La vitesse de la machine qui

produit la rotation du tambour doit être telle que, sous l'action de l'inertie et de l'élasticité du câble, le trépan puisse tomber sans que l'on ait à tirer sur le câble de suspension. Il n'existe, en effet, pour provoquer le choc du trépan, aucun mécanisme de déclenchement analogue à celui d'un marteau-pilon, par exemple. On est évidemment obligé de changer de trépan chaque fois que l'on passe à un tube de diamètre plus petit.

Les études de surface et les forages exécutés suivant la méthode indiquée ci-dessus, ont permis de constater que la nature des terrains de la province d'Oran est comparable à celle des terrains de la Galicie, de la Roumanie, de la Russie, de la Californie, du Texas et du Mexique, où le pétrole se rencontre également dans des couches d'âge récent, comme cela a lieu généralement.

C'est, au contraire, dans des terrains anciens que l'on a trouvé les pétroles de la Pennsylvanie dont la composition chi-



CARTE MONTRANT L'EMPLACEMENT DES DIVERS SONDRAGES DE RECHERCHES POUR PÉTROLE, EXÉCUTÉS EN ALGÉRIE, ENTRE ORAN ET ORLÉANSVILLE

mique et l'origine géologique sont totalement différentes des précédents. On n'a trouvé qu'à Bakou (Transcaucasie) des couches productrices affleurant à la surface.

Les sondages d'Aïn Zeft ont donné des suintements extrêmement nets de bitume et de pétrole dans des marnes pliocènes.

Près de Tliouanet, les terrains pétrolifères, qui appartiennent au Miocène, se présentent sous l'aspect d'assises alternées de marnes compactes et de grès perméables reposant sur des couches appartenant au terrain éocène et aussi au crétacé.

On voit donc de quel intérêt est, aussi bien pour l'Algérie que pour la France, l'attribution des concessions algériennes de pétroles, retardée par suite du désarroi dans lequel se trouve encore notre législation minière coloniale.

Chaque année, l'Algérie importe près de 18.000 tonnes de pétrole, d'essence et d'huiles lourdes. Ces besoins seront notablement augmentés à bref délai par l'emploi de plus en plus étendu des moteurs à pétrole pour la motoculture et pour les transports sur routes des produits du sol et du sous-sol vers les ports du littoral.

L'Algérie consommera donc, dans un avenir prochain, au moins 40.000 tonnes de produits raffinés qui nécessiteront l'extraction de 100.000 tonnes de pétrole brut. Pour que l'Algérie puisse fournir à la France une partie des pétroles dont elle aurait besoin pour se libérer de la tutelle étrangère, il faudrait faciliter la mise en valeur des richesses de son sous-sol, et modifier les droits de douane actuels qui ne lui permettent

pas en ce moment d'importer de très importants tonnages de pétrole dans la métropole.

Telles sont les importantes déterminations d'ordre financier et législatif que la France et l'Algérie attendent des Pouvoirs publics qui ont le devoir d'apporter une solution rapide et vraiment nationale à l'un des plus importants problèmes d'économie industrielle que comporte notre situation actuelle.

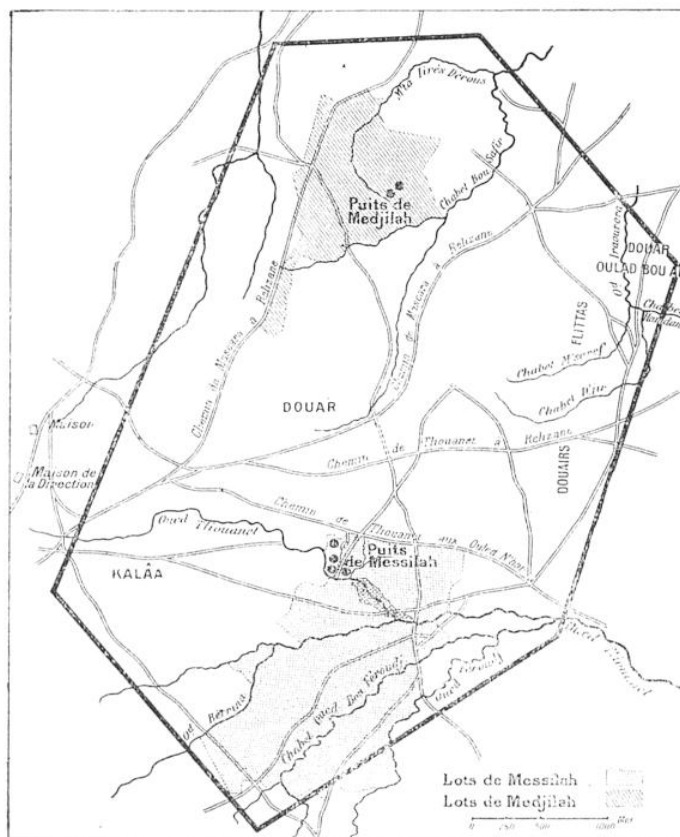
Depuis la fin des hostilités, le gouvernement français s'est préoccupé de faire poursuivre des études et des recherches géologiques sur certains points du territoire. Plusieurs sociétés se sont formées en vue de procéder à des prospections dans le Jura, dans la Haute-Savoie, en Auvergne, dans les Landes et dans les Pyrénées.

Des sondages effectués dans les Landes et en Auvergne, jusqu'à la profondeur de 1.000 mètres, ont déterminé des jaillisse-

ments d'eau salée, et ont permis de recueillir des gaz combustibles, ainsi qu'une petite quantité de pétrole, insuffisante toutefois pour une exploitation commerciale.

La nature des couches traversées par les sondages dans la région du Jura présente d'ailleurs beaucoup d'analogie avec l'allure des formations géologiques du bassin de Pechelbronn. Il est permis d'espérer, à la suite des études très poussées qui sont en cours, et des recherches géologiques nouvelles qui vont être effectuées dans cet ordre d'idées, qu'une production industrielle pourra être réalisée en France dans un avenir qui n'est peut être pas très éloigné de nous.

F. GAUDOUIN.



PÉRIMÈTRE DÉLIMITANT UN TERRAIN PÉTROLIFÈRE



# LA PROPULSION PAR RÉACTION APPLIQUÉE AUX MACHINES VOLANTES

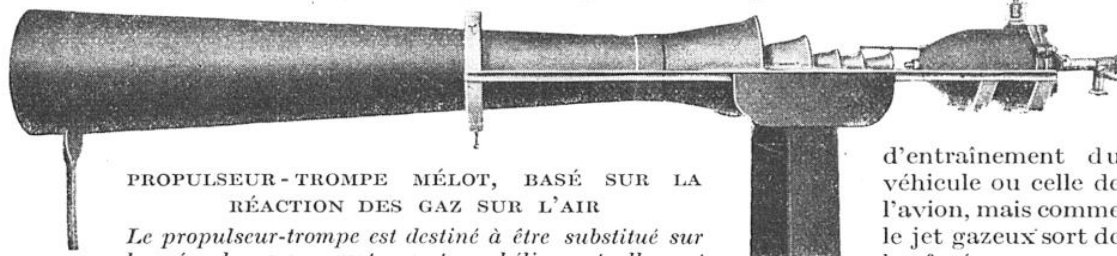
Par Valentin BOLATRE

On est admis à affirmer, devant la difficulté sans cesse grandissante de perfectionner le système actuel de propulsion des avions, qu'il y a plus et mieux à faire dans la voie, encore à peu près inexplorée, du moteur à réaction que dans celle du système actuel du moteur-hélice ».

Ces quelques lignes sont la conclusion d'une très intéressante étude que le capitaine Hirschauer a consacrée à ce qu'il assure être la propulsion aérienne de l'avenir.

M. Esnault-Pelterie a également prédit,

tués, depuis une trentaine d'années, soit sur des embarcations fluviales, soit sur des voitures, mais avec des résultats fort médiocres. La cause en est surtout imputable à l'énorme perte d'énergie que représente l'échappement à grande vitesse des gaz de combustion. Il faudrait, pour arriver au résultat cherché, réduire autant que possible la vitesse absolue de sortie des gaz de combustion, afin d'améliorer le rendement de la fusée. *A priori*, on pourrait y parvenir en augmentant la vitesse



PROPULSEUR-TROMPE MÉLOT, BASÉ SUR LA  
RÉACTION DES GAZ SUR L'AIR

*Le propulseur-trompe est destiné à être substitué sur les aéroplanes aux moteurs et aux hélices actuellement employés. Il aurait sur ceux-ci l'avantage d'un rendement thermodynamique bien supérieur et réaliserait de sérieuses économies.*

d'entraînement du véhicule ou celle de l'avion, mais comme le jet gazeux sort de la fusée avec une vitesse quinze ou vingt fois supérieure à celle des avions les

dès 1908 ou 1909, que l'avenir de la locomotion aérienne appartiendrait à la propulsion directe par réaction, et il semble bien que les événements lui donneront raison dans un temps qui ne semble pas très éloigné.

Maintenant, expliquons-nous. Que faut-il entendre par propulsion par réaction ?

C'est l'effet de poussée provoqué par la réaction, dans le milieu ambiant, d'un jet de fluide. Ainsi la fusée bien connue des feux d'artifices est un propulseur à réaction, et si l'on attachait une de ces fusées à un avion de modèle extrêmement réduit ou à un petit chariot, le jet fluide qui s'échappe de la fusée provoquerait une poussée sur l'air bien suffisante pour propulser l'avion dans l'espace ou pour faire avancer le chariot sur le sol.

Cependant, la puissance d'une fusée est très limitée et son rendement si défectueux, qu'on ne saurait l'appliquer en grand ni à la locomotion terrestre, ni à la locomotion aérienne. De nombreux essais de propulsion directe par réaction ont, du reste, été effec-

plus rapides, ce moyen paraît être, pour longtemps encore, inapplicable ; l'augmentation de vitesse que l'on pourrait assurer aux avions serait, en effet, toujours insuffisante pour répondre aux exigences du problème.

Sans abandonner l'idée de la fusée, dont le principe est extrêmement séduisant, il fallait donc trouver autre chose, et ce fut là l'objet des recherches d'un ingénieur français, M. H.-F. Mélot. Après de longues expériences, ses efforts, couronnés du plus grand succès, aboutissaient à l'invention du *propulseur-trompe*. Ce propulseur-trompe, applicable à tous les véhicules, est plus spécialement destiné aux aéroplanes sur lesquels il se substituerait aux moteurs et hélices actuellement employés. L'appareil se compose essentiellement de plusieurs trompes en série, placées à la suite d'une chambre de combustion, caractérisée par ses parois réfractaires. Le combustible, qui est généralement de l'essence ou du pétrole, et le comburant, qui est de l'air, sont amenés simultanément, et sous

pression, par des conduits différents, jusqu'au brûleur. Le débit du comburant et du combustible est dosé par un robinet à pointeau, comme dans tous les brûleurs réglables. Le mélange formé est allumé, à la mise en marche, et une fois pour toutes, par une bougie d'allumage; la combustion s'accomplit ensuite d'une façon ininterrompue dans la chambre à parois réfractaires. Les gaz brûlés sont évacués par une tuyère dans les trompes, celles-ci ayant, ainsi que la tuyère, un profil approprié pour assurer la détente des gaz dans les meilleures conditions d'utilisation.

Le jet de gaz brûlés sort de la tuyère à une vitesse qui peut atteindre 1.200 à 1.500 mètres à la seconde; à l'entrée de chaque trompe, il aspire une certaine quantité d'air ambiant qui vient enrober le jet aussi parfaitement que possible. Il en résulte que le gaz cède une partie de sa vitesse à l'air, ce qui provoque une violente aspiration à l'entrée de chaque trompe. Le mélange d'air et de gaz se détend finalement dans la partie divergente de la dernière trompe, créant ainsi une action directe sur les couches d'air situées derrière l'appareil. La poussée de ce dernier résulte ainsi non seulement de la réaction directe du jet, mais encore de l'aspiration des trompes convergentes et du refoulement sous pression du divergent final.

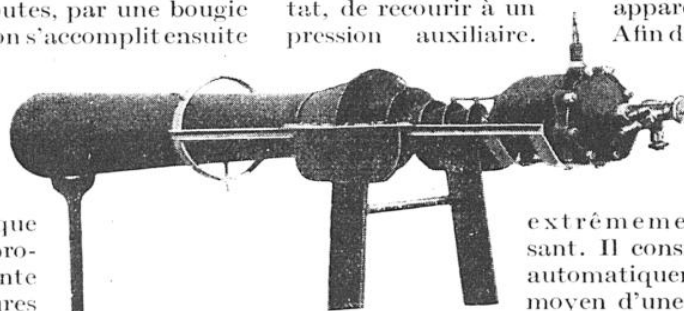
Telle est, dans ses grandes lignes, la con-

ception originale du propulseur-trompe de M. H.-F. Mélot. Mais nous avons vu que ce propulseur devait être alimenté par un combustible et un comburant sous pression. Il paraît donc nécessaire, pour atteindre ce résultat, de recourir à un appareil de compression auxiliaire.

Afin d'éviter cette complication, M. Mélot a imaginé un dispositif

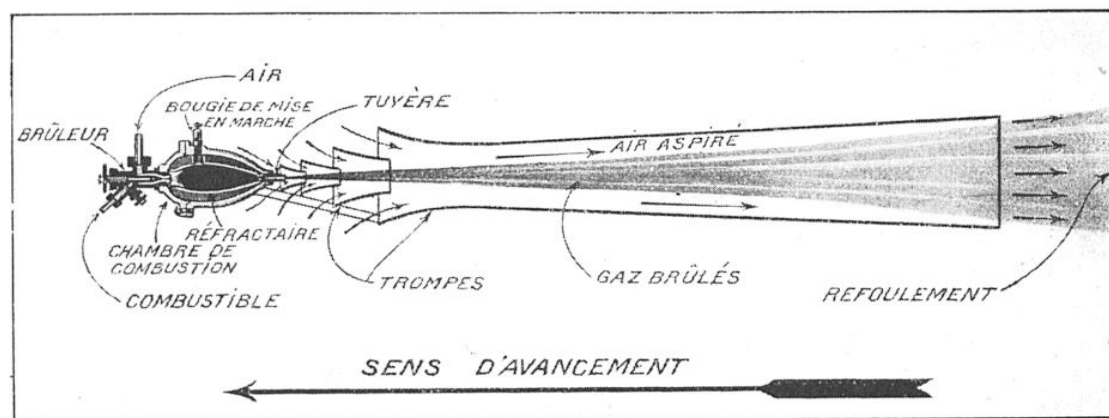
extrêmement intéressant. Il consiste à créer automatiquement, au moyen d'une circulation d'air, en avant et en arrière de la chambre de combustion, et pendant la marche de l'avion, une pression d'air à l'entrée de cette chambre et une dépression à la sortie.

Ce dispositif est facilement applicable à un aéroplane et M. Mélot a établi les plans d'un groupe propulseur de 250 chevaux dont la réalisation donnerait certainement les meilleurs résultats. Deux propulseurs-trompes seraient disposés, l'un à droite, l'autre à gauche du fuselage; chacun serait pourvu précisément d'un système d'auto-compression. Le fonctionnement de ce système se comprend aisément. (Voir figure de la page 323.) Les trompes  $a$ ,  $a^1$ ,  $a^2$ ,  $a^3$ ,  $a^4$ , qui assurent la détente des gaz de combustion, sont disposées les unes derrière les autres, ainsi que nous l'avons



CE PROPULSEUR PEUT ÊTRE INDIFFÉREMMENT ALIMENTÉ À L'ESSENCE, AU PÉTROLE OU À L'ALCOOL

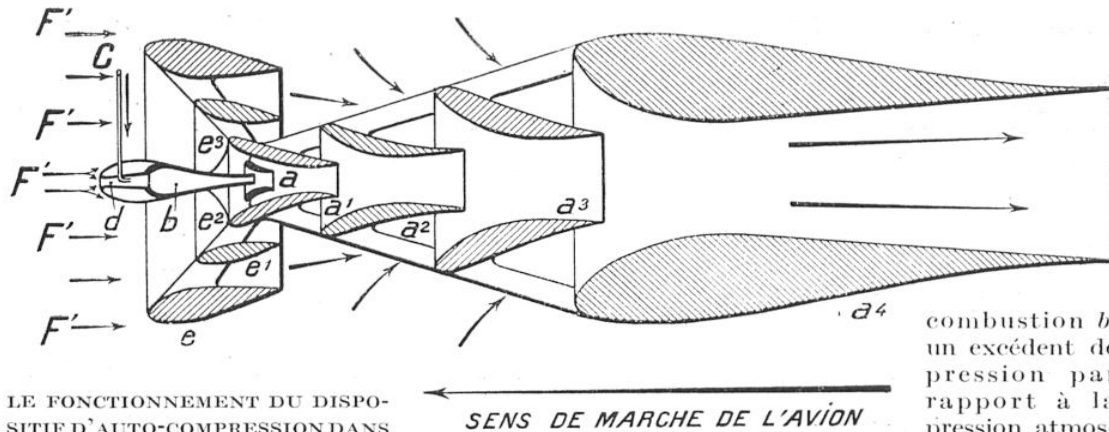
*Ce modèle d'étude développe environ 30 chevaux pour une vitesse relative de 50 mètres à la seconde; l'effort de traction est ainsi de 35 kilos environ.*



COUPE SCHÉMATIQUE DU PROPULSEUR-TROMPE À RÉACTION SUR L'AIR

*Le combustible — essence, pétrole ou alcool — et le comburant — air — sont amenés sous pression jusqu'au brûleur; la combustion s'accomplit d'une façon ininterrompue dans une chambre à parois réfractaires, les gaz brûlés étant évacués dans les trompes par une tuyère.*





LE FONCTIONNEMENT DU DISPOSITIF D'AUTO-COMPRESSION DANS

LE PROPULSEUR CONÇU PAR L'INGÉNIEUR FRANÇAIS MELOT

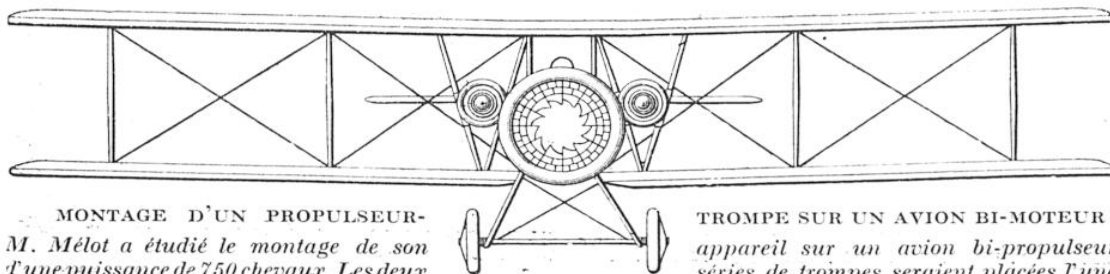
L'air s'engouffre, lorsque l'avion est en marche, dans le conduit  $d$  ; celui-ci étant divergent, l'énergie de vitesse de l'air s'y transforme partiellement en énergie de pression. L'air s'engouffre également dans le conduit  $e$  et sa dépression maximum se produit dans la section la plus étroite de ce conduit. La dépression augmente ensuite jusqu'à la section la plus resserrée du conduit suivant, et ainsi de suite.

combustion  $b$ , un excédent de pression par rapport à la pression atmosphérique. De plus, l'air s'engouffre dans l'orifice d'entrée du premier conduit  $e$  et sa dépression maxi-

exposé plus haut. Elles sont précédées de la chambre de combustion  $b$ , à laquelle l'essence arrive par le tuyau  $c$ . L'air parvient à cette même chambre par un tube divergent  $d$ , disposé de préférence à la partie avant de l'avion. A l'avant du propulseur est installé un multiplicateur de dépression ; celui-ci comprend un convergent-divergent  $e$  dont la section la plus étroite reçoit l'orifice d'entrée d'un second conduit convergent-divergent  $e^1$ . Plusieurs conduits semblables complètent l'ensemble du système, l'orifice d'entrée de chacun de ces conduits se trouvant dans la section la plus resserrée du précédent. Les extrémités postérieures  $a, a^1$  des conduits  $e^2$  et  $e^3$  ont la forme appropriée, soit convergente, soit divergente, pour l'écoulement du mélange : air aspiré et gaz brûlés. Dans ces conditions, lorsque l'avion est en marche, l'air s'engouffre dans le tube  $d$  et dans le sens des flèches  $F$ . Ce tube étant divergent, l'énergie de vitesse de l'air s'y transforme partiellement en énergie de pression. Il résulte de ceci, à l'entrée de la chambre de

pression se produit dans la section la plus étroite de ce conduit. La dépression augmente ensuite jusqu'à la section la plus resserrée du conduit suivant  $e^1$  et ainsi de suite, les conduits  $e, e^1, e^2, e^3$ , constituant une forme nouvelle de multiplicateur de dépression. La dépression la plus grande étant ainsi produite dans le conduit  $e^3$ , détermine une aspiration à la tuyère de sortie de la chambre de combustion. Le mélange d'air et de combustible brûlé dans cette chambre se détend entre la pression à la sortie du divergent  $d$  et la dépression dans le conduit  $e^3$ , de sorte que la pression absolue reste faible dans la chambre. Ainsi se trouve réalisé, par des moyens assez simples, un dispositif d'auto-compression très efficace et répondant parfaitement aux nécessités du problème. La seule difficulté qui subsiste est le départ de l'appareil, mais elle peut être surmontée en utilisant un réservoir d'air comprimé ou tout autre dispositif de mise en marche automatique.

M. H.-F. Mélot a construit un propulseur-trompe qui fut essayé au Conservatoire des



MONTAGE D'UN PROPULSEUR-  
M. Mélot a étudié le montage de son  
t'une puissance de 750 chevaux. Les deux

à droite, l'autre à gauche du fuselage, comme le montre la figure.

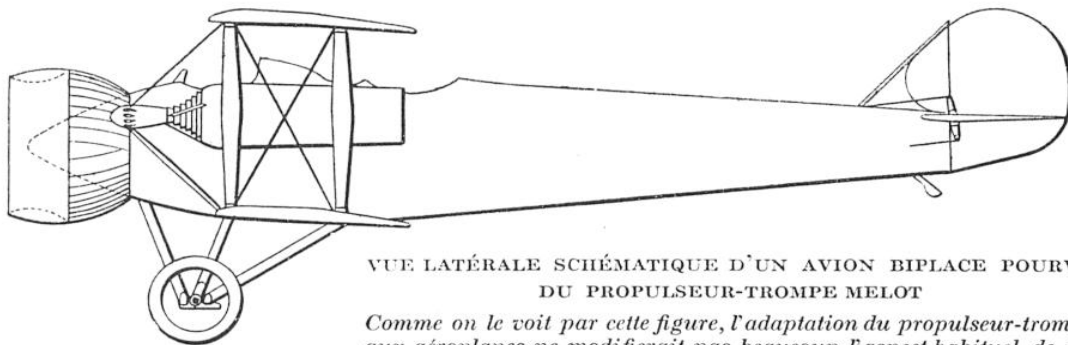
TROMPE SUR UN AVION BI-MOTEUR  
appareil sur un avion bi-propulseur  
séries de trompes seraient placées l'une

Arts-et-Métiers en 1918. Les résultats obtenus étaient fort encourageants et présentaient un intérêt indiscutable. Il est donc d'autant plus regrettable que l'armistice de novembre 1918 ait mis fin à ces essais, en amenant la suppression des crédits qui leur étaient affectés par le sous-secrétariat des Inventions. L'appareil d'étude qui fut expérimenté développait environ 30 chevaux pour une vitesse relative de 50 mètres à la seconde ; l'effort de traction est ainsi d'environ 45 kilos. Les expériences ont donné un rendement thermo-dynamique nettement supérieur à celui des groupes moteur-hélices

d'allumage, qui sont les plus fréquentes, et aussi les plus désagréables, n'existent plus.

L'essence paraît devoir être employée pour le fonctionnement du propulseur-trompe, mais ce dernier peut recevoir les combustibles les plus divers : alcool, pétrole, huiles lourdes, charbon pulvérisé, etc... Le prix de revient de l'appareil est fort réduit et très sensiblement inférieur à celui des moteurs à explosions. Son poids, par cheval-heure, est extrêmement faible, puisque le chiffre de 500 grammes, soit la moitié des moteurs actuels les plus légers, peut être atteint.

Enfin, avec un rendement bien meilleur



VUE LATÉRALE SCHÉMATIQUE D'UN AVION BIPLACE POURVU DU PROPULSEUR-TROMPE MELOT

*Comme on le voit par cette figure, l'adaptation du propulseur-trompe aux aéroplanes ne modifierait pas beaucoup l'aspect habituel de ces derniers. Il en résulterait, par contre, une notable économie de poids et la suppression des pannes.*

actuellement employés en aviation ; au cours de l'essai le plus avantageux, ce rendement fut égal à 20 %, bien que les trompes et tuyères aient été construites sans étude préalable et que leur montage ait été fort défectueux. Pour l'établissement de ce chiffre, il a été tenu compte du travail mécanique nécessaire à la compression du mélange combustible. Comme le modèle d'étude ne comportait pas encore de dispositif auto-compresseur, tous les essais furent faits à l'air comprimé.

Les avantages que présente le propulseur-trompe sont immenses. Outre qu'ils étendent, dans une mesure considérable, les possibilités d'avenir de l'aviation, ils offrent un intérêt évident à plusieurs autres points de vue.

En premier lieu, l'utilisation des calories contenues dans le combustible se fait de la façon la plus rationnelle qu'il soit, puisque les gaz travaillent directement à la propulsion sans passer par l'intermédiaire du moteur, de la transmission et de l'hélice.

La construction est simplifiée à l'extrême. Tous les organes mobiles, les soupapes, notamment, étant supprimés, les difficultés du graissage disparaissent. Une seule étincelle étant suffisante, au départ, pour assurer la marche continue du système, les pannes

que le groupe moteur-hélice, le propulseur-trompe permettra aux aéroplanes d'aller beaucoup plus vite, tout en réalisant de grands écarts de vitesse et en offrant une extraordinaire souplesse de fonctionnement. Pour toutes ces raisons, il faut souhaiter qu'une application du propulseur-trompe aux avions soit faite le plus tôt possible. Il peut en résulter pour la navigation aérienne un immense et rapide progrès, et il serait lamentable que cette invention, si pleine de promesse, ne soit pas utilisée par l'aviation française quand certains de nos alliés s'apprêtent à en tirer un excellent parti.

Il faut insister sur ce point que les records actuels de vitesse, d'altitude et de durée, qui ont atteint des chiffres déjà si remarquables, ne pourront être dépassés d'une façon vraiment appréciable que si l'on a recours à un nouveau système de propulsion d'un rendement supérieur au groupe moteur-hélice.

Or, l'appareil de M. Mélot, qui est le premier propulseur à réaction établi sur des bases rigoureusement scientifiques, paraît constituer, pour l'avion, « la solution logique de la propulsion » telle que l'exposait le capitaine Hirschauer.

V. BOLATRE.



# POUR ASSURER LE SECRET DES COMMUNICATIONS TÉLÉPHONIQUES

Par L.-D. FOURCAULT

On a cherché de différents côtés, depuis que le téléphone est d'usage courant, à en assurer, d'une manière certaine, le secret. Tous ceux qui font usage du téléphone ont journellement la preuve de l'indiscrétion notoire de ce mode de communication dont l'insécurité constitue, d'ailleurs, une gêne réelle pour certaines affaires, même commerciales ou financières, et il existe des exemples de manœuvres déloyales facilitées par des «fuites» téléphoniques. Les postes d'écoute des centraux téléphoniques, établis pour la surveillance des employés, prouvent bien l'extrême facilité qu'il y a à surprendre toutes sortes de conversations sans que les intéressés puissent s'en douter.

Acceptée comme une sujétion inévitable pour les services ordinaires, cette insécurité présente de grands dangers en cas de guerre, alors que les armées modernes ont besoin de développer à l'extrême les communications téléphoniques entre leurs différents échelons et leurs divers services.

La guerre de tranchées a fait ressortir encore davantage ce grave défaut du système : sans doute, il n'était pas à craindre ici que l'ennemi vienne brancher ses appareils écouteurs sur les fils. Une telle manœuvre aurait été d'autant plus difficile que, pour les mettre hors d'atteinte des projectiles, les fils furent, dès l'origine, installés dans les tranchées elles-mêmes. Un moyen plus simple d'intercepter les communications fut mis en œuvre : des amplificateurs, ampoules spé-

ciales déjà utilisées pour la T. P. S. (1) permettaient de surprendre à distance les communications téléphoniques, sans même avoir à se déranger. Il suffisait pour cela d'établir un réseau de prises de terre espacées et reliées à l'amplificateur, méthode discrète et pratique utilisée couramment aussi bien de notre côté que chez nos adversaires.

Ce procédé fut, d'ailleurs, contrebattu au moyen de ses propres armes, puisque, vers la fin des hostilités, le lieutenant Bailly, du 8<sup>e</sup> génie, expérimenta avec succès un téléphone rendu secret par ces mêmes amplificateurs. Mais ce dernier procédé, basé sur l'usage de courants trop faibles pour pouvoir être décelés à distance, n'est, par suite, pas applicable aux circuits de grande lon-

gueur. Il fallait donc trouver autre chose.

Un appareil, basé sur les observations curieuses que nous allons décrire, a été réalisé également, vers la fin de la guerre, par la radiotélégraphie militaire. L'inventeur du procédé, M. Poirson, l'a expérimenté sur de grandes distances, et si cet appareil est arrivé trop tard pour concourir à la victoire des Alliés, son principe est susceptible d'applications intéressantes, puisqu'il paraît résoudre le problème de la téléphonie secrète.

L'étude des courants électriques, même de faible importance comme ceux utilisés en téléphonie, est très facilitée par l'emploi d'appareils oscillographes, dont le stylet encre trace sur une bande de papier les

(1) Voir les numéros 50 et 52 de *La Science et la Vie*

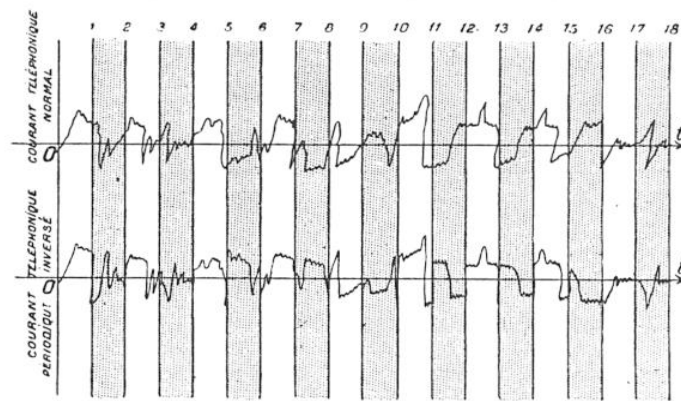


FIG. 1. — TRACÉS D'UN COURANT TÉLÉPHONIQUE OBTENUS AU MOYEN DE L'OSCILLOGRAPHIE

Les bandes grisâillées indiquent les portions du courant inversées sur le tracé inférieur.

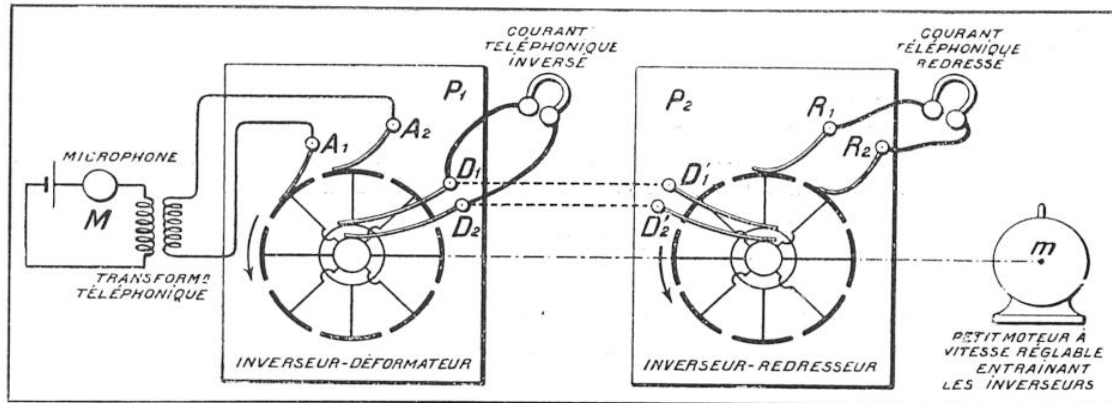


FIG. 2. — SCHÉMA D'UNE INSTALLATION SIMPLE A COURANT TÉLÉPHONIQUE INVERSÉ

Le courant, modifié dans le microphone transmetteur M, passe du transformateur habituel dans l'inverseur déformateur  $P_1$ , par les balais  $A_1$  et  $A_2$ . Il est repris, inversé, par les frotteurs  $D_1$  et  $D_2$ , et est transmis par la ligne à l'inverseur-redresseur  $P_2$ . Un petit moteur à vitesse réglable  $m$  entraîne à chacun des deux postes les inverseurs à la même vitesse.

moindres variations du courant. Ainsi, les tracés de la figure 1 (page précédente) représentent deux *oscillogrammes* d'un courant téléphonique, dont les variations sont causées par les modulations de la parole agissant

sur le microphone de l'appareil téléphonique. Ce tracé accidenté représente donc la voix avec son timbre, ses inflexions, etc... Si l'on entreprend de déformer, mécaniquement et d'une façon régulière, le courant

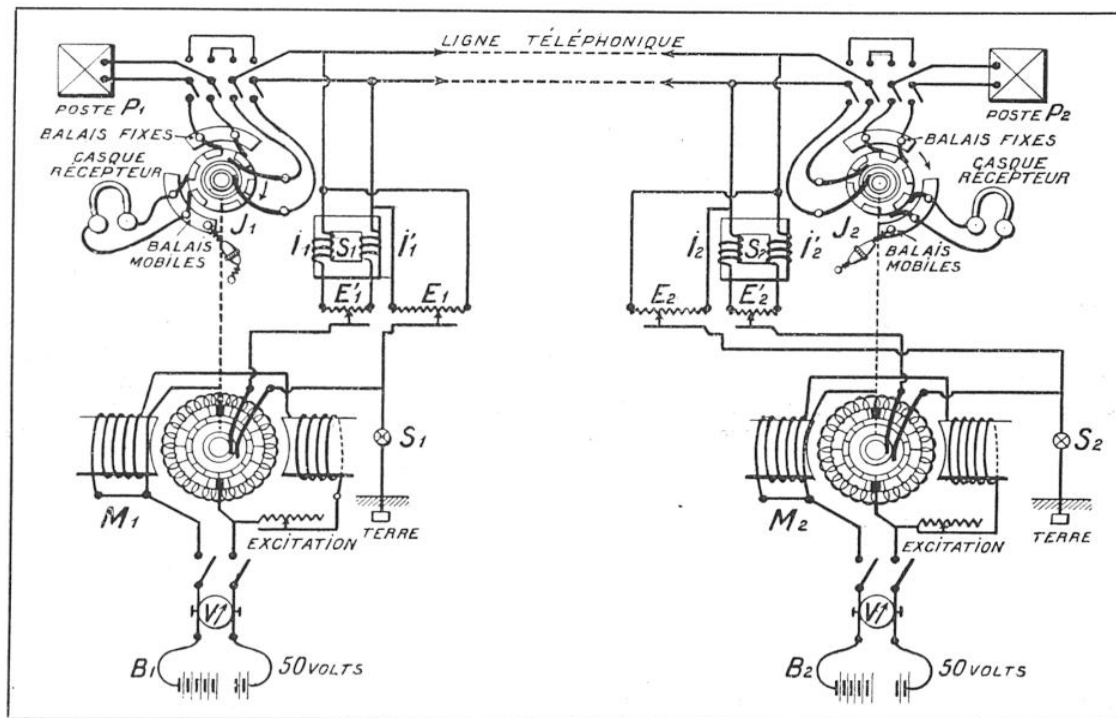


FIG. 3. — SCHÉMA D'UNE INSTALLATION DE TÉLÉPHONIE SECRÈTE A DEUX POSTES

Les moteurs  $M_1$  et  $M_2$  sont actionnés par des batteries d'accumulateurs à 59 volts. Les contacts inverseurs et redresseurs sont figurés en  $I_1$  et  $I_2$ . Des bobines de self-induction  $S_1$  et  $S_2$  permettent d'accorder les deux moteurs en synchronisme, par l'action des bobines de réglage  $E_1$ ,  $E'_1$ ,  $E_2$ ,  $E'_2$ .



téléphonique, on altérera évidemment la transmission de la parole. Ainsi le tracé inférieur de la figure 1 représente la même conversation que le tracé supérieur, mais la transmission est ici altérée en inversant périodiquement, aux instants marqués par les parallèles 1, 2, 3, 4, etc., le courant téléphonique ordinaire. Les intervalles hachurés représentent les inversions, comme il est très facile de s'en rendre compte en examinant attentivement les deux tracés.

On pourrait croire que l'altération de la voix perçue au récepteur est exactement en fonction de la durée des inversions, c'est-à-dire de leur fréquence à la seconde. Il n'en est pas ainsi, comme nous allons le voir, car la voix comporte des harmoniques principaux, accompagnés d'harmoniques secondaires, de fréquences déterminées, comprises dans la gammemusicale. La déformation est donc réellement et sûrement fonction de la fréquence des inversions relativement à ces fréquences de la voix.

Les observations faites aux diverses fréquences ont donné les curieuses constatations suivantes.  $N$  représentant le nombre d'inversions du courant par seconde :

- $N$  50 Parole compréhensible, mais comme fortement enrhumée.
- 170 Parole compréhensible, moins enrhumée.
- 210 Parole compréhensible, redevient plus altérée.
- 270 Parole compréhensible, s'améliore à nouveau.
- 340 La parole s'altère.
- 460 La déformation augmente, mais le rhume disparaît.
- 630 La parole devient incompréhensible.
- 670 Parole incompréhensible, mais il s'y superpose comme une voix soufflée qui, elle, est compréhensible.
- 750
- 1.040 Parole incompréhensible, quelques rares syllabes seulement passent.

Au-dessus d'une fréquence de 1.050 inversions par seconde, la parole devient complètement inintelligible ; on entend toujours parler, mais comme en une langue étrangère et bizarre. La voix chantée rend l'impression d'un harmonium plus ou moins discordant. Un air sifflé dans le téléphone est rendu faux et déformé à tel point que, si le siffleur entend en même temps au récepteur, il lui devient absolument impossible de siffler juste, quels que soient ses efforts !

Mais ce qui permet l'utilisation de ces phénomènes d'inversion, c'est qu'ils sont réversibles. Ainsi, par exemple, à 3.340 inversions par seconde, le mot « allô » est entendu à peu près comme « oya ». Si l'on imite ce son en prononçant « oya » dans le téléphone, on entend assez distinctement, du côté inversé, le mot primitif « allô ».

C'est ce phénomène que M. Poirson a utilisé pour réaliser un procédé de téléphonie secrète, applicable aux lignes et appareils existants. Comme il est représenté schématiquement par la figure 2, un petit moteur entraîne des inverseurs tournants

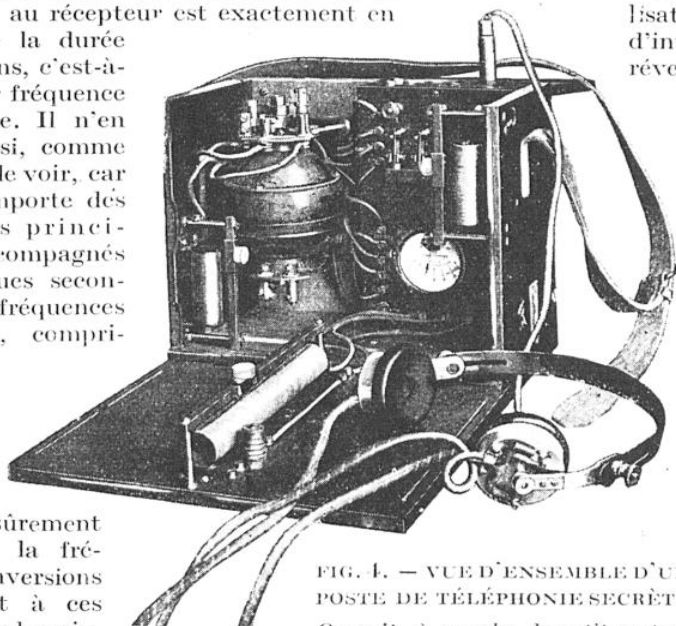


FIG. 4. — VUE D'ENSEMBLE D'UN POSTE DE TÉLÉPHONIE SECRÈTE

On voit, à gauche, le petit moteur commutateur qui inverse à la transmission et redresse à la réception. La transmission se fait au moyen d'un poste téléphonique ordinaire.

par lesquels passe le courant téléphonique. Celui-ci se trouve donc déformé dans le premier inverseur et redressé dans le second.

Il est facile de comprendre que les deux postes ne pourront communiquer en langage intelligible que si les deux inverseurs sont rigoureusement accordés, les inversions se produisant rigoureusement en même temps et à la même fréquence. Toute indiscretion est ainsi rendue impossible, puisque, dans la ligne elle-même, il ne passe plus qu'une conversation absolument inintelligible.

Toutefois, cette marche en *synchronisme* de deux appareils, souvent très éloignés, et reliés seulement par un circuit téléphonique, constituait un problème d'autant plus délicat qu'il s'agissait de réaliser des postes portatifs, aussi peu encombrants que possible. Ce problème fut résolu après une série d'es-



sais minutieux, qui aboutirent à la réalisation du poste sous la forme d'une petite boîte très portable, comme le montrent nos figures.

Nous n'entrerons pas ici dans le détail de la réalisation électrique de la marche en synchronisme, dont le schéma de la page 3 donne un aperçu. Les deux petits moteurs chargés d'entraîner les inverseurs ont été transformés en *commutatrices*, et

Des réglages accessoires sont faits, en pratique, mais ils sont nécessités plutôt par suite des inégalités qui existent le plus souvent entre les deux fils de la ligne téléphonique, ou par des pertes et fuites sur ces fils. La ligne téléphonique sert, en effet, en même temps, de conducteur aux courants de synchronisation des moteurs, l'autre conducteur de ces courants étant la terre. Pour que ces

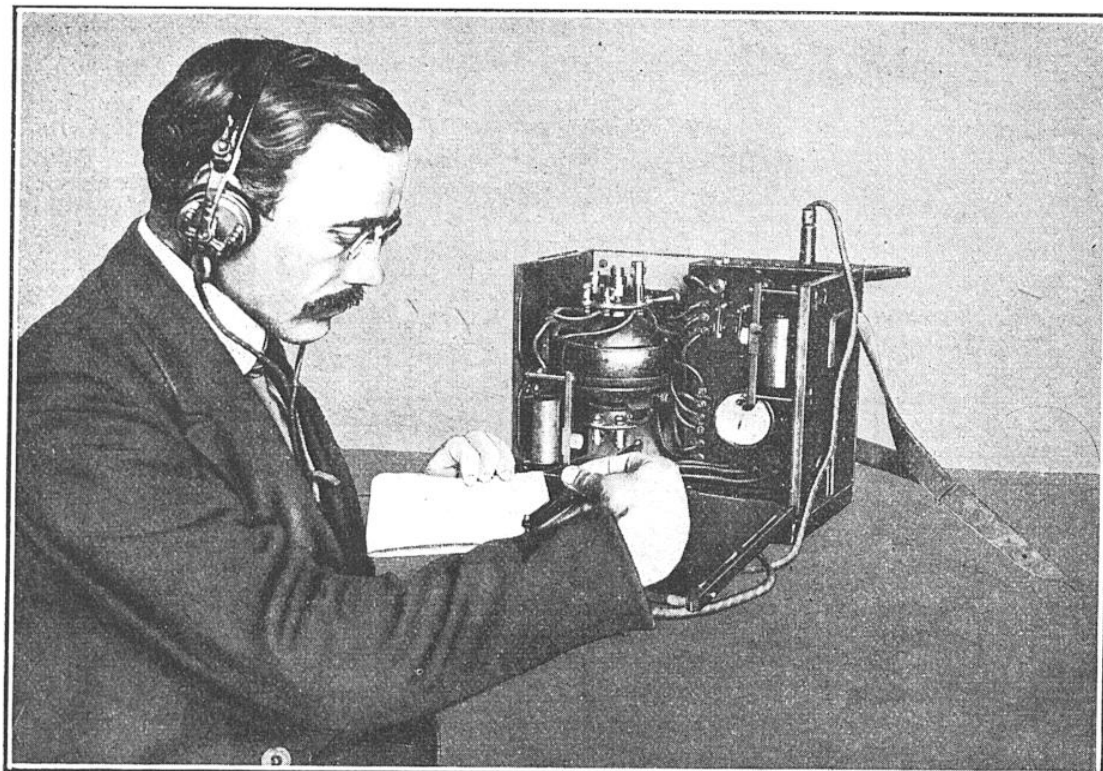


FIG. 5.— MALGRÉ SA COMPLEXITÉ, LE POSTE DE TÉLÉPHONIE SECRÈTE NE CONSTITUE PAS UNE INSTALLATION BIEN ENCOMBRANTE

*Tous les organes sont contenus dans cette boîte, qui se referme pour le transport. L'opérateur règle l'accord au moyen du curseur de la bobine, jusqu'à ce qu'il perçoive nettement la conversation.*

fonctionnent par suite comme deux alternateurs couplés en parallèle. On sait que de telles machines s'accrochent au synchronisme, c'est-à-dire qu'une fois lancées à la même vitesse, elles sont, en quelque sorte, solidaires d'un même courant. Il en résulte qu'elles se maintiennent automatiquement à la même vitesse, tout comme si elles étaient accouplées mécaniquement par un même arbre. De la sorte, quelle que soit la distance qui les sépare, nos deux minuscules moteurs, après quelques oscillations à la mise en route, se mettent en synchronisme, ce qui permet alors la conversation téléphonique.

courants ne soient pas perçus au téléphone, il faut les équilibrer exactement dans le circuit téléphonique, d'où la nécessité de bobines de réglage sur chacun des postes.

Des essais ont été effectués pendant deux mois sur des lignes téléphoniques de long parcours, depuis Chantilly-Paris (40 kilomètres) jusqu'à Paris-Bordeaux (620 kilomètres). Ces essais ont tous été faits avec succès, et l'on a vérifié qu'il était impossible, en cours de route, de comprendre la conversation échangée. Qu'on se hâte donc d'appliquer le système au réseau général.

L.-D. FOURCAULT.



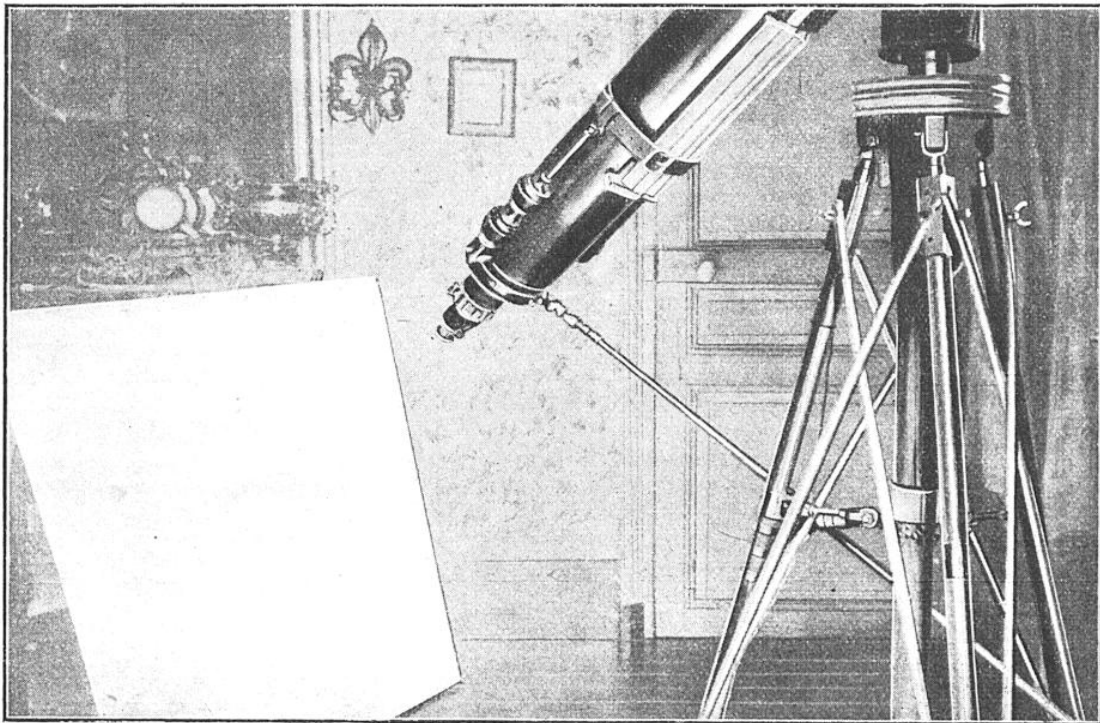
# POUR ÉTUDIER LES TACHES SOLAIRES ON LES PROJETTE SUR UN ÉCRAN

Par Gaston GRISOLLES

**L**ES études aérologiques prennent une place de plus en plus grande dans l'important problème de la prévision du temps ; par contre, on ne tient pas assez compte, semble-t-il, de l'influence des phénomènes d'ordre astronomique auxquels sont cependant liées la plupart des perturbations atmosphériques dont nous subissons ici-bas les effets. La Terre faisant partie du système solaire, il est compréhensible que ce qui se passe dans le Soleil, dont nous ne sommes éloignés que de 150 millions de kilomètres, ait sa répercussion sur notre modeste planète. Il est, d'ailleurs, prouvé que cette répercussion est particulièrement sensible en ce qui concerne les taches solaires et que la plus ou

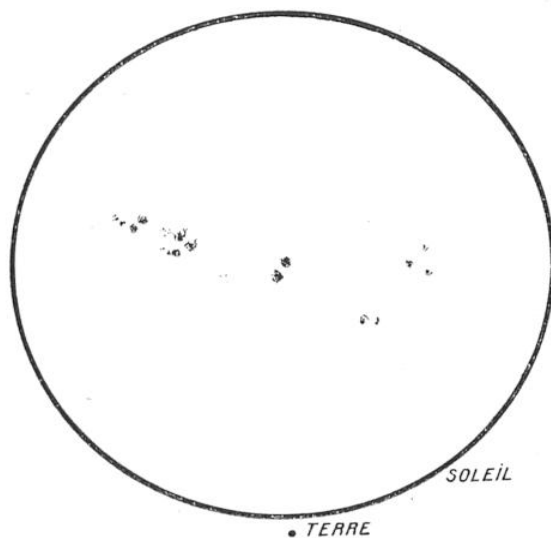
moins grande étendue de ces taches a une influence réellement considérable sur les changements de l'état atmosphérique.

Sans nous arrêter aux diverses et nombreuses opinions émises quant à la cause des taches solaires, nous en retiendrons seulement les effets. On a remarqué que les taches étaient généralement accompagnées d'une recrudescence de l'activité du soleil et que cette activité se traduisait par des éruptions formidables de gaz métalliques et d'hydrogène auprès desquelles les plus fortes manifestations volcaniques terrestres apparaissent absolument insignifiantes. Ces éruptions, qui projettent couramment d'énormes gerbes de flammes à 80.000 kilomètres de



OBSERVATION DES TACHES SOLAIRES PAR PROJECTION SUR UN ÉCRAN

*Cette méthode a, sur la vision directe, le double avantage de permettre l'observation simultanée du soleil par plusieurs personnes et le dessin exact des taches qui viennent se reproduire sur l'écran.*



DIMENSIONS COMPARÉES DU SOLEIL ET DE LA TERRE

*La terre, 1.300.000 fois plus petite que le soleil, est séparée de celui-ci par une distance de 150 millions de kilomètres. L'influence de l'activité solaire sur nos phénomènes atmosphériques est néanmoins considérable et nous en voyons souvent les effets.*

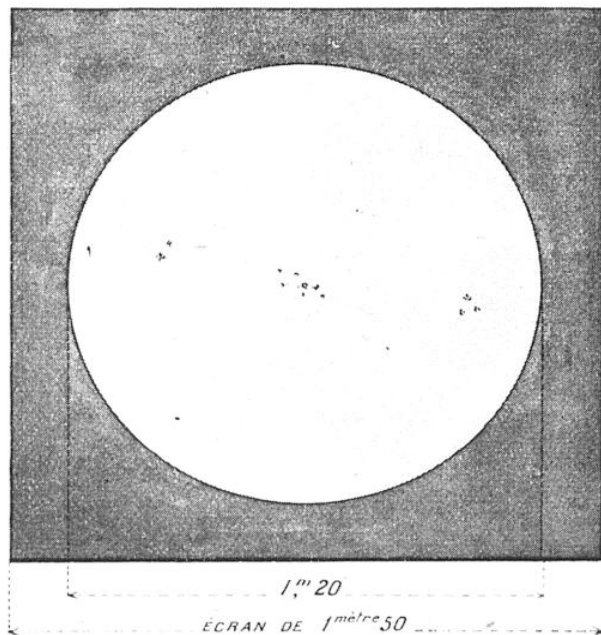
hauteur, et même davantage, atteignent, parfois, dans les périodes de grande intensité, 400 et 500.000 kilomètres. Si loin que nous soyons du Soleil, il est compréhensible qu'une pareille fournaise fasse sentir ses effets sur la Terre et qu'elle y provoque des bouleversements atmosphériques extrêmement importants.

Il se produit, de plus, dans l'entourage du Soleil, surtout pendant les périodes de grande activité, des phénomènes électriques d'une puissance inouïe, se manifestant notamment, dans les hautes régions de notre atmosphère, par l'apparition d'aurores boréales d'une incontestable splendeur. Il est reconnu que la formation de ces phénomènes est due aux orages magnétiques et que ceux-ci proviennent des variations d'activité de l'Astre du jour.

En étudiant les taches du Soleil, leur formation, leur étendue, leur périodicité, en améliorant aussi les méthodes d'observation et en rendant celles-ci plus fréquentes, on arrivera très vraisemblablement, un jour, à faire accomplir d'appréciables progrès au problème de la prévision du temps. Il y a donc un intérêt évident à perfectionner les méthodes d'observation actuelles et c'est à ce résultat que tendent les

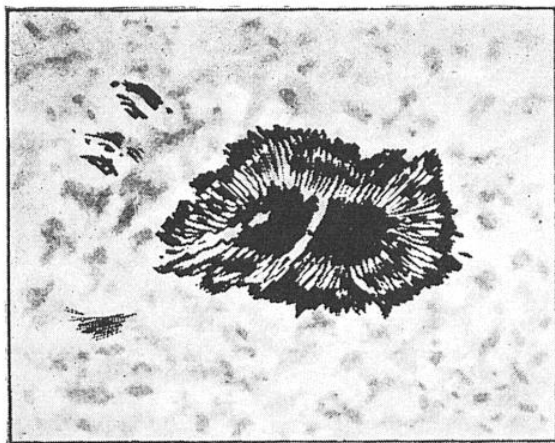
patients efforts d'un chercheur : M. Henri Barault. Celui-ci, qui consacre, presque chaque jour, de longs instants à l'examen des taches solaires, a imaginé et réalisé, dans ce but, un dispositif fort ingénieux.

Il y a deux façons de suivre, à la lunette astronomique, les manifestations de l'activité solaire ; la première est l'observation directe, c'est-à-dire celle qui consiste à placer tout simplement l'œil à l'oculaire, après avoir pris l'indispensable précaution de munir cet oculaire d'une bonnette à verre noir. L'autre est l'observation par projection, c'est-à-dire le renvoi de l'image solaire sur un écran. Cet écran est disposé perpendiculairement au rayon lumineux qui, entrant par l'objectif, sort par l'oculaire. L'avantage de cette méthode est de permettre d'abord l'observation simultanée du Soleil par plusieurs personnes, ensuite, le dessin des taches qui viennent se reproduire sur l'écran. On arrive à obtenir de cette façon une image solaire de dix à vingt centimètres de diamètre, et, de ce fait, l'observation est beaucoup plus facile et souvent plus instructive que par la vision directe. Comme tous les astronomes, M. Henri Barault a souvent procédé à des projections solaires, mais, contrairement à ce que l'on préconise dans les traités d'astro-



PROJECTION DU DISQUE SOLAIRE SUR UN ÉCRAN  
Sur un écran en papier de 1 m. 50 de côté, le soleil apparaît sous la forme d'un disque de 1 m. 20 de diamètre. Les taches sont parfaitement visibles.





UNE TACHE SOLAIRE TELLE QU'ELLE APPARAÎT A LA PROJECTION

*Avec un écran de deux mètres de côté et une lunette assez puissante, les taches apparaissent sur l'écran presque aussi nettes que sur ce dessin.*

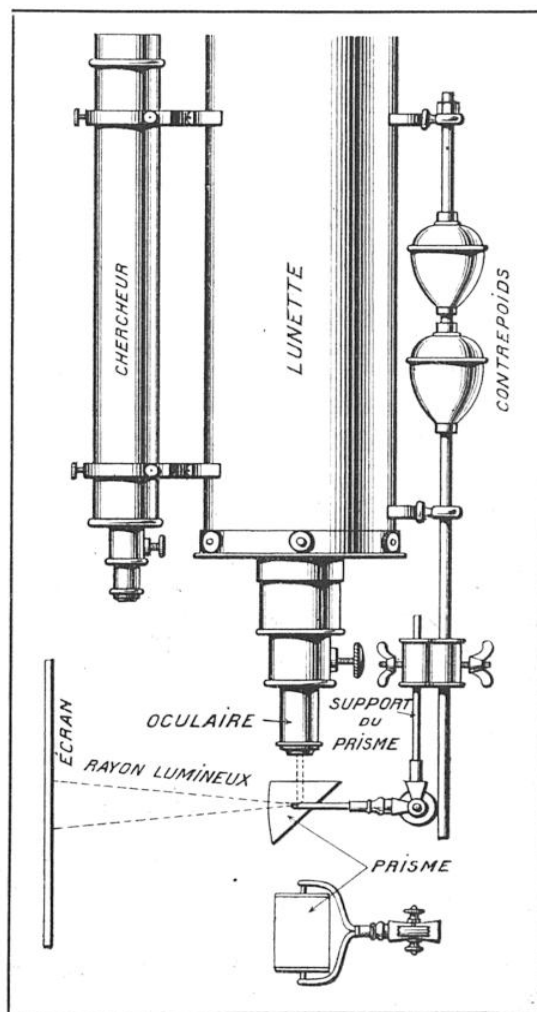
nomie, il a songé à ne pas limiter ses expériences à la projection d'une image de dix à vingt centimètres, mais à une projection beaucoup plus grande. Jusqu'ici, on se contentait, en effet, de placer un écran à quelques centimètres de l'oculaire, pour obtenir une image de petites dimensions. Or, l'intensité du foyer lumineux étant formidablement élevée, rien ne paraissait s'opposer, à condition d'opérer dans une salle suffisamment obscure, à une projection d'une étendue cinq à dix fois supérieure.

Cette séduisante idée, mise à exécution par M. Barault, lui a donné des résultats excellents. La chambre dans laquelle il opère est soigneusement fermée ; extérieurement, les fenêtres sont obturées par des volets et, intérieurement, par des rideaux. Celle au travers de laquelle est braquée la lunette, est masquée par un écran en papier très épais, comportant seulement une ouverture suffisante pour laisser passer l'extrémité de l'instrument. Cette installation permet d'obtenir une chambre pratiquement obscure comme celle d'une salle de cinéma. La seule lumière qui l'éclaire est celle du rayon solaire passant à travers la lunette pour venir se projeter vivement sur l'écran.

Cet écran, de forme carrée, a 1 m. 50 de côté ; il est placé à une distance telle de l'oculaire que le disque solaire s'y inscrit sur toute sa surface, avec une netteté absolument remarquable dès que la mise au point de l'oculaire est bien assurée. On est alors dans des conditions parfaites pour observer et dessiner les taches du soleil et les modi-

fications qu'elles subissent dans leur forme et leur aspect. On distingue, de plus, des phénomènes assez intéressants : il s'agit des curieux effets de la fournaise solaire et, notamment, des vagues de chaleur qui traversent l'atmosphère et qui sont visibles sur l'écran avec une très grande netteté.

La dimension de l'écran et, par conséquent, celle de la projection dépendent naturellement de la puissance de la lunette ou plutôt de son objectif ; celle de M. Barault, déjà imposante quand on sait qu'elle a été entièrement construite par lui, a 2 m. 25 de distance focale et un objectif de 150 millimètres ; si le recul de l'écran n'était pas limité par les dimensions de la chambre où ont lieu les projections, celles-ci pourraient atteindre

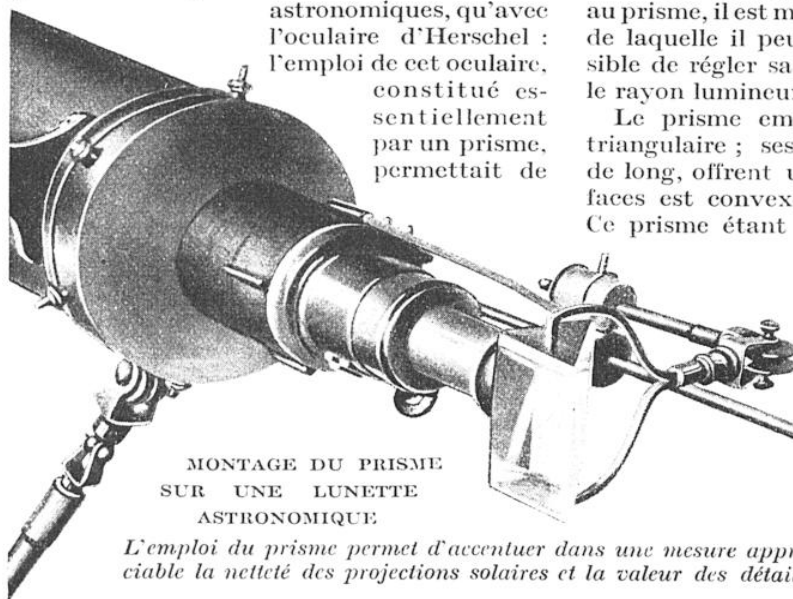


DISPOSITIF ADOPTÉ PAR M. HENRI BARAULT POUR LA PROJECTION DES TACHES SOLAIRES A TRAVERS UN PRISME

certainement 2 mètres, c'est-à-dire que les principales taches s'y reproduisent sur 5 à 6 centimètres de largeur. On comprend combien serait alors facilitée l'étude de ces taches, qui passionne le monde savant.

Si satisfaisant que soit déjà ce résultat, M. Barault a cherché à augmenter encore la netteté des détails dans la projection des taches solaires et, pour cela, il a imaginé un dispositif différent du précédent en ce sens qu'il comporte l'emploi d'un prisme de chambre claire. Jusqu'ici, on ne s'était guère servi du prisme, dans les observations

astronomiques, qu'avec l'oculaire d'Herschel : l'emploi de cet oculaire, constitué essentiellement par un prisme, permettait de



MONTAGE DU PRISME  
SUR UNE LUNETTE  
ASTRONOMIQUE

*L'emploi du prisme permet d'accentuer dans une mesure appréciable la netteté des projections solaires et la valeur des détails.*

remédier aux inconvénients de l'observation directe et, principalement, à l'échauffement du verre noir. Le rayon solaire chauffe, en effet, ce verre au point, parfois, de le faire éclater si l'observation se prolonge quelque peu. Avec l'oculaire d'Herschel, ce danger est complètement écarté puisque la vision a lieu par réfléchissement.

Le dispositif imaginé par M. Barault joue un rôle tout différent : il n'a pour but que d'accentuer considérablement la netteté des projections solaires et la valeur des détails.

Les projections ont lieu, comme précédemment, dans une chambre aussi sombre que possible, mais avant de venir s'inscrire sur l'écran, le disque solaire passe à travers un prisme disposé devant l'oculaire. Ce prisme est maintenu dans la position convenable par un ingénieux support.

L'ensemble est constitué par une tringle métallique qui traverse les contrepoids de la lunette, par leur centre, et qui est boulonnée à son extrémité sur l'un des supports

de ces contrepoids. Sur cette tringle est fixée une pièce en forme de cylindre accolée à un second cylindre qui soutient une tige métallique de 15 centimètres de long ; une autre tige, terminée par une fourche, supporte le prisme, cette tige étant réunie à la précédente par un joint mobile dans le sens vertical. Comme les cylindres sont réglables sur la longueur de la tringle qui les soutient, qu'on peut les immobiliser au moyen d'un écrou, et qu'ils peuvent, de plus, osciller autour de cette tringle, le support du prisme forme un véritable joint à la cardan. Quant au prisme, il est monté sur une fourche autour de laquelle il peut pivoter. Il est donc possible de régler sa position de façon à ce que le rayon lumineux tombe bien en son centre.

Le prisme employé par M. Barault est triangulaire ; ses côtés, de 70 millimètres de long, offrent un angle de 90°. L'une des faces est convexe, c'est-à-dire grossissante. Ce prisme étant placé devant l'oculaire de la lunette, l'écran, par suite du réfléchissement des rayons lumineux, ne doit donc pas être disposé devant mais légèrement sur le côté du prisme.

L'ampleur des détails obtenus, avec des moyens relativement modestes, par la projection à travers le prisme, permet d'envisager une application

extrêmement intéressante du procédé. Si l'on pouvait disposer d'une lunette excessivement puissante, comme celle de l'observatoire américain du Mont Wilson, par exemple, et d'une salle appropriée, il serait possible de faire, en public, des projections énormes où apparaîtraient, sur un écran de 4 ou 5 mètres de côté, les manifestations de la formidable activité du soleil. On verrait les immenses langues de feu qui traversent et entourent les taches solaires et l'on aurait ainsi sous les yeux le plus merveilleux spectacle auquel il soit permis d'assister. Les plus belles projections cinématographiques ne sauraient lui être comparées.

Cette idée originale et neuve de M. Barault vient probablement trop tôt et dans un monde trop jeune pour être réalisée, mais il est probable que la projection des mondes célestes sera une des attractions les plus intéressantes et les plus appréciées des prochaines générations.

GASTON GRISOLLES.



# UNE NOUVELLE MACHINE A CASSER LA PIERRE SUR LES ROUTES

Par Albert JOLLIAUD

**D**ÉPUIS que l'automobilisme a pris un développement considérable et que les voies de communication par terre sont devenues les auxiliaires les plus indispensables du tourisme, le public en général, et les usagers de la route en particulier, s'intéressent à tout ce qui est progrès dans l'art de construire et d'entretenir les artères nationales, départementales et autres.

En 1908, au Congrès international de la Route, tenu à Paris en vue de l'adaptation des voies de communication à la circulation des véhicules automobiles, un vœu avait été

émis pour accélérer l'amélioration du cassage mécanique des matériaux composant le revêtement des

routes macadamisées ; les machines en usage jusqu'alors fournissaient, en effet, un cassage peu approprié à l'entretien des chaussées.

Dans le but de répondre à ce vœu, des études furent entreprises afin de réaliser la construction d'une machine permettant non seulement d'effectuer un cassage mieux approprié, mais surtout d'opérer ce cassage sur les lieux mêmes d'emploi, en cordon ou par tas isolés tout le long d'une route.

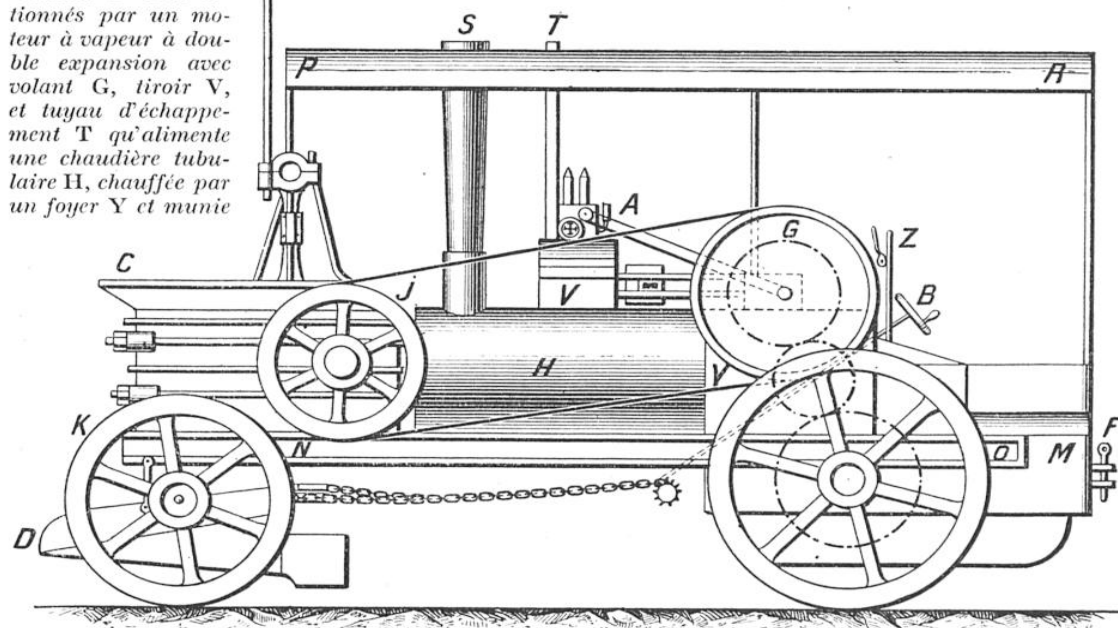
La machine que représente la figure ci-dessous est une locomotive routière à vapeur sur le devant de laquelle se trouve adapté un concasseur spécialement étudié.

Le poids de la machine complète, y compris le moteur et le concasseur, est de 8 tonnes.

Le moteur à vapeur compound, d'une puissance de 10 à 12 chevaux, actionne les roues d'arrière par l'intermédiaire d'engre-

## VUE EN ÉLÉVATION DU CONCASSEUR

Le concasseur C, à volant J, et le crible oscillant D sont actionnés par un moteur à vapeur à double expansion avec volant G, tiroir V, et tuyau d'échappement T qu'alimente une chaudière tubulaire H, chauffée par un foyer Y et munie



d'une cheminée S. Le bâti d'acier N O du véhicule à roues directrices K, porte une caisse à charbon et une bûche à eau M. Le mécanicien, abrité sous une marquise P R, dispose d'un volant de direction B ainsi que d'un levier Z commandant l'embrayage, le débrayage et le changement de vitesse. On soulève les mâchoires, en vue du démontage, au moyen de la palée E. Une cheville ouvrière sert pour l'attelage d'une voiture servant à loger le personnel ouvrier qui accompagne l'appareil dans ses déplacements.

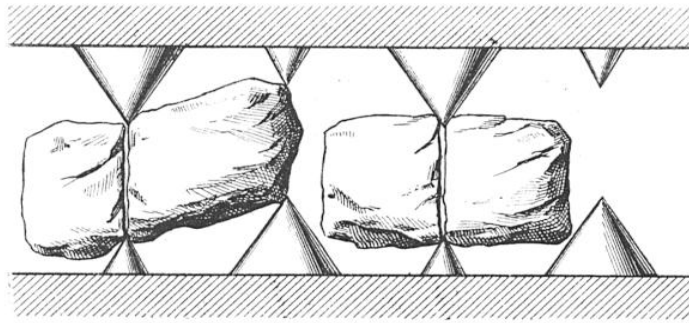
nages commandant un différentiel pouvant donner deux vitesses, l'une de 3 kilomètres pour monter les rampes, l'autre de 6 kilomètres pour marcher en palier.

Le mécanicien dirige, au moyen d'un volant, d'une vis sans fin et d'une chaîne, l'avant-train qui présente une facilité de direction remarquable dans toutes les circonstances.

La chaudière tubulaire est proportionnée à la puissance du moteur, de sorte que la pression se maintient bien ; lorsque la machine est arrêtée pour procéder au cassage, le mécanicien peut aider à ce travail tout en surveillant bien son feu.

Une courroie passant du volant moteur au volant concasseur, sert à actionner ce dernier. Lorsque la machine immobile est mise en chantier devant le tas de pierres à casser, le travail du moteur est communiqué au concasseur au moyen d'un embrayage spécial. Ce changement se fait instantanément.

Le concasseur, placé à l'avant de la machine, est à mâchoires perfectionnées et à double effet ; il comporte deux mâchoires fixes et deux mâchoires mobiles ; ces dernières, suspendues à un axe d'oscillation, reçoivent leur mouvement de va et vient de deux excentriques agissant sur des leviers de poussée comme le montre la fig. page 333.



COUPE HORIZONTALE MONTRANT LE TRAVAIL DE SECTIONNEMENT DE LA PIERRE

*Les pierres brutes, serrées entre les pointes d'acier des mâchoires inclinées en forme de V, se partagent en fragments successifs ; ceux-ci descendent de proche en proche jusqu'au bas des mâchoires où les intervalles entre les dents se réduisent aux dimensions à très peu près exactes du cassage à obtenir dans chaque cas.*

Les mâchoires fixes peuvent être avancées ou reculées suivant la grosseur des pierres à casser. Le déplacement se fait au moyen de coins et de vis de réglage. On serre ou on desserre les vis suivant que l'on veut faire monter ou descendre les coins et écarter plus ou moins les mâchoires. Ces

différents écartements permettent de casser la pierre à l'anneau de 0,06, 0,07, 0,08 ou 0,09.

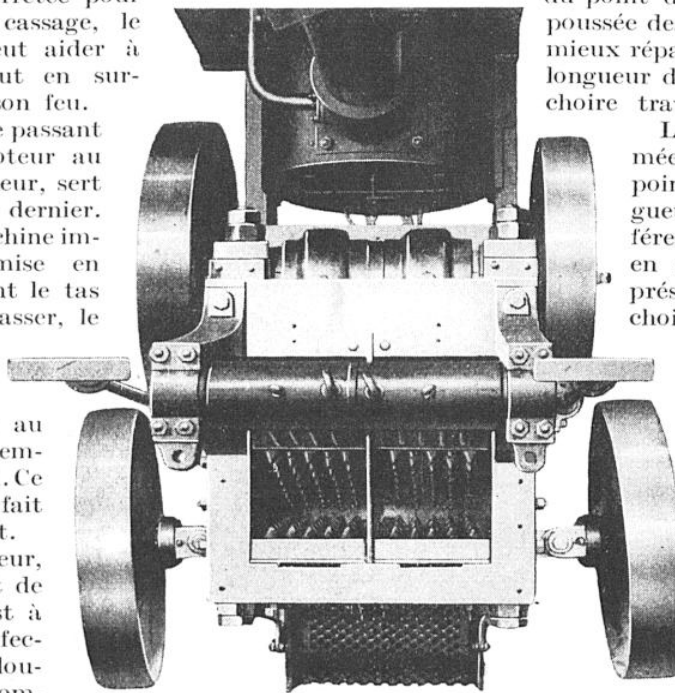
L'axe de suspension des mâchoires mobiles est placé aussi haut que possible au-dessus du point d'appui des leviers de poussée des excentriques, afin de mieux répartir la pression sur la longueur de la partie de la mâchoire travaillant au cassage.

Les mâchoires, sont armées de dents formées de pointes coniques, de longueurs et de grosseurs différentes qui sont placées en quinconce, et qui se présentent, dans les mâchoires, une grosse vis-à-vis d'une petite.

La coupe transversale, représentée par la figure ci-dessus montre la distribution des dents ou pointes sur les mâchoires pour le sectionnement de la pierre.

Le double effet est obtenu par l'adaptation de deux mâchoires mobiles commandées individuellement par deux excentriques calés

à 180 degrés l'un par rapport à l'autre. Il en résulte que, pour un tour de l'arbre, les mâchoires donnent deux coups utiles alternativement l'une après l'autre. Les efforts

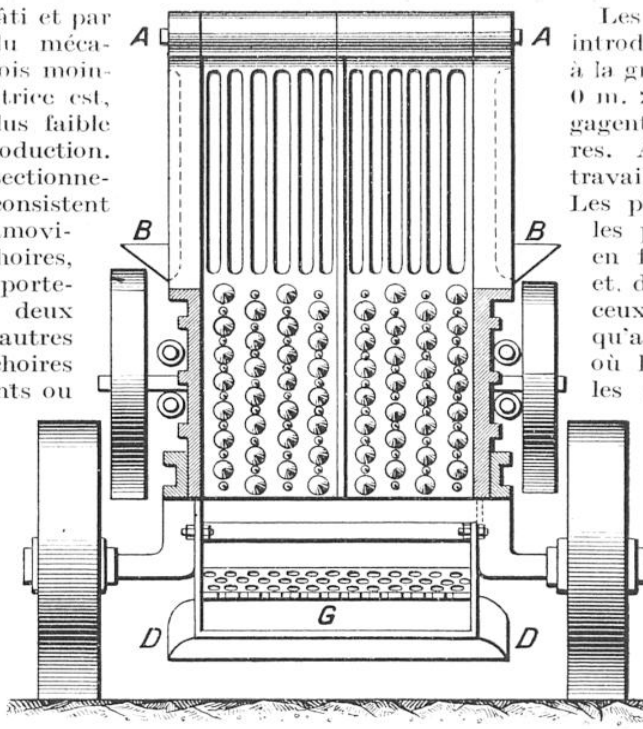


PHOTOGRAPHIE MONTRANT EN PLAN LE CONCASSEUR REPRÉSENTÉ EN COUPE PAR LA FIGURE DE LA PAGE PRÉCÉDENTE



supportés par le bâti et par tout l'ensemble du mécanisme sont deux fois moindres ; la force motrice est, par suite, bien plus faible pour la même production.

Les organes de sectionnement de la pierre consistent en quatre plaques amovibles appelées mâchoires, ajustées sur des portemâchoires, dont deux sont fixes et deux autres mobiles. Les mâchoires sont armées de dents ou pointes venues de fonderie sur les plaques mêmes qui les supportent, le tout en fonte trempée extra-dure. Ainsi qu'on l'a dit précédemment, les pointes disposées en quinconce sont de deux sortes et placées de façon que, dans les mâchoires, une grosse se présente vis-à-vis d'une petite. Toutes ces pointes sont de forme conique, leur sommet est légèrement arrondi en calotte sphérique dans les mâchoires destinées au cassage des matériaux durs pour éviter leur rupture.



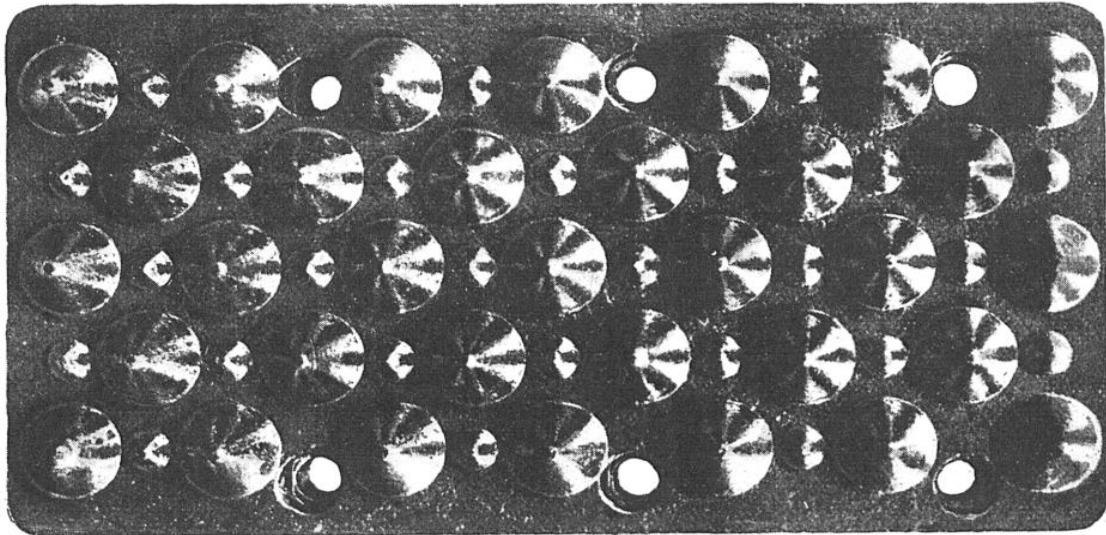
COUPE TRANSVERSALE DU CONCASSEUR

*On voit ici en détail les mâchoires mobiles suspendues à l'axe A, la trémie d'alimentation B, le crible G et le déversoir D ; le fonctionnement de ces divers organes est expliqué par les légendes des figures pages 333 et 337.*

Les matériaux bruts introduits dans la trémie, à la grosseur maximum de 0 m. 20 à 0 m. 30, s'engagent entre les mâchoires. Alors commence le travail de sectionnement. Les pierres serrées entre les pointes se partagent en fragments successifs et, de proche en proche, ceux-ci descendent jusqu'au bas des mâchoires où les intervalles entre les dents se réduisent aux dimensions du cassage à obtenir.

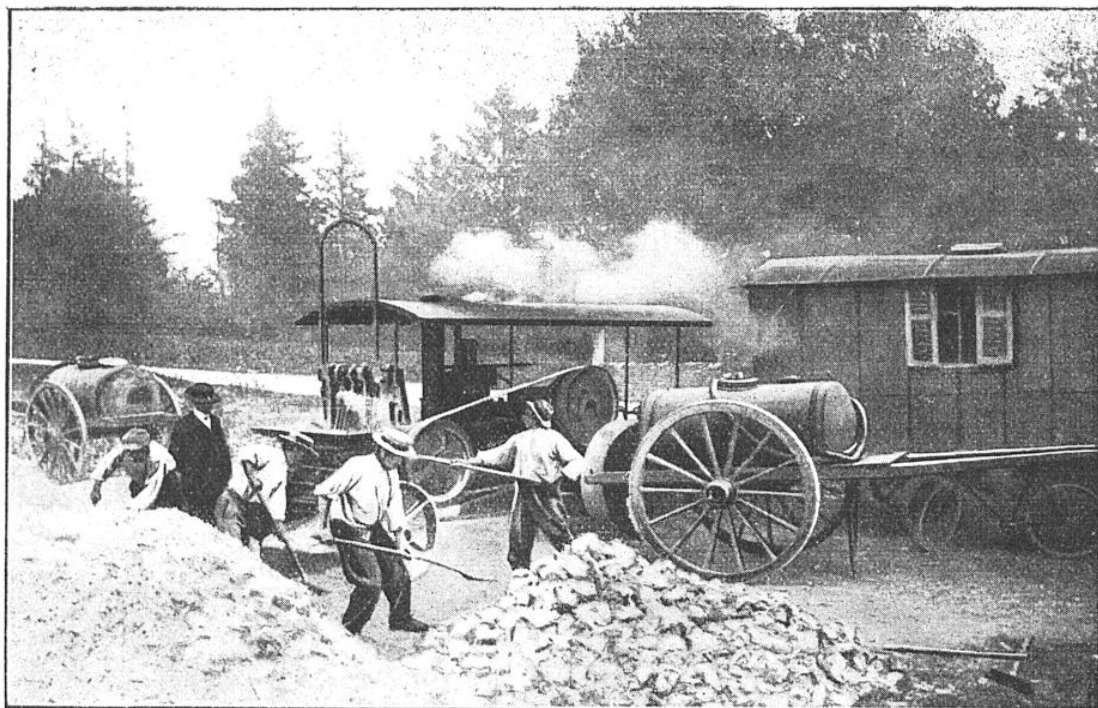
Dans leur mouvement descendant, les éclats, par suite de la rotation qui leur est imprimée par la mâchoire mobile et de la disposition en quinconce des dents, sont déviés de la direction verticale et retournés, puis sectionnés dans plusieurs sens perpendiculaires à la position précédente, ce qui

détermine des fragments à peu près réguliers. Ils sont ainsi réduits jusqu'à ce qu'ils correspondent à la dimension des intervalles

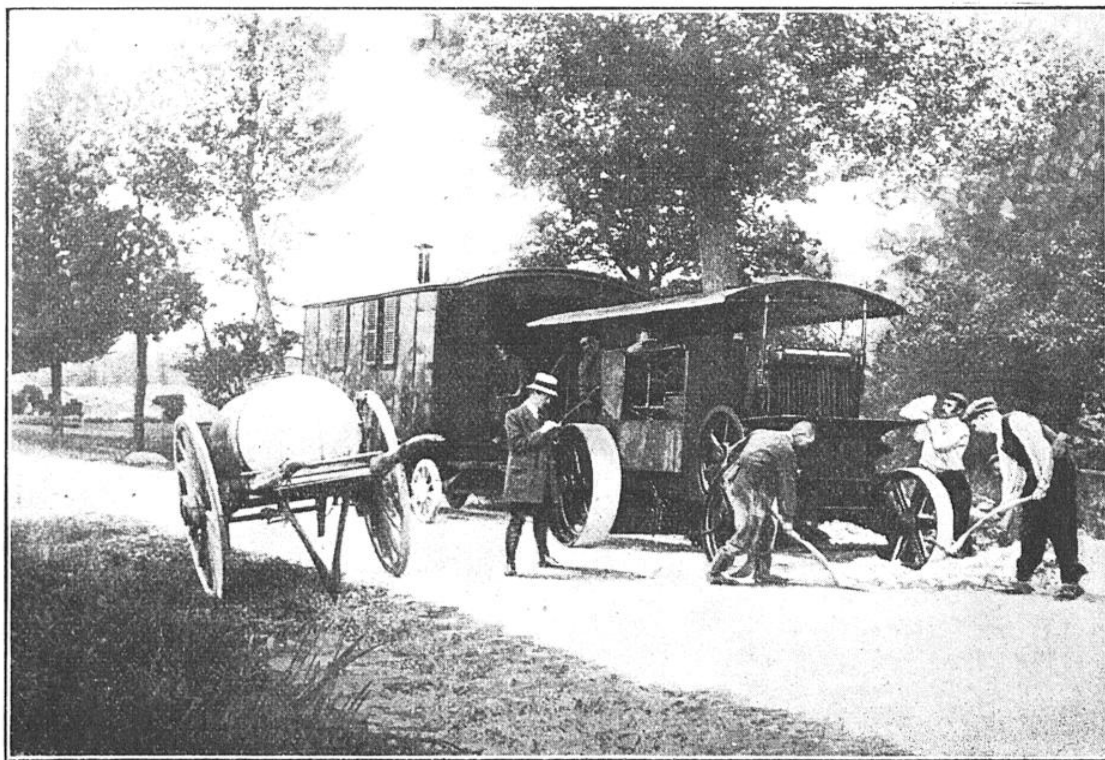


VUE PHOTOGRAPHIQUE D'UNE PLAQUE DE MACHOIRES MÉTALLIQUES MOBILES





PRÉPARATION DE LA PIERRE POUR LE RECHARGEMENT CYLINDRIQUE DE LA ROUTE



LA MACHINE A CONCASSER TRAVAILLE SUR UN DES CÔTÉS DE LA ROUTE A RÉPARER



laissés libres entre les dents des rangées inférieures d'où ils s'échappent pour tomber sur la grille du crible. Celle-ci, dont les mailles sont de 0 m. 02 de diamètre, sépare les débris de pierre de dimensions inférieures de la pierre cassée propre au cylindrage. Le sable obtenu au triage peut, d'ailleurs, être utilisé soit pour le béton, soit pour le cylindrage, lorsqu'il est calcaire, dans les deux cas comme matière d'agrégation.

Grâce aux mâchoires employées, les parties sectionnantes opèrent leur pression de rupture par joints, en raison de la disposition des dents sur deux faces opposées de la pierre et suivant des lignes perpendiculaires à ces faces. Les réactions supportées par les mâchoires sont, par conséquent, égales et, par suite, le sectionnement se fait normalement suivant ces lignes, de sorte que les déchets sont réduits au minimum et il n'y a pas ébranlement moléculaire de la pierre comme dans les appareils opérant par chocs ou par seul écrasement.

Des essais ont été effectués avec cette machine sur des routes vicinales. Les matériaux soumis au cassage étaient des calcaires portlandiens de résistance moyenne et des scories très dures de hauts-

fourneaux. Le personnel attaché à la machine se composait d'un mécanicien pour la conduite du moteur et de quatre manœuvres pour la manipulation des matériaux.

Un chantier mobile comportait un concasseur en travail pour la préparation de la pierre nécessaire à un rechargement cylindré, une « caravane » (wagon monté sur quatre roues) pour le logement du mécanicien, et une tonne d'eau suivant la machine.

Le rendement normal dans ces conditions,

qui est de 3 mètres cubes de cassage à l'heure, peut même dépasser 4 mètres cubes à certains moments. Le cassage obtenu est comparable au cassage à la main. La proportion de sable, variable suivant la nature de la pierre, est de 15 à 22 %. Plus les matériaux sont durs, plus le cassage est régulier et moins il y a de déchet. Les mâchoires en fonte trempée,

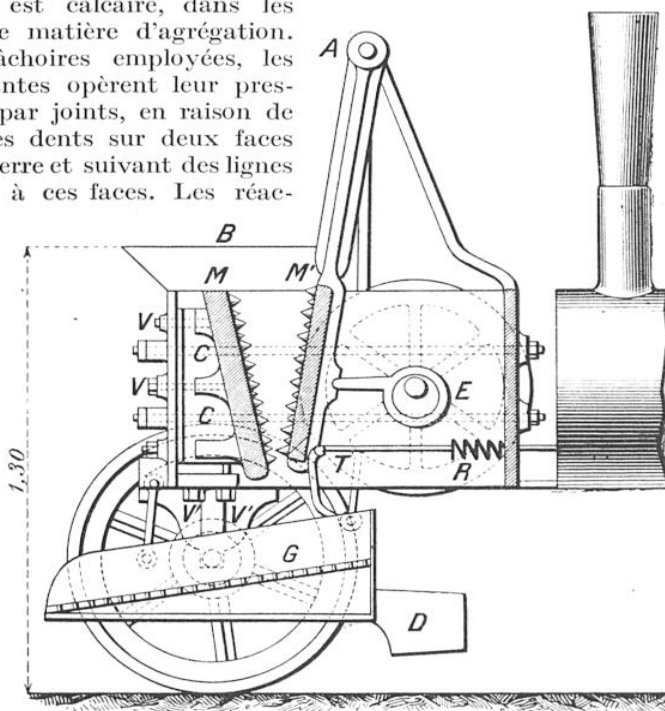
résistent très bien au cassage des pierres les plus dures et ne sont remplacées qu'après avoir cassé au moins 900 mètres cubes de matériaux dont 400 mètres cubes de scories.

La consommation du moteur a été, dans les conditions ci-dessus, de 200 à 230 kilos de charbon et d'environ 1.000 litres d'eau par journée.

Le côté pratique de cette machine est sa facilité d'évolution. Les matériaux étant approvisionnés bruts sur la route ou sur le chemin, on obtient, en même temps et rapidement, la pierre cassée et le sable, sur les lieux mêmes de leur emploi et dans des proportions convenables pour obtenir un bon cylin-

drage dans toutes les conditions de travail.

On voit donc quels précieux services rend cette machine si simple et si robuste pour le rechargement et le cylindrage rapides des routes macadamisées de toutes catégories. On peut cependant concevoir que des modifications pourraient être apportées à ce matériel, notamment le remplacement de la machine à vapeur par un moteur à essence ou à gaz pauvre. Cependant, il faudrait alors alourdir le concasseur pour le cylindrage. A. JOLLAUD.



COUPE LONGITUDINALE D'UN CONCASSEUR MÉCANIQUE A DOUBLE EFFET ET A MACHOIRES PERFECTIONNÉES

Les pierres brutes à concasser tombent de la trémie B entre les mâchoires fixes M et mobiles M'. Ces dernières sont suspendues à l'axe A et on règle la position des mâchoires fixes au moyen des coins C. Pour écarter les mâchoires, on serre les vis de calage V et on desserre les vis V', tandis que l'on obtient le serrage par la manœuvre inverse. L'excentrique E et la tige à ressort T R communiquent un mouvement de va-et-vient à la mâchoire mobile M' et au crible G suspendu sous le concasseur. Le sable et les débris qui sont séparés de la pierre par la grille du crible sont évacués par le déversoir D.

## UNE HÉLICE QUI S'ESCAMOTE SOUS LE BATEAU

UN nouveau système vient d'être inventé pour protéger les bateaux à faible tirant d'eau contre les herbes des rivières et les rochers du fond et pour faciliter leur échouage; il repose sur un principe que connaissent bien tous ceux qui ont fait du canotage à voile en rivière: le puits de la dérive.

Dans une sorte de caisson étanche, au centre du bateau, la dérive métallique peut se hisser dès que l'on passe sur des bas-fonds ou que l'embarcation s'approche de la rive. On a donc pensé que l'hélice, comme la dérive, pouvait être rentrée dans le bateau quand son rôle de propulseur devenait inutile. Un grand carter en aluminium ou en fonte est fixé sur le fond du bateau au moyen de nombreux boulons, de façon à ne pas laisser filtrer l'eau.

Dans ce carter passe l'arbre de l'hélice et l'hélice elle-même. Cet arbre a son extrémité supportée par une douille en bronze montée à pivot sur un levier en cuivre qui fait corps

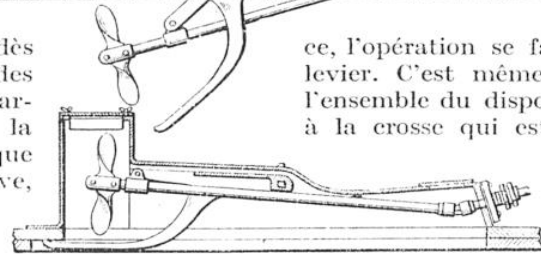
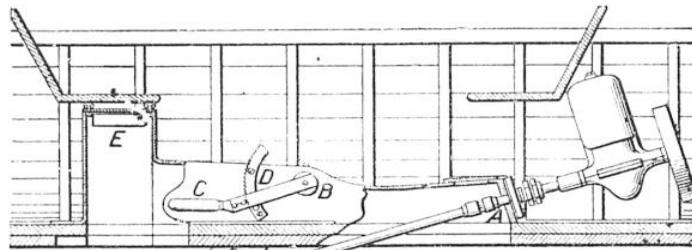
avec la crosse. Cette pièce peut pivoter de haut en bas ou inversement au moyen d'un axe *B* qui en est solidaire et qui traverse le carter. Cet axe porte, à l'une de ses extrémités, à l'intérieur du carter, un levier muni d'une manette.

Pour une raison quelconque, veut-on escamoter l'hélice,

l'opération se fait aisément à l'aide du levier. C'est même automatiquement que l'ensemble du dispositif se soulèvera, grâce à la crosse qui est relevée elle-même par l'obstacle sur lequel passe le bateau. L'hélice vient alors se loger dans la partie la plus relevée et la plus large du carter aménagée à cet effet.

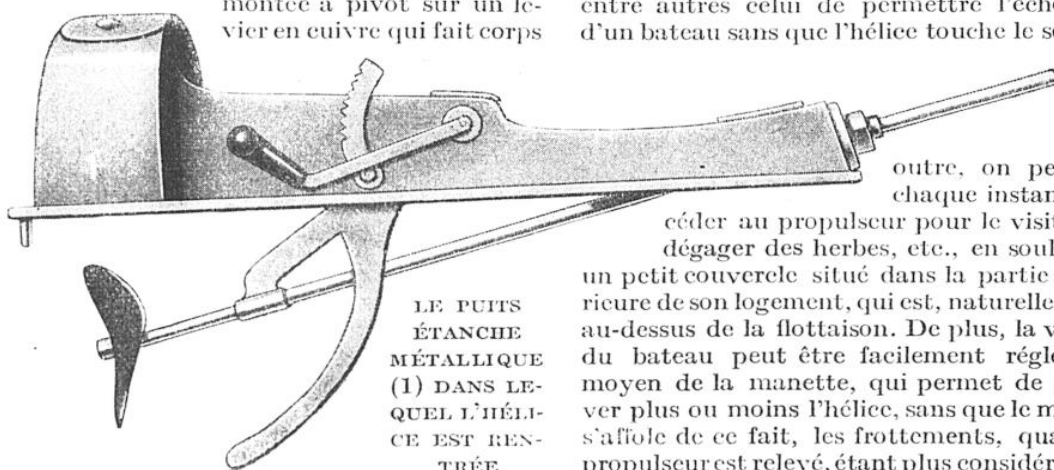
L'arbre de l'hélice est relié par un joint universel à l'arbre du moteur, incliné lui-même sur son bâti, de telle sorte que les arbres de transmission, quand l'hélice travaille, sont dans le prolongement l'un de l'autre.

Ce dispositif offre de nombreux avantages, entre autres celui de permettre l'échouage d'un bateau sans que l'hélice touche le sol; en



VUE EN COUPE DU DISPOSITIF D'UN MOTEUR MARIN À HÉLICE RELEVABLE

Figure d'en haut: A, joint à rotule entre l'arbre du moteur et l'arbre de transmission; B C D, axe, manivelle et secteur servant à relever l'hélice et à la loger dans le puits E. — Figure d'en bas: l'hélice est relevée de telle sorte que la crosse qui la protège affleure le fond de l'embarcation.



LE PUITS ÉTANCHE MÉTALLIQUE (1) DANS LEQUEL L'HÉLICE EST RENTRÉE

outre, on peut, à chaque instant, accéder au propulseur pour le visiter, le dégager des herbes, etc., en soulevant un petit couvercle situé dans la partie supérieure de son logement, qui est, naturellement, au-dessus de la flottaison. De plus, la vitesse du bateau peut être facilement réglée au moyen de la manette, qui permet de soulever plus ou moins l'hélice, sans que le moteur s'affaiblisse de ce fait, les frottements, quand le propulseur est relevé, étant plus considérables.



# LA DÉTERMINATION DES VITESSES DANS LES MASSES D'EAU EN MOUVEMENT

Par Charles CAMICHEL

DIRECTEUR DE L'INSTITUT ÉLECTROTECHNIQUE DE TOULOUSE

L'INSTITUT Electrotechnique et de Mécanique appliquée de l'Université de Toulouse a entrepris, depuis 1913, une série de recherches relatives aux questions d'hydraulique industrielle (houille blanche), qui sont devenues tout à fait actuelles et ont pris une grande importance

Pitot (fig. 1) se compose essentiellement de deux tubes verticaux, recourbés horizontalement à leur partie inférieure, qui est métallique, tandis que la partie supérieure est en verre. On oriente l'ensemble de ces deux tubes de telle façon que leur portion inférieure soit horizontale et pa-

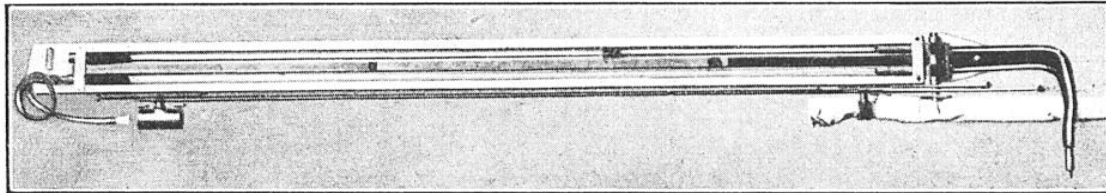


FIG. 1. — TUBE DE PITOT (IL EST UTILISÉ DANS LA POSITION VERTICALE)

en ces dernières années, en raison de la pénurie de charbon dont souffre notre industrie.

Ces travaux ont été faits sous les auspices de la Société Hydrotechnique de France, conformément au programme élaboré par le Comité des études et recherches scientifiques pour l'aménagement et l'utilisation des forces hydrauliques.

On a abordé, en 1919, dans les laboratoires de Toulouse, l'étude de la détermination des vitesses dans les masses fluides en mouvement, problème important au point de vue scientifique et technique.

Les deux appareils qu'on emploie le plus fréquemment dans ce but sont : le tube de Pitot et le moulinet.

L'appareil de

rallèle à la direction de la vitesse de l'eau. L'un des tubes porte à son extrémité inférieure un orifice qu'on place normalement au courant ; le second tube est bouché à son extrémité et possède latéralement, sur sa portion horizontale, un petit orifice ; pour mieux guider les filets liquides au voisinage de cet orifice, le tube est entouré par un petit cylindre ouvert à ses deux extrémités et qui lui est concentrique. L'appareil étant placé dans le courant, de la manière indiquée plus haut, l'eau monte à une hauteur plus grande dans le premier tube que dans le second. La dénivellation observée permet de mesurer la vitesse de l'eau au point où l'appareil est plongé. La lecture se fait difficilement au voisinage de la surface de l'eau ; pour éviter cet inconvénient, on emploie l'artifice suivant : On met les deux tubes

verticaux en communication, à leur partie supérieure, avec un troisième tube très court (voir fig. 1) muni d'un robinet ; on aspire l'air par ce tube, l'eau monte dans les

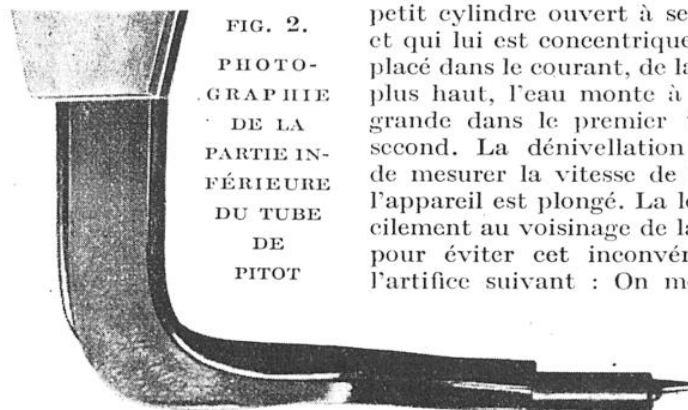


FIG. 2.  
PHOTOGRAPHIE  
DE LA  
PARTIE INFÉRIEURE  
DU TUBE  
DE  
PITOT

*On distingue les deux tubes : l'un d'eux porte à son extrémité conique (à droite) un orifice qu'on place normalement au courant ; le deuxième tube est bouché à son extrémité et possède un petit orifice latéral ; il est entouré, au voisinage de cet orifice, d'un petit tube concentrique destiné à guider les filets liquides ; ce tube est visible à droite de la figure.*

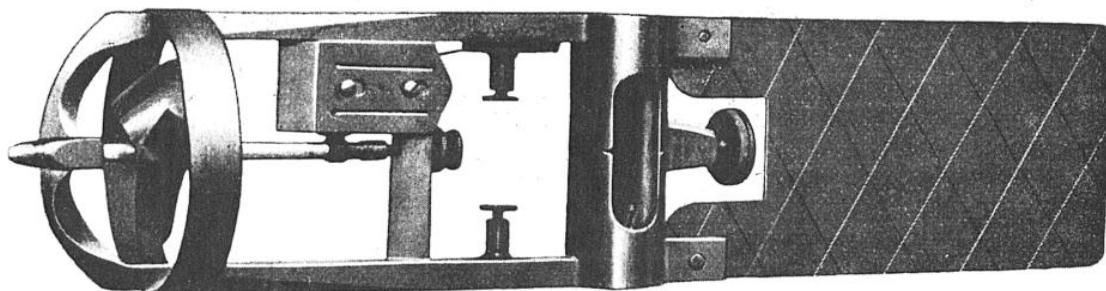


FIG. 3. — MOULINET EMPLOYÉ POUR LA DÉTERMINATION DES VITESSES DES LIQUIDES ; IL PERMET, NOTAMMENT, DE CALCULER LE DÉBIT DES COURS D'EAU

deux tubes verticaux et une règle mobile graduée, munie de curseurs, permet de mesurer aisément la dénivellation ; la lecture donne immédiatement la vitesse en mètres par seconde. La figure 2 de la page précédente montre le détail de la partie inférieure du tube de Pitot.

Le moulinet, employé pour la détermination des vitesses des liquides, est muni d'ailettes hélicoïdales (voir fig. 3 et 4) qui tournent sous l'influence du courant ; l'appareil est tenu dans l'eau par une tringle rigide verticale, de façon que l'axe du moulinet, qui est l'axe de rotation des ailettes, soit horizontal. Un gouvernail l'oriente dans une position parallèle à la direction des filets liquides.

Une formule simple permet de déduire la vitesse de l'eau de celle du moulinet. Pour déterminer celle-ci, on emploie le procédé suivant : Chaque fois que le moulinet accomplit dix tours, un contact électrique actionne une sonnerie. Pour avoir la vitesse du moulinet, il suffit de compter le nombre de signaux donnés par la

sonnerie électrique pendant un temps évalué au moyen d'un chronomètre.

La formule de l'instrument s'obtient par un tarage préliminaire indispensable ; ce tarage consiste à déplacer le moulinet, avec des vitesses connues, dans un canal rectiligne où l'eau est immobile.

Les moulinets sont constamment employés par le Service des grandes forces

hydrauliques (Pontet Chaus-sées) qui étudie, d'une façon systématique, le débit des cours d'eau en vue des projets d'aménagement des chutes ; ce service fonctionne depuis longtemps dans les Alpes,

dans les Pyrénées et le Massif central.

Les deux procédés que nous venons d'indiquer ont, l'un et l'autre, un grand inconvénient, c'est d'introduire dans la masse d'eau étudiée un appareil qui modifie d'une façon tout à fait inconnue la vitesse à mesurer. S'ils suffisent, le moulinet surtout, pour des déterminations comme celles des débits des cours d'eau qui n'ont pas besoin d'une très grande précision, en revanche, ils sont tout à fait insuffisants pour ré-

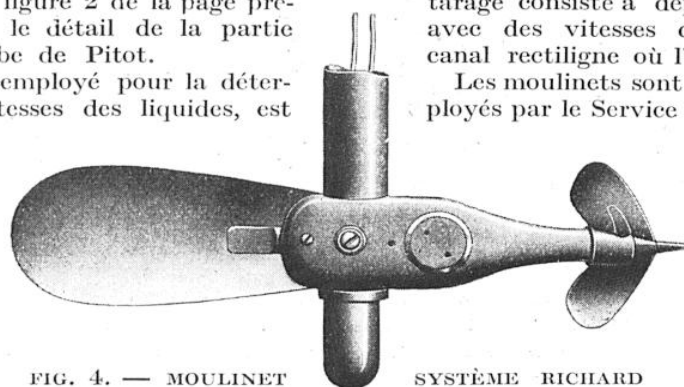


FIG. 4. — MOULINET SYSTÈME RICHARD

Dans ce modèle, le mécanisme qui permet la détermination de la vitesse des ailettes est enfermé dans un carter.

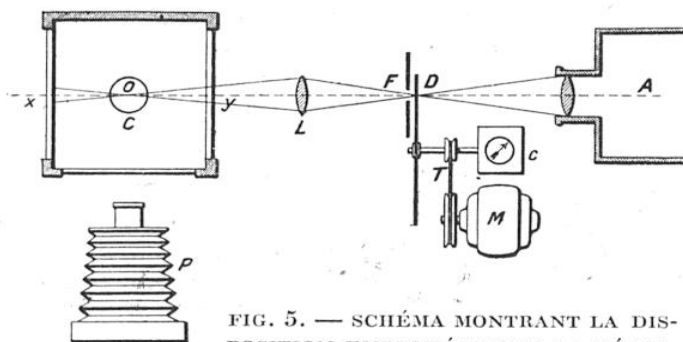


FIG. 5. — SCHÉMA MONTRANT LA DISPOSITION EMPLOYÉE POUR LA DÉTERMINATION SCIENTIFIQUE DES VITESSES DES LIQUIDES.

A, arc électrique ; F, fente ; D, disque tournant ; T, transmission ; M, moteur ; L, lentille ; x y, plan dans lequel on veut déterminer la répartition des vitesses ; C, chambre d'eau ; c, compteur de tours ; P, appareil photographique.



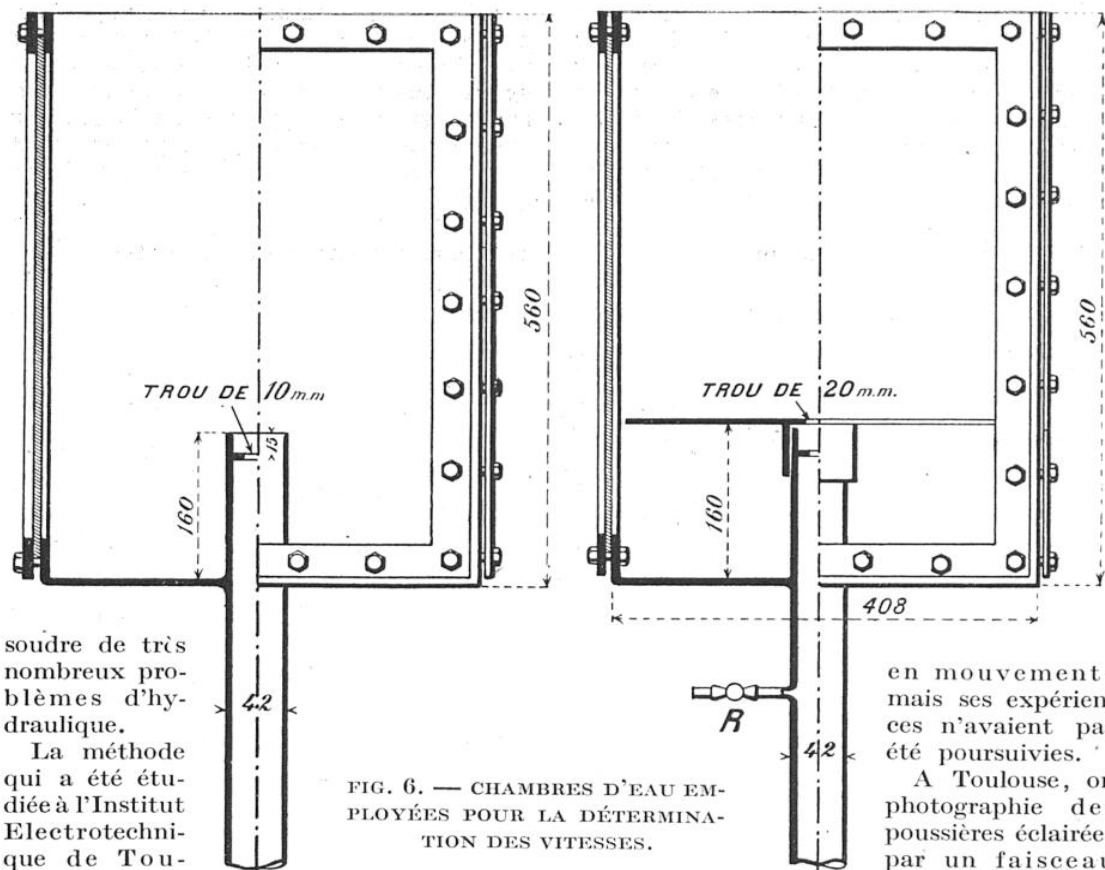


FIG. 6. — CHAMBRES D'EAU EMPLOYÉES POUR LA DÉTERMINATION DES VITESSES.

souder de très nombreux problèmes d'hydraulique.

La méthode qui a été étudiée à l'Institut Electrotechnique de Toulouse, consiste

à éclairer vivement des particules en suspension dans le liquide en mouvement et à les photographier au moyen du procédé Marey.

On sait que ce physiologiste est l'auteur d'une méthode extrêmement féconde pour l'étude des corps en mouvement : la chronophotographie, qui consiste à photographier le phénomène étudié avec des poses très courtes, à des époques régulièrement espacées. On connaît les applications qui en ont été faites à l'étude de nombreux problèmes : l'observation de la marche de l'homme, du trot d'un cheval, du vol d'un oiseau, etc...

Le cinématographe, si répandu aujourd'hui, réalise en quelque sorte l'inverse de l'expérience de Marey en reconstituant une scène par l'emploi des photographies instantanées qui ont permis de l'analyser.

Marey lui-même avait commencé l'utilisation de son procédé pour l'étude des liquides

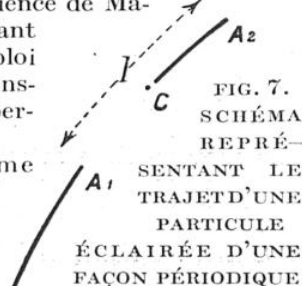


FIG. 7. SCHÉMA REPRÉSENTANT LE TRAJET D'UNE PARTICULE ÉCLAIRÉE D'UNE FAÇON PÉRIODIQUE

en mouvement ; mais ses expériences n'avaient pas été poursuivies.

A Toulouse, on photographie des poussières éclairées par un faisceau intermittent. Ces

poussières entraînant de petites bulles d'air, les particules ainsi constituées subissent une sélection automatique ; celles qui ont la même densité moyenne que le liquide ambiant restent en suspension dans celui-ci et servent aux mesures ; les autres tombent

au fond ou flottent à la surface. On obtient ainsi par réflexion sur les bulles d'air

des points très brillants, se détachant sur un fond noir.

Ce dispositif a l'avantage de ne produire dans le liquide, où l'on veut mesurer les vitesses, aucune action perturbatrice ; il permet aussi de fixer avec précision les conditions initiales, par exemple de mettre le liquide en mouvement sans secousse.

Le schéma du montage est représenté dans la figure 5 : en A, se trouve un arc ; on forme l'image du cratère de celui-ci sur la fente F, au voisinage de laquelle se trouve un disque D, comprenant des secteurs alternativement pleins et vides. Ce disque est monté sur une transmission T mue par un moteur M ; un

compteur de tours  $C$  permet de déterminer la vitesse du disque. Une lentille  $L$  forme l'image de la fente  $F$  en coïncidence avec l'axe  $O$  de la chambre d'eau étudiée. On obtient ainsi un faisceau très délié qui éclaire d'une façon extrêmement vive les particules situées dans le plan  $x\eta$ ; la photographie obtenue est agrandie, suivant les cas, dans le rapport de 1 à 3 ou de 1 à 5.

Donnons un exemple de mesure :

par  $T$  la durée comprise entre deux éclaircissements consécutifs et par la longueur séparant deux points homologues  $A_1, A_2$  (fig. 7) de l'image discontinue du filet liquide ; désignons par  $K$  le rapport entre la longueur réelle de  $A_1, A_2$  et la longueur déterminée sur la photographie, la vitesse est donnée par la formule :  $W = K \frac{1}{T}$ . Les longueurs des traits peuvent être déterminées avec pré-

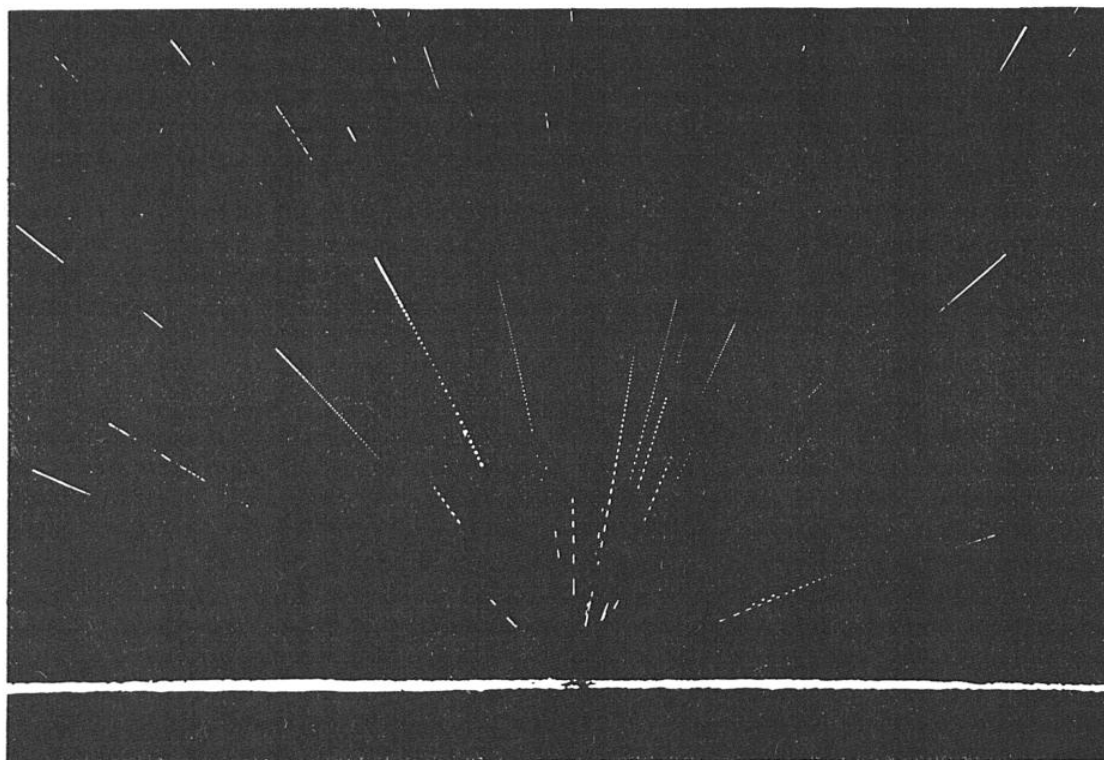


FIG. 8. — PHOTOGRAPHIE MONTRANT LA RÉPARTITION DES VITESSES AU VOISINAGE D'UN ORIFICE EN MINCE PAROI DE UN CENTIMÈTRE DE DIAMÈTRE PERCÉ À LA PARTIE INFÉRIEURE D'UNE CHAMBRE D'EAU

*On remarquera que les filets liquides sont très sensiblement rectilignes dès qu'on s'éloigne de l'orifice.*

On a étudié la répartition des vitesses dans une chambre d'eau représentée par la figure 6 ; cette chambre d'eau est munie à sa partie inférieure d'un orifice en mince paroi ayant deux centimètres de diamètre. L'écoulement est symétrique autour de l'axe vertical passant par le centre de l'orifice ; il s'effectue suivant des plans méridiens passant par cet axe. Chaque filet liquide est représenté sur les figures par un trait discontinu qui est net sur toute sa longueur. Ce qui montre que le mouvement de la particule s'effectue suivant un plan. Désignons

cision au moyen d'un appareil spécial appelé Coordinatographe, et quand ils sont rectilignes et assez longs au moyen d'un double décimètre divisé en demi-millimètres.

Cette méthode appliquée à de grandes masses d'eau exige alors un éclairage particulièrement puissant. Les figures 8, 9, 10 et 11 sont la reproduction de quelques-unes des photographies obtenues.

La figure 8 représente la répartition des vitesses au voisinage d'un orifice en mince paroi de un centimètre de diamètre, percé à la partie inférieure d'une chambre d'eau ; on



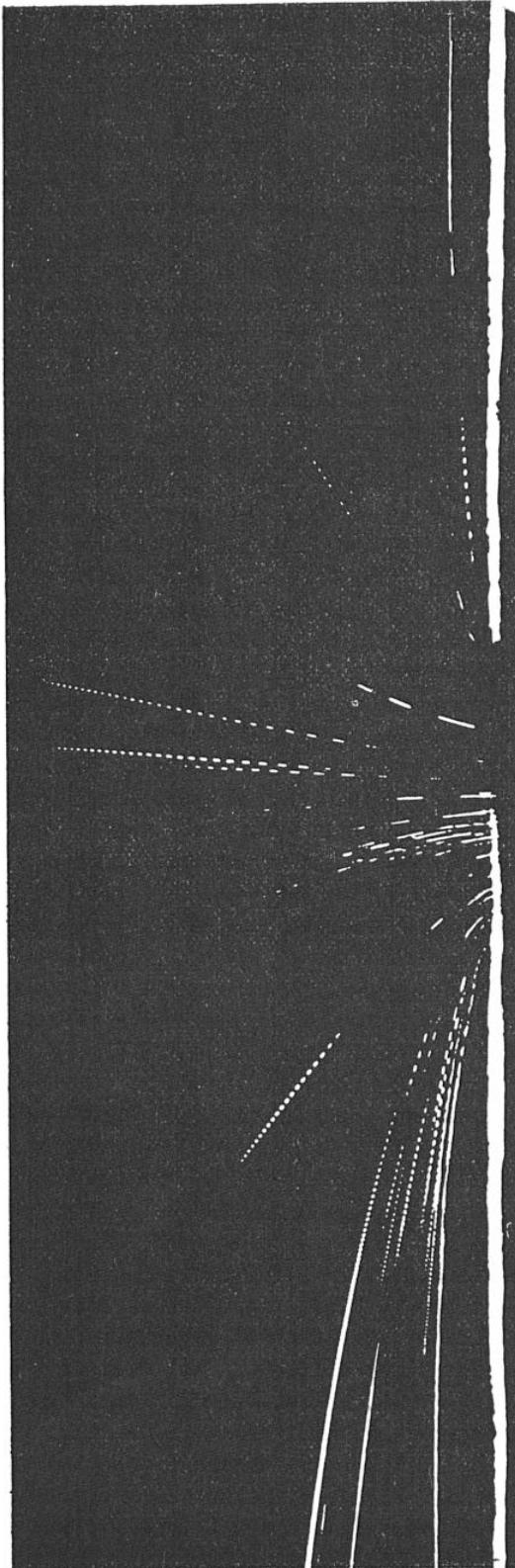


FIG. 9. — MÊME PHÉNOMÈNE QUE DANS LA FIGURE 8, AVEC UN ORIFICE EN MINCE PAROI DE DEUX CENTIMÈTRES DE DIAMÈTRE

remarquera que les filets liquides sont très sensiblement rectilignes dès qu'on s'éloigne de l'orifice de la chambre d'eau.

La figure 9 représente le même phénomène, avec un orifice en mince paroi de deux centimètres de diamètre.

La figure 10 permet d'apprécier la répartition des vitesses du liquide au voisinage d'un ajutage cylindrique rentrant.

La figure 11 représente la répartition des vitesses dans une chambre d'eau munie à sa partie supérieure d'un orifice en mince paroi de 1 centimètre de diamètre ; elle montre l'influence d'une paroi verticale placée à trois centimètres du centre de l'orifice.

Les expériences que l'on vient d'exposer ont permis de mettre en évidence un nouveau régime auquel on a donné le nom de régime hydraulique non turbulent.

Avant ces expériences, on distinguait seulement deux régimes : celui de Poiseuille, correspondant à des vitesses très faibles, et le régime hydraulique, correspondant à des régimes très élevés.

Quelques explications sont nécessaires pour bien définir ces deux régimes : tant que la vitesse du liquide est faible et que l'eau s'écoule dans un espace restreint, l'agitation tourbillonnaire ne peut se produire ; on a alors le régime de Poiseuille, qui est caractérisé, dans les conduites, par ce fait que la perte de charge est proportionnelle à la vitesse de l'eau. Quand celle-ci dépasse certaines limites, ou bien que le liquide s'écoule dans un espace plus large, les filets liquides, au lieu de couler parallèlement les uns aux autres se mêlent le plus souvent et s'entrechoquent et la perte de force vive acquiert alors une grande importance. Le régime hydraulique qui prend alors naissance est caractérisé dans les conduites par ce fait que la perte de charge est sensiblement proportionnelle au carré de la vitesse. La vitesse pour laquelle on passe du régime de Poiseuille au régime hydraulique est d'autant plus faible que le diamètre de la conduite est plus grand : par exemple, dans un tube de vingt-six millimètres de diamètre, c'est à partir d'une vitesse de vingt centimètres par seconde que le second régime se manifeste ; dans un tube de vingt-six centimètres de diamètre, le premier régime ne se manifestera que pour des vitesses inférieures à deux centimètres par seconde. Comme dans les applications industrielles : conduites, canaux, turbines, etc., la vitesse est de l'ordre de quelques mètres par se-



conde, le second régime se produit le plus généralement dans celle-ci.

On admettait que le régime hydraulique était caractérisé par des variations continues de la vitesse ; c'est pour cela qu'on lui donnait le nom de régime turbulent et même parfois de régime tourbillonnaire. J'ai montré que l'on pouvait, avec certaines précautions, produire les vitesses du régime hydraulique d'une façon tout à fait régulière et réaliser aisément un régime hydraulique non turbulent caractérisé par ce fait que la grandeur et la direction de la vitesse, en chaque point, sont constantes.

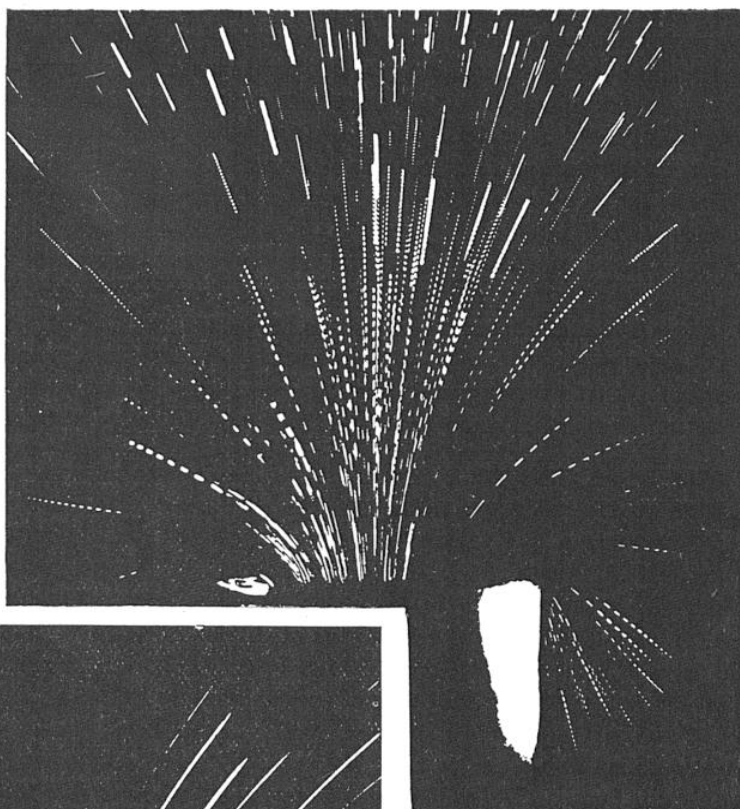


FIG. 10. — PHOTOGRAPHIE REPRÉSENTANT LA RÉPARTITION DES VITESSES AU VOISINAGE D'UN AJUTAGE CYLINDRIQUE RENTRANT,

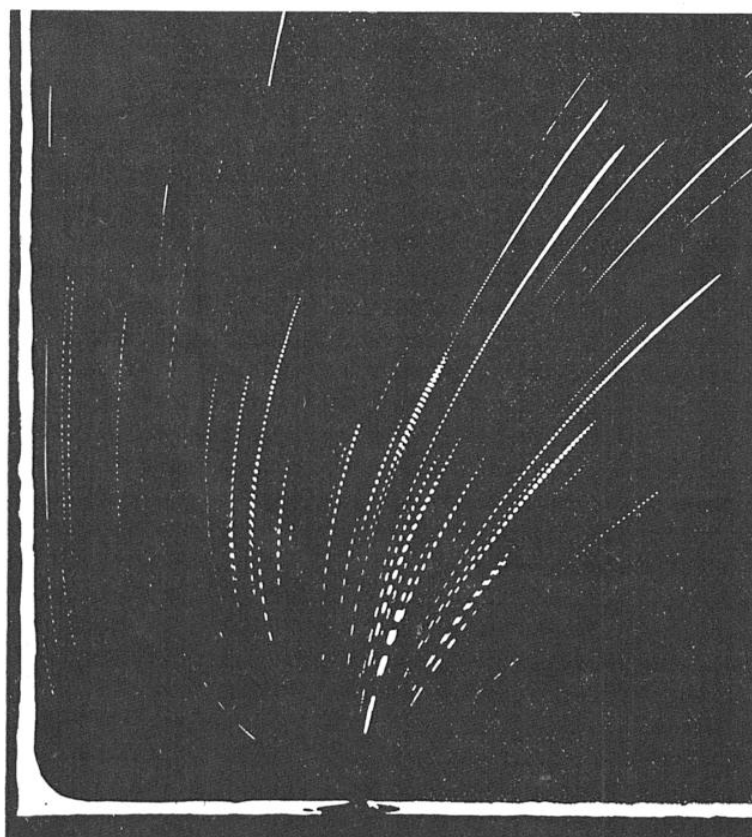


FIG. 11. — RÉPARTITION DES VITESSES DANS UNE CHAMBRE D'EAU MUNIE A SA PARTIE INFÉRIEURE D'UN ORIFICE EN MINCE PAROI D'UN CENTIMÈTRE DE DIAMÈTRE ET INFLUENCE D'UNE PAROI PLACÉE A TRENTE CENTIMÈTRES DU CENTRE DE L'ORIFICE.

Les pertes d'énergie se trouvent très réduites dans ce second régime hydraulique. On doit donc rechercher à produire, dans les applications, le régime hydraulique non turbulent, de préférence au régime hydraulique turbulent. On y arrive, dans les turbines de modèle récent, en éloignant le distributeur de la roue mobile.

On peut dire, en résumé, que la tendance actuelle de l'hydraulique est la production du régime non turbulent, qu'on obtient en laissant à l'eau un grand degré de liberté et en évitant tous les chocs susceptibles de provoquer des perturbations. C. CAMICHEL.



# LES GAZ CARBURÉS S'ACCOMMODENT DE VAPEUR D'EAU DANS LES MOTEURS A EXPLOSIONS

Par Louis RULLY

**E**n attendant que l'on découvre le carburant qui permettra de remplacer l'essence, le pétrole et autres combustibles de même famille pour lesquels la France est tributaire de l'étranger, tout procédé, tout dispositif nouveau facilitant l'économie de ces produits dont le coût augmente sans cesse, sera le bienvenu. Car c'est aujourd'hui bien plus le prix d'emploi que le prix d'achat d'une voiture qui est le

véritable obstacle au développement de l'industrie automobile et la principale cause de la crise très grave qu'elle traverse.

Quelque anormal que cela puisse paraître, on a songé depuis longtemps à mélanger une certaine quantité de vapeur d'eau aux gaz carburés. Ces premiers essais avaient surtout pour but de refroidir les cylindres par l'intérieur et, conséquence immédiate, d'augmenter la compression. L'explosion, produite

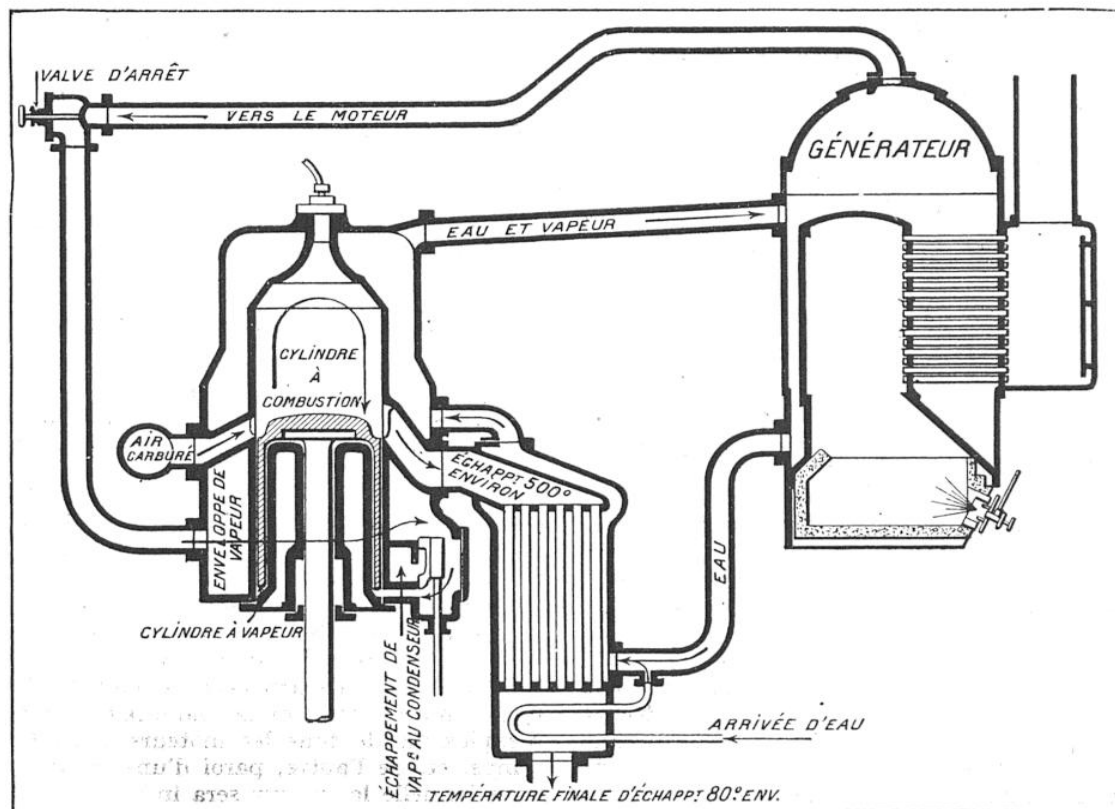


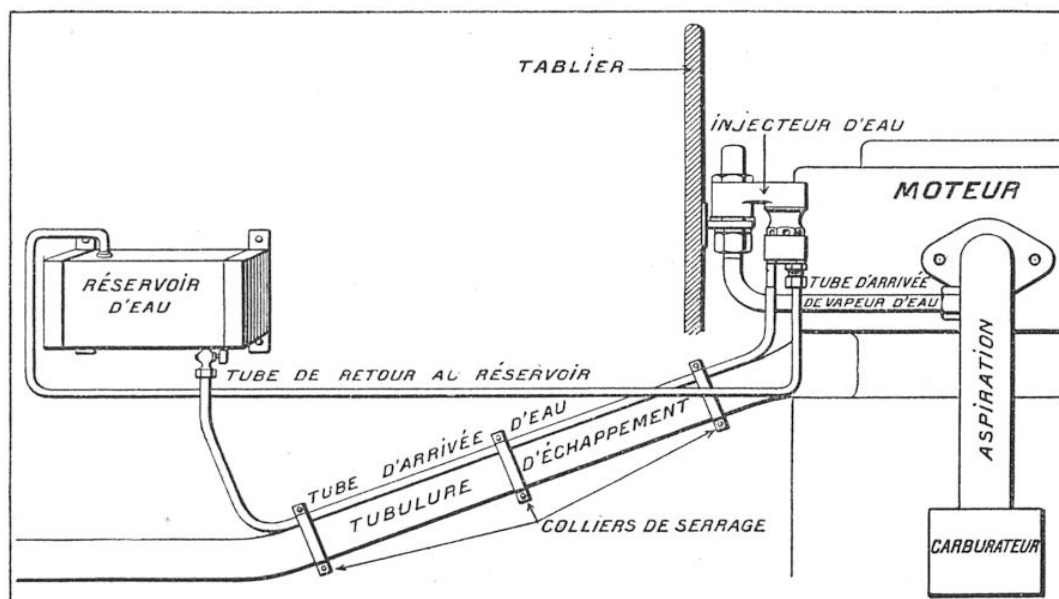
SCHÉMA DU DISPOSITIF IMAGINÉ PAR L'INGÉNIEUR ANGLAIS STILL POUR L'EMPLOI DE L'EAU  
DANS LES MOTEURS A EXPLOSIONS

La vapeur d'eau, qui vient ici en aide au gaz carburé, travaille sur l'un des côtés du piston et améliore de plus de 50 % le rendement moyen du moteur.

par l'inflammation de l'étincelle électrique, peut être assimilée à la déflagration de la poudre dans un canon de fusil. Ici c'est la balle qui est brutalement chassée par l'énorme volume de gaz engendré ; là, c'est le piston que l'explosion refoule. La compression exercée par les gaz, dans l'un comme dans l'autre cas, est calculée et évaluée en kilogrammes, mais son effort reste toujours le même ; c'est l'effort brutal, le choc du coup de poing et non l'effort lent mais continu et bien autrement puissant de la vapeur d'eau dont la détente a raison des

anglais Still, qui a imaginé un moteur à explosions dont les gaz d'échappement sont utilisés pour chauffer un générateur de vapeur d'eau dont l'introduction dans les cylindres, en temps voulu, donnera un surcroît d'énergie des plus appréciables.

Il est reconnu que la combustion de l'essence fournissant, par exemple, 100 calories, 25 seulement de ces calories sont transformées en travail mécanique réellement utilisable ; 30 sont emportées par l'eau de circulation ; 35 par les gaz d'échappement ; enfin, le surplus, soit 10 calories, est dissipé



#### COMMENT S'INSTALLE ET FONCTIONNE UN INJECTEUR D'EAU SUR UNE AUTO

L'injecteur est relié au moteur ; le tube d'arrivée d'eau est maintenu par des brides sur le tube d'échappement de façon à réchauffer l'eau venant du réservoir et à activer sa montée vers l'appareil. L'arrivée de la vapeur d'eau se fait automatiquement par l'aspiration du moteur.

résistances les plus grandes. En injectant de l'eau dans les cylindres où, sous l'influence de la haute température, elle se vaporisait instantanément, on obtenait, en partie tout au moins, cet effet de détente ; mais le dosage de cette eau était d'autant plus difficile que le moindre excès abaissait outre mesure la température d'explosion et nuisait aux combustions en provoquant un déchet impossible à compenser. C'est ainsi que pendant assez longtemps les essais furent infructueux ; ils permettaient toutefois d'entrevoir les magnifiques résultats auxquels on pouvait prétendre et dont la réalisation semble main en n. prochaine.

Au nombre des dernières expériences intéressantes, on peut citer celle de l'ingénieur

en rayonnements, radiations, ou employé à assurer les fonctions accessoires (allumage, distribution, commande de pompes, etc.). Il y a ainsi une part importante de l'énergie, celle qu'emportent les gaz d'échappement, qui est utilisée, dans le moteur Still, à chauffer un générateur de vapeur d'eau.

Le piston du moteur étant à double effet est, d'un côté, paroi de la chambre ordinaire d'explosions de tous les moteurs à quatre temps, et, de l'autre, paroi d'une chambre dans laquelle la vapeur sera introduite par le moyen d'une distribution convenable, et au moment propice, c'est-à-dire quand commencera la course de retour du piston moteur. Tel est le dispositif principal.

Le moteur Still, tout en restant moteur

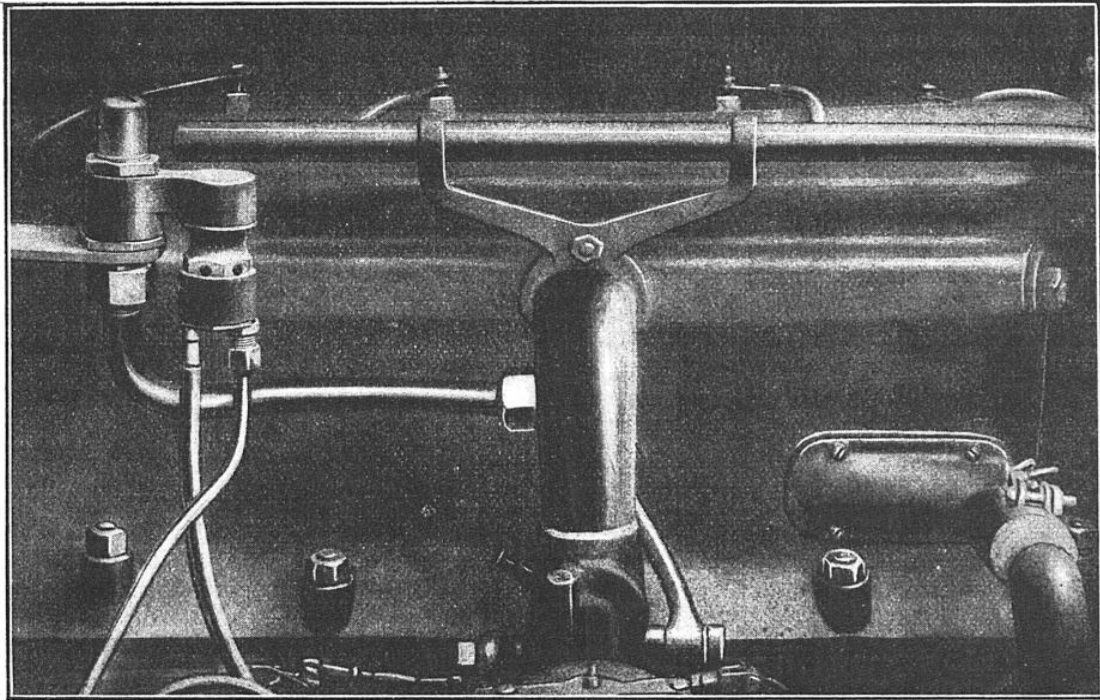


à combustion interne, est donc, comme le moteur à vapeur, capable de fonctionner avec une suffisante puissance, aux bas régimes angulaires, et, s'il y a momentanément un « coup de collier » à fournir, il suffit d'admettre un peu plus de vapeur. Les chiffres que nous publions, d'après une étude de M. Faroux, dans la *Vie Automobile*, permettront de se rendre compte immédiatement des résultats qu'ont donnés les travaux de Still.

Le rendement global du moteur à vapeur

rendement du moteur à vapeur et amélioré de plus de 50 % le rendement moyen du moteur à explosions. Jusqu'à présent, le moteur Still a surtout reçu des applications à grandes puissances, spécialement pour les machines installées sur les navires.

Mais, à côté de ce procédé nouveau qui nécessite un moteur spécialement construit, on a créé des accessoires qui peuvent s'adapter, sans modification capitale, aux moteurs d'une utilisation courante. Nous étudierons



L'INJECTEUR EST FIXÉ AU TABLIER DE LA VOITURE AU MOYEN D'UN SUPPORT EN MÉTAL. Une canalisation met l'injecteur en communication avec le réservoir d'eau situé à l'arrière du véhicule et le tube d'aspiration venant du carburateur.

seul est d'environ 16 % ; une turbine Curtiss a donné 19 % et le plus haut chiffre constaté l'a été sur une 35.000 chevaux Parsons, fonctionnant à Chicago, qui a atteint 20 %.

En moteurs à pétrole du type d'automobile, le rendement moyen est de 25 % environ. Un Hispano-Suiza d'aviation a atteint 27,5 % ; on a relevé près de 29 % sur les Peugeot de course et le plus haut chiffre relevé sur un moteur à combustion l'a été sur un Diesel à quatre temps : 36 %. Or, des moteurs Still, fonctionnant à l'huile lourde, ont atteint d'emblée 40 % et, sous certaines conditions, on a même pu réaliser un rendement de 44 %. En somme, dès son apparition, cette solution a plus que doublé le

plus particulièrement aujourd'hui un de ces appareils reposant sur le principe de l'admission de l'eau dans les cylindres en même temps que les gaz carburés.

Il se compose d'un double boisseau dans lequel l'eau est amenée, sous l'influence de la dépression, et est renvoyée au tube d'aspiration des gaz avec lesquels elle pénètre dans les cylindres. Ce n'est donc pas, à proprement parler, un économiseur d'essence, c'est un doseur de vapeur qui, dans la cylindrée, prend la place d'une certaine quantité d'essence qui ne se trouve, conséquemment, pas consommée. Cet injecteur d'eau se place sur le tablier de la voiture, à l'intérieur du capot ; il est relié, d'une part, directement à



la tubulure d'aspiration, et, d'autre part, à un réservoir d'eau, placé n'importe où, en contrebas de l'appareil, par un tube appliqué sur le tuyau d'échappement, qui réchauffe ainsi, dans de notables proportions, l'eau contenue et facilite sa montée à l'injecteur.

En se rapportant au schéma ci-dessous, on se rend compte que l'eau, déjà réchauffée, arrive dans la chambre *A*, y trouve le gicleur *B*, qui la conduit au diffuseur *C* où elle se mélange avec l'air venu des orifices *H* et passe alors dans la chambre *R*, sur la partie inférieure de laquelle repose un clapet *M* maintenu par un ressort *R* réglé en conséquence. Au ralenti, le clapet se trouve appliqué et maintenu sur son siège par la dépression; à ce moment, en effet, la clef de commande des gaz du carburateur est fermée et il se produit dans les tubulures d'aspiration un vide relatif qui maintient le clapet appliqué sur son siège. Dès que l'on donne des gaz et que, par suite, le mouvement de rotation du moteur s'accroît, la dépression diminue et le clapet est animé de mouvements répétés de bas en haut d'autant plus nom-

breux que le moteur tourne plus vite. En ouvrant les gaz en grand, la dépression diminue encore et le clapet ne s'abaisse plus. L'eau atteint alors son débit maximum et se rend à la tubulure d'aspiration où elle rencontre le gaz carburé avec lequel elle se mélange, déterminant ainsi un brassage complémentaire.

Les carburateurs sont généralement réglés pour un mélange assez riche qui permet le départ à froid facile; il s'ensuit que, dès que le moteur tourne à son régime, ce mélange donne lieu à une consommation trop élevée et peut provoquer, à la longue, des encrassements. La vapeur d'eau modifiée par sa pré-

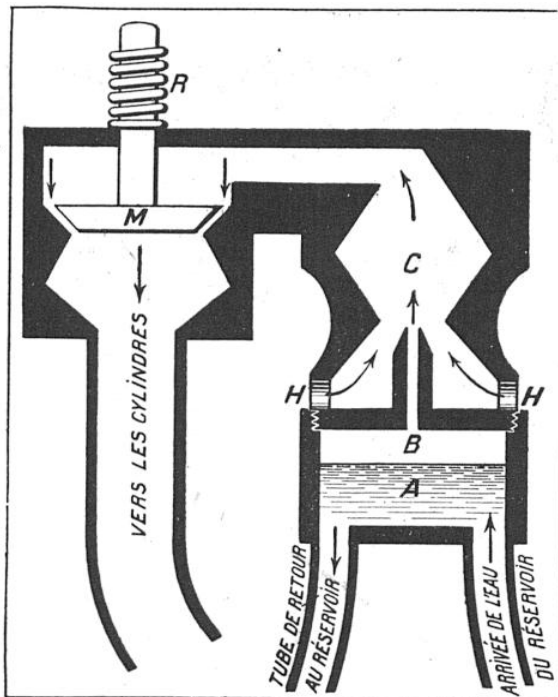
sence la composition du mélange de telle sorte que le moteur absorbe en moins une quantité équivalente de carburant. Tel est l'avantage économique de l'injecteur d'eau. Mais il en est un autre encore qu'il faut aussi considérer, c'est l'effort de la vapeur d'eau sur la compression, sa détente qui atténue en quelque sorte la brutalité de l'explosion, donnant ainsi un effort plus souple, un rendement meilleur et une fatigue moindre.

Pareil effet avait déjà été remarqué dans les moteurs marchant à l'alcool dans lequel, malgré la rectification, restent toujours des traces d'eau qui se vaporisent dans le cylindre au moment de l'explosion et sous l'effet de la température élevée produite à ce moment.

En résumé, la vapeur d'eau surchauffée et développée en quantité suffisante au moment de la déflagration du mélange, atténue la violence de l'explosion et absorbe une portion de celle-ci, portion qu'elle restitue au moment de la détente. En même temps, il se produit un abaissement corrélatif de la température initiale, lequel a l'avantage de diminuer l'action des parois.

La chaleur ainsi absorbée ne disparaît pas en pure perte comme elle le fait avec l'eau de refroidissement; elle est utilisée par la vapeur formée dont la tension s'ajoute à celle du gaz de la combustion. Enfin, la haute température provoque la dissociation de l'hydrogène et de l'oxygène de la vapeur d'eau. Cet oxygène, tout en facilitant la combustion intégrale des gaz de la cylindrée, provoque la désagrégation et la combustion des calamines, effectuant ainsi un décrassage continu du moteur et des bougies d'allumage.

LOUIS RULLY.



COUPE SCHÉMATIQUE LONGITUDINALE DE L'INJECTEUR D'EAU

*La dépression qui existe dans la tubulure d'admission diminuant proportionnellement à l'accélération, il s'ensuit que le clapet M se soulève et laisse passer une certaine quantité d'eau venant du gicleur B et d'air supplémentaire venant par les orifices H.*

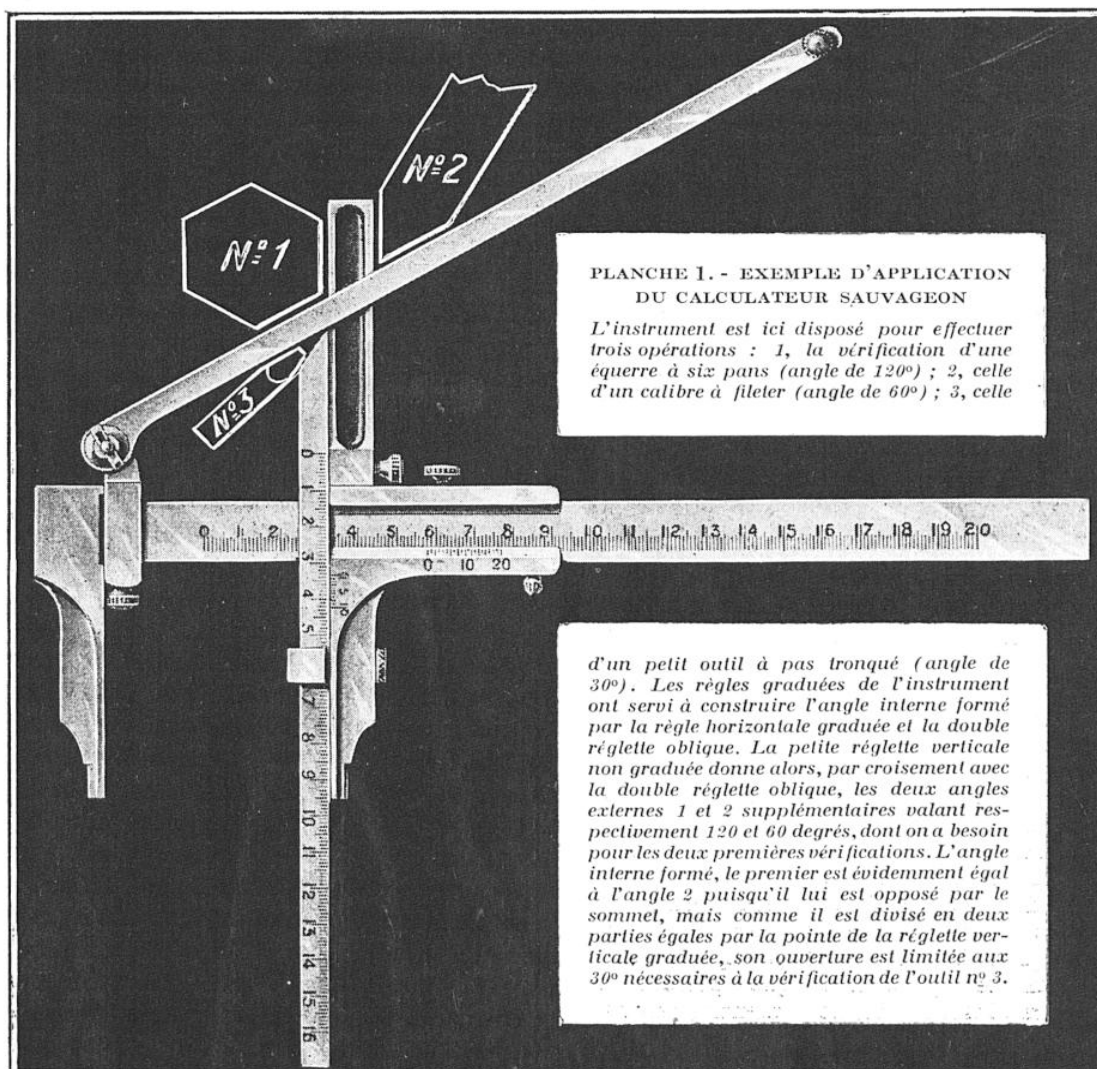


# LES CALCULS DIFFICILES MIS A LA PORTÉE DE L'OUVRIER

Par André CROBER

UN de nos lecteurs, M. L. Sauvageon, nous a soumis récemment un « calculateur universel » de son invention. Cet instrument est une très belle application de la géométrie à la mécanique et il fait d'autant plus honneur à son auteur que celui-ci ne sort d'aucune « grande » école et

est simplement tourneur sur métaux. Adapté au pied à coulisse ou à la jauge de profondeur, le calculateur de M. Sauvageon permet de résoudre une foule de problèmes, aussi bien pratiques que théoriques, que nous énumérons plus loin. En résumé, l'instrument — que son bâti soit constitué par



un pied à coulisse ou une jauge de profondeur — constitue à la fois une règle à calcul et un rapporteur, mais un rapporteur qui, non seulement mesure les angles, mais permet aussi de les construire.

Pour simplifier les explications, nous ne parlerons que du pied à coulisse modifié, les calculs avec la jauge de profondeur étant absolument semblables. En se référant aux figures 2 et 3 de la planche 2, qui représentent chacune une face de l'instrument, on voit en  $P P'$  les mâchoires et en  $C$  la règle graduée du pied à coulisse. Une pièce  $T$ , serrée contre la mâchoire fixe  $P$  par une vis  $V$ , sert de support à deux réglettes jumelles  $D D'$  qu'un écrou à oreille  $I$  permet de verrouiller sous un angle quelconque par rapport à la règle  $C$  du pied à coulisse. Le long de cette tige peut coulisser une boîte de jauge ou vernier  $E$ , solidaire de la mâchoire mobile  $P'$  de l'instrument et pourvue d'un bec amovible  $K$ , fixée par la vis  $J$ , qui est perpendiculaire à la règle  $C$ . Ce bec passe entre les réglettes  $D D'$  et coulisse entre elles lorsqu'on déplace la boîte  $E$ , au moyen du téton  $N$ , le long de l'instrument (une vis  $G$  verrouille la boîte en tout point désiré). Il est facile de voir que le bec  $K$  donne, par croisement avec les réglettes jumelles  $D D'$ , les suppléments et compléments des angles mesurés par ces réglettes. Une autre réglette  $F$ , graduée en millimètres d'un côté (fig. 2) et en degrés d'angle de l'autre (fig. 3), coulisse dans une bride  $L$  et se verrouille à la graduation désirée — du côté de l'échelle des millimètres, par rapport à une graduation en millimètres portée par la mâchoire  $P'$ , et du côté des degrés, par rapport à un trait de repère marqué  $O$  — par une vis  $M$ ; l'extrémité de la réglette  $F$  qui vient en contact avec la réglette  $D$  est taillée en biseau, à  $30^\circ$ .

Il est nécessaire de bien se pénétrer de la construction de l'instrument pour en comprendre et le principe et la manière d'effectuer les calculs. Pour simplifier et résumer, nous dirons que  $D D'$ ,  $K$  et  $C$  concourent à former des angles et permettent de tracer ces derniers.  $F$  permet, en mesurant l'angle formé par  $D D'$  et  $C$ , de calculer les autres par soustraction ou addition;  $F$  mesure, d'un côté, en millimètres, le sinus de l'angle en question, et, de l'autre côté, la valeur en degrés de cet angle. Enfin,  $C$  et  $F$  permettent d'effectuer des opérations arithmétiques, telles que la division et la multiplication.

Parmi les problèmes que permet de résoudre l'instrument, nous mentionnerons : la multiplication et la division des nombres entiers en décimaux, le calcul des dimensions,

sur plat et sur angles, des carrés, hexagones et tous autres polygones, le degré d'un cône quelconque et, par suite, de l'inclinaison qu'il faut donner au chariot de la machine-outil avec laquelle on veut tailler le cône, le calcul des engrenages nécessaires pour exécuter un pas de vis quelconque et quel que soit le pas de la vis mère (pour les pas bâtards, le calcul s'effectue de la même manière et aussi exactement qu'il est possible), le calcul des rapports de vitesse ou de diamètre des poulies, le calcul approximatif du prix de l'heure ou du temps passé sur une série de pièces à usiner etc ...

Pour expliquer la manière d'utiliser l'instrument, prenons deux exemples :

Dans le premier (planche 1), on a disposé le pied à coulisse modifié de manière à effectuer trois opérations : en 1, la vérification d'une équerre à six pans (angle de  $120^\circ$ ) ; en 2, celle d'un calibre à fileter (angle de  $60^\circ$ ) et en 3, celle d'un petit outil à pas tronqué (angle de  $30^\circ$ ). Pour cela, on a porté  $30^\circ$  sur l'échelle des tangentes (la réglette  $F$ , côté degrés, sur la planche 2), on a fait coulisser la boîte de jauge  $E$  le long de l'instrument de manière à faire coïncider le  $O$  de son vernier avec la graduation 100 millimètres de la règle  $C$ , puis on a abaissé l'hypothénuse, c'est-à-dire les réglettes jumelles  $D D'$  sur la pointe de la réglette  $F$ , formant ainsi un angle de  $60^\circ$  compris entre les réglettes  $D D'$  et la règle horizontale graduée  $C$  du pied à coulisse. Mais, pour obtenir que le bec  $K$  de la boîte de jauge croise ladite hypothénuse suffisamment pour former des angles externes à  $120^\circ$  et  $60^\circ$  respectivement, on a, après avoir verrouillé en position les réglettes  $D D'$  au moyen de leur écrou à oreille  $I$ , ramené la boîte de jauge vers la tête de l'instrument, desserrant au préalable la bride de la réglette  $F$  pour permettre à la pointe de cette dernière de glisser le long de l'hypothénuse pendant qu'on rapprochait la boîte de jauge de la mâchoire fixe du pied à coulisse. On observera que ce déplacement ne pouvait plus modifier la valeur de l'angle construit précédemment et compris entre les réglettes  $D D'$  et  $C$ , puisqu'il n'affectait en rien les orientations relatives des différentes pièces de l'appareil. Cet angle, de  $60^\circ$ , est divisé en deux parties égales par la pointe de la réglette  $F$ . En insérant l'extrémité du calibre n° 3 dans la partie de l'ouverture restée libre, on mesure donc bien un angle de  $30^\circ$ . Ainsi, l'exemple montre qu'une seule opération permet de mesurer et de tracer tous les suppléments et compléments d'un angle construit à l'aide de l'instrument.



Le deuxième exemple (planche 2), montre comment, avec l'appareil, on peut trouver le nombre de degrés qu'il faut reporter sur la base graduée d'un chariot de tour pour exécuter sur ce tour un tronc de cône dont on ne connaît que les deux diamètres extrêmes et la hauteur, et pour former, en outre, un calibre de contrôle.

Soient, par exemple, 45 millimètres et 21 millimètres, les diamètres du tronc de cône et 76 millimètres sa longueur. Il suffit de comprendre le triangle rectangle *A, B, C* (fig. 1, pl. 2).

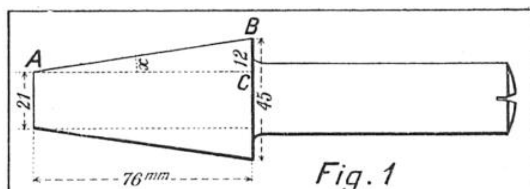


Fig. 1

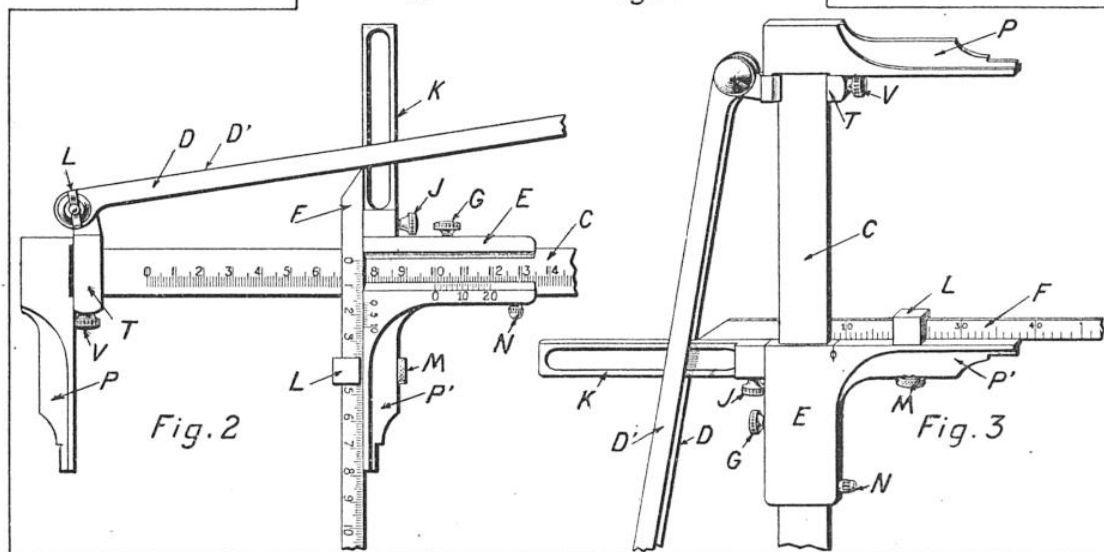


PLANCHE 2. — AUTRE EXEMPLE D'APPLICATION DU NOUVEAU CALCULATEUR

Le problème, cette fois, consiste à déterminer le nombre de degrés qu'il faut donner à la base graduée d'un chariot de tour pour exécuter un tronc de cône dont on ne connaît que la hauteur et les deux diamètres extrêmes. La figure 1 représente le tronc de cône à exécuter ; la figure 2, la disposition de l'instrument lorsque l'angle inconnu a été formé, disposition qui permet de mesurer en millimètres le sinus de l'angle.

Enfin, la figure 3 montre l'instrument retourné pour permettre la lecture du nombre de degrés cherché.

Ce triangle se construit avec l'instrument et se calcule en même temps par le principe de la proportion qui donne, comme différence du cône sur le rayon :  $\frac{45 - 21}{2} = 12$  mm.

On amène la boîte de jauge sur la longueur du cône à tourner, soit 76 millimètres, puis on bloque la vis *G*. On porte la différence ci-dessus obtenue, soit 12 millimètres, sur la graduation de la règle *F*, puis on bloque la vis *M*. On abaisse ensuite la double règle *D D'* sur la pointe de *F* ; on verrouille au moyen de l'écrou à oreille *I*. L'angle inconnu est ainsi

formé ; par conséquent, le calibre est tout fait ; on peut l'appliquer sur la pièce, un tampon par exemple. Pour connaître sa valeur en degrés, il suffit de desserrer les vis qui bloquent la boîte de jauge et l'échelle des tangentes, d'amener la boîte de jauge sur la graduation 100 millimètres du pied à coulisse, de bloquer la vis *G*, de pousser la règle *F* à toucher la règle *D* et de retourner l'instrument (fig. 3, pl. 2). On lit alors, sur la graduation de la règle *F*, la division qui se trouve au regard du trait de repère mar-

qué 0. division indiquant neuf degrés.

Cet exemple démontre que le nouveau calculateur d'angles permet de construire et de calculer n'importe quel angle par une opération purement mécanique et qui dispense de toute connaissance préalable. C'est là, selon nous, le gros avantage de l'invention de M. Sauvageon. Grâce à ce dernier, quantité d'ouvriers, habiles praticiens, mais non théoriciens, pourront résoudre exactement une foule de problèmes inhérents à leur profession, sans avoir à se reporter à des tables de références ou à consulter des techniciens.

ANDRÉ CROBER.

## LE CHAUFFAGE DES ACIDES PAR L'ÉLECTRICITÉ

DANS l'article intitulé : « Les lampes à vapeur de mercure à haut rendement », paru dans notre avant-dernier numéro (septembre 1920, n° 52), nous avons donné la description, d'après le brevet dont elle a été l'objet, de la lampe en quartz à atmosphère de néon, récemment mise au point dans les ateliers de M. Berlemont. L'inventeur, M. H. George, nous prie de signaler la particularité que possède cette lampe de donner un spectre continu dans l'ultra-violet. Cette propriété a fait l'objet d'une communication à la Société de Chimie et de Physique. De plus, l'allumage est automatique et sans mouvement de la lampe. C'est là un avantage, quand le problème se pose d'utiliser l'action des rayons ultra-violet au sein de mélanges de gaz, pour opérer, par exemple, certaines réactions ou combinaisons. Dans ces conditions, la lampe doit fonctionner dans une cornue parfaitement étanche, et le basculage serait impossible.

Dès l'allumage, la lampe donne toute son intensité lumineuse, ce qui n'est pas toujours réalisé avec les autres types. L'avantage est assez important dans la pratique, et il l'est aussi pour les physiciens et chimistes, qui n'ont plus besoin, pour faire une mesure parfois rapide, d'allumer leur lampe souvent assez longtemps à l'avance.

Enfin, la pression de régime est plus élevée que dans les lampes ordinaires, ce qui augmente à la fois le rendement et l'éclat. L'augmentation de l'éclat, dans le spectre visible ainsi que dans l'ultra-violet, rend possible l'adaptation de la lampe à des systèmes optiques. Les réactions chimiques de l'ultra-violet sont aussi plus intenses, ce qui conduit à quelques applications nouvelles de l'ultra-violet que cette lampe permet de réaliser facilement.

Une lampe de ce système peut fonctionner sur courant alternatif, à condition d'employer une tension égale ou supérieure à 500 volts ; on peut en construire pour des puissances de plusieurs kilowatts. De pareilles sources d'ultra-violet mèneront sans doute, dans un avenir prochain, les photochimistes à des résultats importants.

Les propriétés du quartz ont conduit le même inventeur à réaliser une lampe pour le chauffage des acides par l'électricité. Pour chauffer de grandes quantités d'acide (pour la distillation, par exemple) avec le meilleur rendement, il paraît rationnel de plonger la résistance protégée contre l'action des acides dans la masse du liquide à chauffer. Mais peu de substances peuvent résister aux acides bouillants.

Le quartz fondu se prête bien à cette application. Dans un tube en cette matière (voir la figure), on introduit une spirale de fil résistant 2, constituée par un métal approprié à la température à obtenir : tungstène pour températures élevées (1.000°), nickel nichrome pour températures plus basses. L'extrémité supérieure du fil est ramenée à l'intérieur de la spirale par un tube de quartz opaque qui l'isole, et les deux bouts inférieurs sont reliés aux fils 5 servant de sortie étanche à travers la paroi de quartz. Le tube ainsi préparé est rempli d'une atmosphère de gaz n'agissant pas sur le conducteur à haute température ; la pression intérieure est réglée pour correspondre exactement à 70 centimètres de mercure, puis le tube est rendu étanche par le scellement.

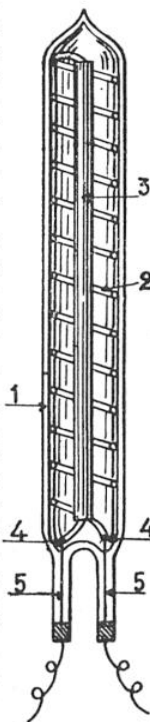
Le fil résistant est en contact avec la paroi, ce qui augmente le volant calorifique du système et protège la résistance contre les brusques variations de régime, que l'appareil soit immergé ou non. De plus, on assure ainsi

le chauffage direct de la paroi, auquel vient encore participer le mouvement de convection du gaz contenu dans l'appareil.

Dans un tube de 40 centimètres et 15 milli-

mètres de diamètre, d'environ un kilowatt (110 volts, 20 ampères), pour températures moyennes, la résistance est en nichrome et le gaz employé est l'hydrogène.

Ces appareils sont susceptibles de servir de rhéostats étanches ; portés au rouge par le courant, ils peuvent être, sans danger de bris, plongés brusquement dans l'eau ou même dans les gaz liquéfiés dont il est ainsi possible de provoquer l'évaporation dans des conditions réglables et bien définies.



LA LAMPE POUR LE CHAUFFAGE DES ACIDES

1, tube en quartz fondu que l'on plonge dans l'acide à chauffer ; 2, fil de résistance moulé en spirale et en contact avec la paroi intérieure du tube ; 3, petit tube concentrique en quartz opaque destiné à isoler de la spirale le fil qui fait retour à l'entrée du tube ; 4, jonctions de la résistance avec les fils d'amenée du courant ; 5, fils d'amenée du courant.



## POUR PEINDRE, PLATRER, CIMENTER, ETC... UTILISONS L'AIR COMPRIMÉ

**L**E pinceau et la brosse, si cela continue, ne tarderont pas à n'être plus employés que par les artistes peintres et décorateurs. De plus en plus, en effet, se généralise l'emploi de l'air comprimé pour enduire de peinture, de plâtre, de ciment, de stuc et même de pâte de bois ou de brique, toute surface nécessitant un de ces revêtements. Ceci n'est que très naturel car ce moyen de projeter à distance, en les pulvérisant, des substances liquides ou semi-liquides, permet d'aller plus vite en besogne, d'économiser de la matière, d'égaler l'application, d'uniformiser les couches, de fixer la substance employée avec plus de force, etc.

L'essor du procédé serait, cependant, beaucoup plus rapide si l'on disposait partout d'air comprimé ; mais pourquoi, puisqu'il est si facile d'en produire à bon compte. les entrepreneurs de peinture, de travaux publics, de maçonnerie, cimentage, etc., n'acquerraient-ils pas un moto-compresseur portatif ou, tout au moins, facilement trans-

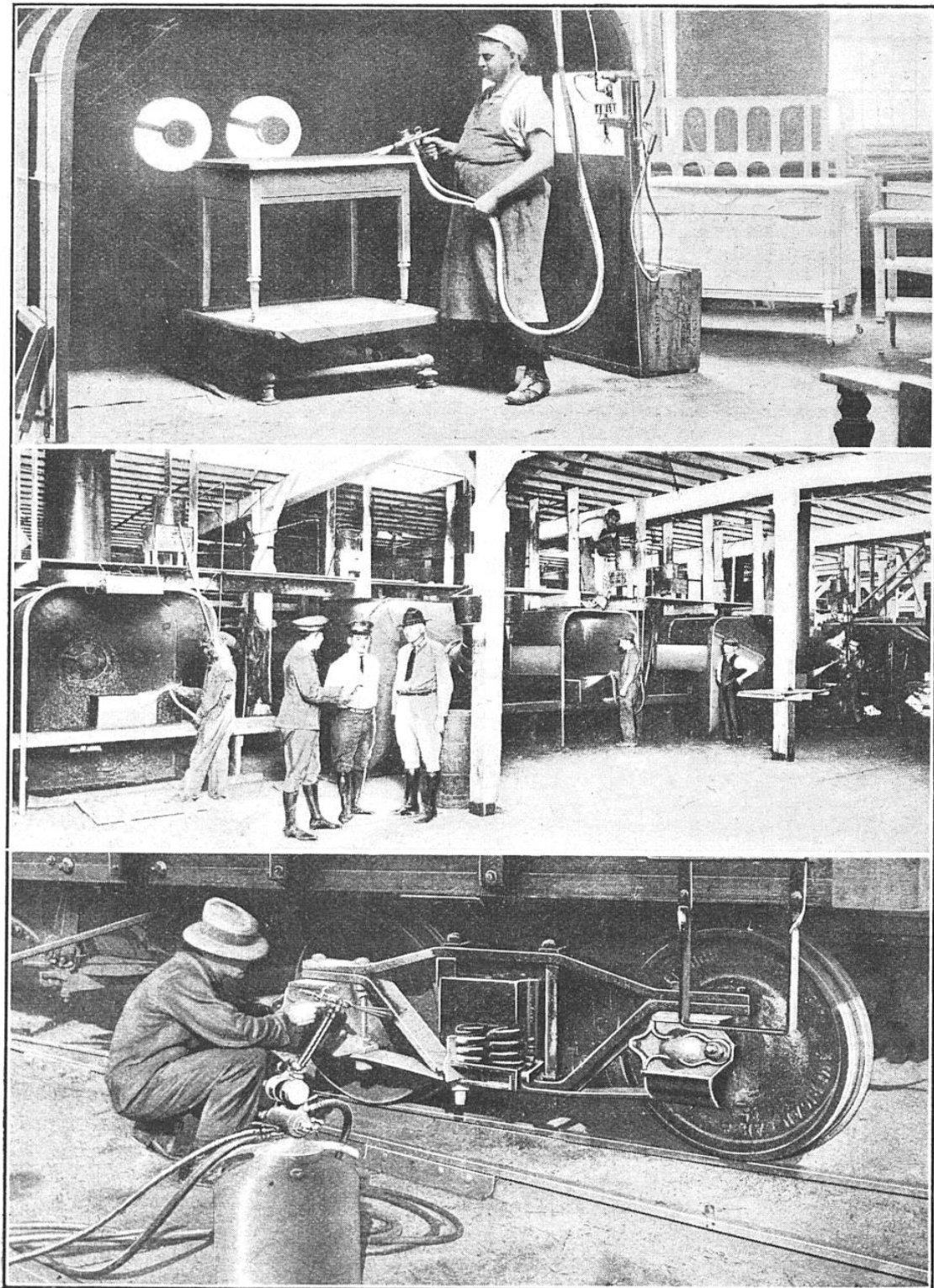
portable, à seule fin de produire à pied-d'œuvre l'air comprimé indispensable ?

Dans cette voie, les Américains nous ont devancés et c'est pourquoi ils peuvent tirer tant de bénéfice du procédé. Nos gravures montrent une de leurs installations mobiles d'aéro-peinture et quelques-unes de ses applications, tant extérieures qu'intérieures. Sur un chariot tiré à bras, un moteur à essence de 2 à 4 chevaux, actionne un compresseur d'air qui débite dans un réservoir. Ce dernier se relie par un tuyau flexible au réservoir portatif qui contient la substance à projeter ; à son tour, ce second réservoir est connecté par un tuyau d'air et un tuyau de liquide, au jet ou pulvérisateur du modèle approprié à la fluidité de la substance employée. Le réservoir de peinture, ou autre matière, est muni d'un régulateur automatique de pression et d'un manomètre à lecture visible. Deux pulvérisateurs peuvent être branchés sur le même réservoir, lequel, dans certains cas, est pourvu d'un agitateur mécanique.



VILLA PEINTE EXTÉRIEUREMENT A L'AIDE DU PISTOLET A AIR COMPRIMÉ  
*L'air nécessaire à la projection est comprimé sur place au moyen d'un groupe compresseur mobile.*





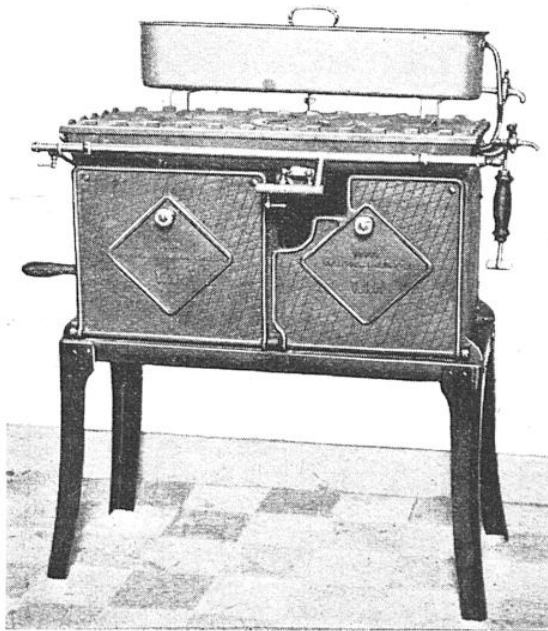
LE PROCÉDÉ EST MAINTENANT, AUX ÉTATS-UNIS, APPLIQUÉ A UNE FOULE DE TRAVAUX



## UN FOURNEAU DE CUISINE AU GAZ REMARQUABLEMENT ÉCONOMIQUE

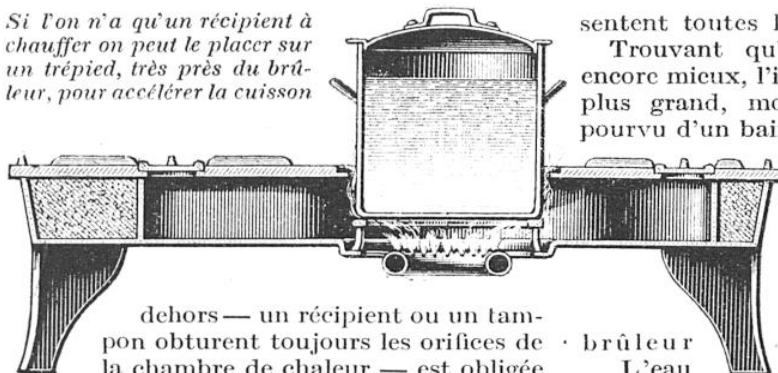
C'est n'est pas l'amour du paradoxe ni l'envie de critiquer qui que ce soit qui nous fait dire, à nous qui, maintes fois, avons, dans ce magazine, traité des questions de chauffage, que la plupart des appareils à gaz semblent avoir été conçus dans le but de consommer beaucoup et de chauffer peu. Nous sommes d'ailleurs persuadés que c'est par ignorance des principes de physique appliqués à la production et surtout l'utilisation de la chaleur et non par désir de pousser à la consommation du gaz, que les constructeurs nous ont pendant si longtemps vendu des appareils aussi défectueux. A quelque chose, dit-on, malheur est bon ; félicitons-nous, pour ce qui nous intéresse ici, que la pénurie de combustible, dont nous avons pendant longtemps souffert, ait fait accomplir des progrès énormes au problème du chauffage, progrès consacrés par les résultats probants du concours organisé l'année dernière par la ville de Paris.

Au nombre des appareils et dispositifs de chauffage économique dont nous avons tous salué l'apparition durant ces derniers mois et que nous avons décrits ou décrirons dans cette revue, figure un fourneau de cuisine au gaz que nous désirons présenter aujourd'hui à ceux de nos lecteurs qui ne l'ont pas vu fonctionner au Grand Palais. Avec cet appareil, plus de brûleurs à l'air libre qui laissent s'échapper dans la cuisine la majeure partie des calories produites par la combustion du gaz, plus besoin d'allumer un de ces brûleurs sous chaque récipient à chauffer. Un seul brûleur, placé dans une chambre isolée de l'extérieur par une matière calorifuge et d'où rayonnent des canalisations entourées de terre réfractaire aboutissant à quatre orifices répartis sur la plaque du dessus, réduit la consommation de gaz dans des proportions énormes (environ 75 %). La chaleur dégagée par cet unique brûleur ne pouvant, en effet, s'échapper au



GRAND MODÈLE DU FOURNEAU A RÉCUPÉRATION D'AIR CHAUD FONCTIONNANT AU GAZ  
*L'appareil est muni d'un bain-marie dont l'eau, ainsi d'ailleurs que le chauffe-plat et tous les récipients posés sur le dessus du fourneau, est chauffée par un brûleur unique. Ce dernier consomme moins de gaz qu'un seul des brûleurs multiples de l'appareil du type ordinaire.*

*Si l'on n'a qu'un récipient à chauffer on peut le placer sur un trépied, très près du brûleur, pour accélérer la cuisson*



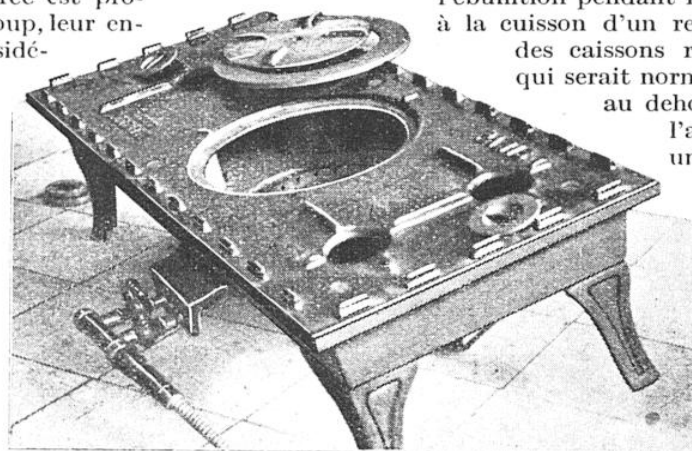
dehors — un récipient ou un tampon obturent toujours les orifices de la chambre de chaleur — est obligée d'emprunter les canalisations et de chauffer à la fois tous les récipients posés sur le fourneau ; en outre, ces récipients ne se trouvant plus en contact direct avec la flamme, leur durée est prolongée de beaucoup, leur entretien est considérablement simplifié, et, enfin, la cuisson des aliments est très améliorée, puisqu'ils ne peuvent ni brûler ni attacher au fond du récipient qui les contient.

Il est évident que l'économie en question ne serait qu'apparente si, comme, devant nous, le suggérerait un jour insidieusement quelque incrédule, le brûleur en question consommait trois ou quatre fois plus de gaz que le brûleur des appareils ordinaires. Bien entendu, cela n'est pas le cas, et nous avons pu constater, au cours d'une démonstration effectuée sous nos yeux, que, pour cuire un repas complet composé de dix litres de pot-au-feu, d'un civet de lièvre, de haricots et d'une compote (quatre récipients), le tout en même temps et avec l'unique brûleur, la consommation atteignit à peine 500 litres à l'heure, soit moins que celle d'un brûleur à double couronne d'un fourneau à gaz du modèle courant. Cette expérience fut effectuée avec le petit modèle (modèle bas à quatre pieds) que repré-

sentent toutes les gravures de cette page.

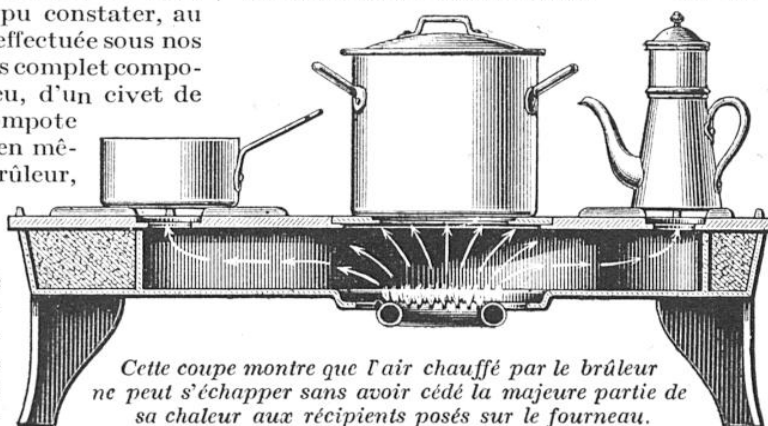
Trouvant qu'il était possible de faire encore mieux, l'inventeur a conçu un modèle plus grand, monté sur deux caissons et pourvu d'un bain-marie chauffé par thermosiphon (gravure de la première page). Ce thermosiphon est constitué par un serpentin en cuivre qui, partant du fond d'un réservoir fixé en haut et derrière l'appareil, passe autour du brûleur et remonte au réservoir. L'eau chaude étant plus légère que l'eau froide, il s'établit dans le serpentin une circulation continue qui permet, sans dépense supplémentaire, d'élever huit à dix litres d'eau à la température de l'ébullition pendant le temps nécessaire à la cuisson d'un repas normal. L'un des caissons recueille la chaleur qui serait normalement rayonnée

au dehors par la fonte de l'appareil et devient une sorte d'étuve dans laquelle il est tout indiqué de chauffer ou réchauffer assiettes et plats. L'autre caisson, muni, lui, de deux brûleurs spéciaux, sert de four à rôtir ou à pâtisserie. Bref, sous un petit volume (70 centimètres



L'UNIQUE BRÛLEUR SE TROUVE AU FOND D'UNE CHAMBRE ISOLÉE, MUNIE DE TROIS ORIFICES DE CHAUFFAGE

de hauteur et 50 de profondeur, bain-marie compris), cet appareil rend les mêmes services qu'une cuisinière à charbon sans en présenter les nombreux inconvénients. R. B.



Cette coupe montre que l'air chauffé par le brûleur ne peut s'échapper sans avoir cédé la majeure partie de sa chaleur aux récipients posés sur le fourneau.



# UNE PILE ÉLECTRIQUE PERFECTIONNÉE

Par Joseph MORLANG

**L**ES piles électriques généralement employées jusqu'à ce jour utilisaient le bioxyde de manganèse comme dépolarisant; il a fallu que la guerre, nous privant de ce produit qui était importé d'Allemagne et de Russie, obligeât nos savants à trouver autre chose. C'est ainsi qu'est née la pile Fery, ainsi nommée du nom de son inventeur.

L'oxygène de l'air, qui reste toujours identique à lui-même et qui, détail d'importance, ne coûte rien, est venu fort à propos remplacer le bioxyde de manganèse. Dans la pile qui nous occupe, les éléments employés restent les mêmes : un vase en verre; dans ce vase, la plaque de zinc repose à plat sur le fond; au-dessus d'elle, supporté par un petit cylindre en bois isolateur, le charbon, de forme cylindrique, et portant à sa partie supérieure une borne de connexion. La charge de la pile se fait avec du sel ammoniac purifié et de l'eau pure ou potable dans la proportion de 150 grammes de sel ammoniac pour un litre d'eau. Simple règle à observer : la hauteur du liquide dans le vase a une grande importance; il est nécessaire de laisser au moins 8 centimètres entre son niveau et la partie supérieure du charbon pour que la pile puisse respirer convenablement. Par suite, la quantité du liquide mis à l'origine variera suivant la forme du vase.

Un couvercle ferme le dessus du vase pour éviter l'évaporation trop rapide, mais inévitable. Lorsque le niveau du liquide devient trop bas, on le rétablit avec de l'eau pure, ou mieux, avec une solution de sel ammo-

niac, de façon à conserver toujours au moins 8 centimètres de hauteur de charbon au-dessus du liquide. (Voir la figure).

Les avantages que présente cette pile, d'ailleurs aussi simple qu'il était possible de l'imaginer, sont relativement nombreux :

1° Le zinc, placé au fond du vase, se trouve baigné par une solution saturée de sels de zinc dans laquelle l'oxygène ne peut se dissoudre, le gaz étant très peu soluble dans les solutions concentrées. Donc, aucune usure à circuit ouvert;

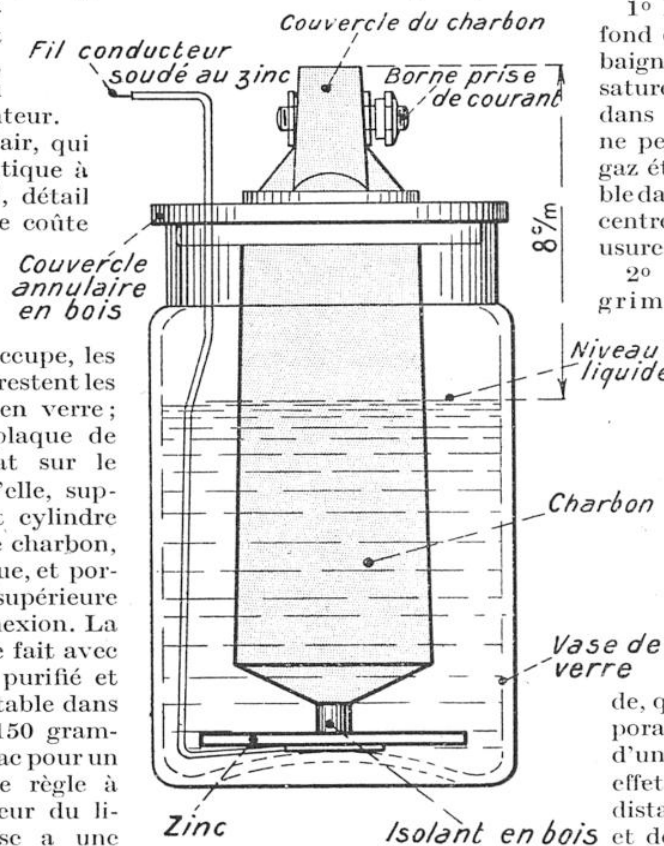
2° Absence de sels grimpants. Les sels lourds de zinc restent au fond du vase à cause de leur grande densité; la solution superficielle de la nouvelle pile ne renferme guère que de l'ammoniac étendue;

3° La résistance intérieure est indépendante de la hauteur du liquide, qui varie avec l'évaporation. La résistance d'une pile dépend, en effet, à la fois de la distance des électrodes et de leur surface. Or, ici, la distance est celle

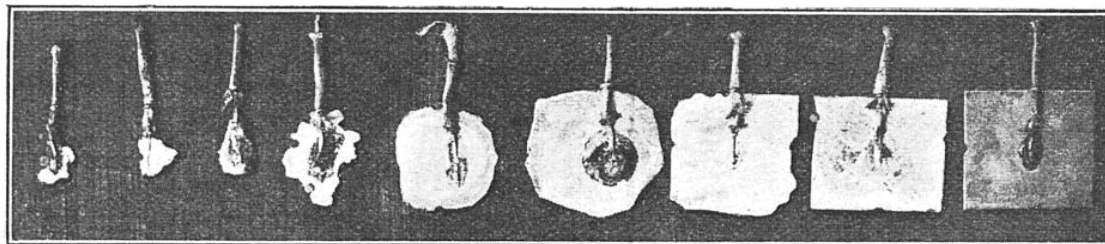
qui sépare le zinc du pied du charbon et qui est fixée par les isolants employés pour séparer ces deux pièces de la pile; d'autre part, la surface du zinc immergé est complètement indépendante de la hauteur du liquide;

4° L'oxygène de l'air, qui, comme nous l'avons dit plus haut, remplace le bioxyde de manganèse, ne coûte absolument rien;

5° L'usure du zinc est régulière et complète. La photographie (page suivante) d'une



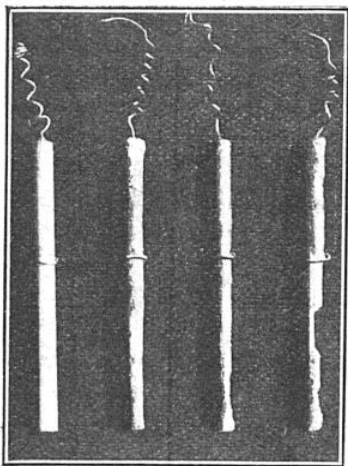
DISPOSITIF GÉNÉRAL DE LA  
PILE FÉRY



LA PLAQUE DE ZINC DISPOSÉE AU FOND DE LA PILE FÉRY CONSERVE SES QUALITÉS JUSQU'À CE QUE L'USURE SOIT À PEU PRÈS COMPLÈTE

plaque de zinc à ses divers degrés d'usure le démontre. Le zinc reste toujours propre et les cristaux qui se produisent inévitablement dans la pile à sel ammoniac se déposent dans la pile Féry à peu près au tiers de la hauteur, tant sur le vase que sur le charbon ; ils sont, d'ailleurs, extrêmement peu adhérents ;

6° La grande durée de la pile, qui s'explique par l'absence absolue d'usure locale, laquelle ronge inutilement le zinc pendant



DANS LES PILES ORDINAIRES, LES TIGES DE ZINC SONT RAPIDEMENT ATTAQUÉES ET RENDUES AINSI INEFFICACES

la période de repos. Non seulement le zinc s'use inutilement dans les piles anciennes, mais il en est de même du liquide, et il en résulte une production de cristaux très supérieure à celle due au travail normal.

Enfin, durée indéfinie du charbon, électrode positive qui ne sert pas à au-

tre chose qu'à capter l'oxygène de l'air.

Le fonctionnement de la pile, que l'on comprendra très aisément s'explique ainsi :

Dès que le circuit est fermé, le phénomène de la polarisation commence, c'est-à-dire que l'hydrogène apparaît en couche extrêmement mince sur les parties du charbon les plus voisines du zinc. Cet hydrogène gazeux isole du liquide la partie correspondante du charbon et le courant continue à passer par les surfaces voisines qui se polarisent à leur tour. En raison de la position verticale du

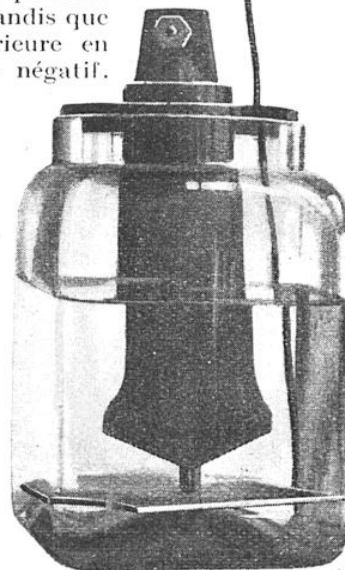
charbon placé au-dessus du zinc horizontal, la partie inférieure de ce charbon est recouverte d'hydrogène, tandis que la partie supérieure baigne dans un liquide saturé d'oxygène (provenant de l'air dissous dans les couches superficielles du liquide).

Il en résulte une dissymétrie électro-chimique du charbon supérieur en liquide oxygéné par rapport au charbon inférieur recouvert d'hydrogène. L'ensemble réalise une pile à gaz en court-circuit qui constitue le couple de dépolarisation. La partie supérieure du charbon est le positif de ce couple, tandis que sa partie inférieure en constitue le négatif.

Un élément monté dans un vase carré, de 10 centimètres sur 10 et de 22 centimètres de haut, contenant un litre d'eau et 125 grammes de sel ammoniac avec un zinc de 160 grammes, peut fournir en service continu ou intermittent une énergie totale correspondant à 125 ampères-heures. Quand le zinc est usé, on démonte la pile ; le charbon et le vase sont recouverts d'abondants cristaux non adhérents, on les fait tomber à l'aide d'une raclette quelconque ; on remet un zinc neuf, une solution neuve et on remplace le charbon. L'élément est complètement reconstitué et fonctionne à nouveau.

J. MORLANG.

LA PILE FÉRY, VUE D'ENSEMBLE





# LES A-COTÉ DE LA SCIENCE

## INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

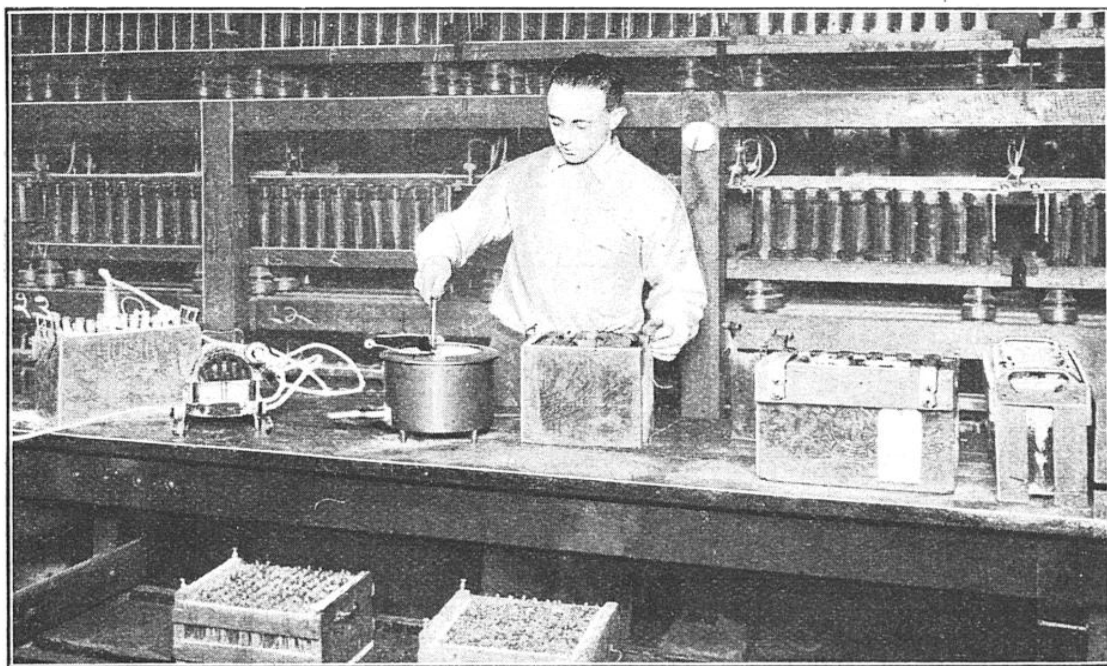
### *Modestes mais utiles emplois de l'électricité*

**A** coté de ses trois principales applications : éclairage, force motrice et chauffage, l'électricité joue, et surtout pourrait jouer, dans l'industrie et même chez le particulier, un rôle qui n'est pas sans importance s'il est parfois assez modeste. Nous allons en donner quelques exemples, pour attirer l'attention de ceux de nos lecteurs qui, sans s'en douter, peut-être, pourraient tirer grand profit de ces emplois particuliers et encore mal connus de l'électricité.

Les fabricants de meubles, les ébénistes, les relieurs, d'autres encore, emploient quotidiennement, à chaud, une colle spéciale. Pour maintenir chaude cette colle, en général, que font-ils ? Ils placent le récipient qui la contient sur un réchaud à gaz, à essence, à alcool... Or, à proximité de matières aussi inflammables que le bois, le papier, la

peau, etc., la présence d'un réchaud à flamme nue constitue, est-il besoin de le dire, un danger d'incendie aussi grave que permanent. Quelques-uns de ces artisans, trop peu, malheureusement, ont compris que l'électricité leur offrait un moyen d'éviter ce danger tout en se prêtant mieux que les combustibles liquides et même que le gaz à la régulation du chauffage à laquelle il faut arriver pour maintenir la colle tout juste à point et ne pas risquer de la calciner ou de la dessécher. Ils s'en trouvent satisfaits ; que les autres se le disent...

Une autre opération, qui s'effectue le plus souvent dans une boîte en fer-blanc, au-dessus d'un réchaud à gaz, est la fusion, dans certains ateliers de réparation d'accumulateurs, de la composition avec laquelle on empâte les plaques de ces derniers. Or, il se trouve que la composition en question est très inflammable et il n'est pas rare que, ayant dû s'absenter pour quelques instants



ATELIER DE RÉPARATION D'ACCUMULATEURS DANS LEQUEL ON UTILISE DES RÉCHAUDS ET DES FERS ÉLECTRIQUES A SOUDER POUR FONDRE ET TRAVAILLER LE PLOMB DES PLAQUES



l'opérateur trouve la substance en feu à son retour ; s'il a baissé la flamme par précaution, il s'expose à trouver le produit solidifié en revenant. Or, il existe des réchauds électriques à deux et même trois allures de chauffage, qui suppriment tout danger d'inflammation en même temps que les inconvénients mentionnés. On commence sérieusement à les employer dans les ateliers et garages américains où l'on répare les accumulateurs ; pourquoi n'en ferait-on pas autant en France ?

Les mêmes dangereuses méthodes sont appliquées dans les ateliers où l'on chauffe ou fond du plomb, du fer-blanc, etc., avec cette aggravation, dans le cas, notamment, des plombiers effectuant des travaux au dehors, que la lampe à souder ou le chalumeau sont employés. Or, il existe des appareils électriques qui, spécialement conçus pour la fusion de petites quantités de métal, ont cet avantage de se régler d'eux-mêmes sur une température constante, celle qui est suffisante pour obtenir le résultat désiré. A cet effet, l'élément chauffant est constitué par un fil dont la résistance croît avec son échauffement ; de cette manière, lorsqu'un certain degré de chaleur est obtenu, l'intensité du courant parcourant le fil est juste suffisante pour maintenir le métal en fusion. Si un morceau de métal froid est jeté ensuite dans le creuset, il absorbera nécessairement de la chaleur au détriment de l'élément chauffant ; la température de ce dernier diminuant, sa résistance électrique fera de même, et, immédiatement, l'intensité du courant augmentera ; aussitôt après, elle diminuera progressivement et, lorsque l'équilibre des températures sera à nouveau réalisé, le courant aura repris sa valeur primitive, c'est-à-dire celle qui suffit à entretenir la fusion du métal, et ainsi de suite pour toute adjonction nouvelle de métal froid.

Le fer électrique à souder, que l'on commence à em-



FIL DE FER PRÉPARÉ  
POUR RECEVOIR UNE  
VIS A BOIS

ployer industriellement en France, remplace également avec beaucoup d'avantages le fer ordinaire et le fer à gaz. Moins encombrant et moins lourd que ces derniers, partant plus maniable, beaucoup plus propre aussi, il réalise également cette auto-régulation de la température qui fait défaut aux fers non électriques, lesquels sont, la plupart du temps, ou trop chauds ou trop froids.

Tous ces nouveaux appareils électro-thermiques se greffent, on le conçoit, sur des circuits quelconques et sans nécessiter d'installations spéciales. Rien ne s'oppose donc à leur emploi là où le courant électrique est disponible, sinon, peut-être, la toute-puissante routine, et sans doute aussi, de la part de certains intéressés, une déplorable méconnaissance de leurs intérêts.

### Distributeur de feuilles de papier à cigarettes

QUEL fumeur impatient n'a pas maudit maintes fois la feuille de papier à cigarettes qui refuse obstinément de se sé-

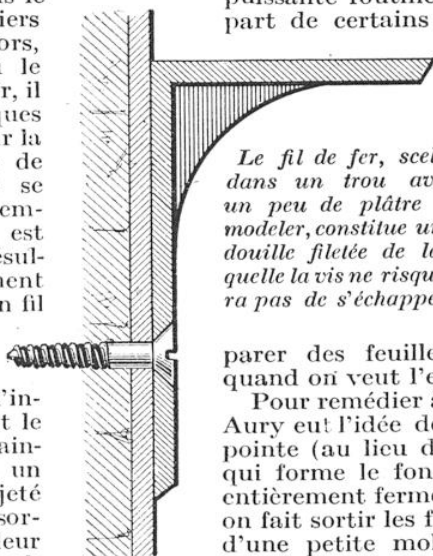
parer des feuilles voisines ou se déchire quand on veut l'extraire du bloc.

Pour remédier à cet inconvénient, M. Jean Aury eut l'idée de fixer les feuilles par une pointe (au lieu de les coller) sur une plaque qui forme le fond d'un étui ; celui-ci est entièrement fermé, sauf à un bout, par lequel on fait sortir les feuilles une à une au moyen d'une petite molette caoutchoutée. A cet effet, cette dernière est montée à l'extrémité d'une lame-ressort, de sorte qu'il suffit de presser sur la molette en même temps qu'on

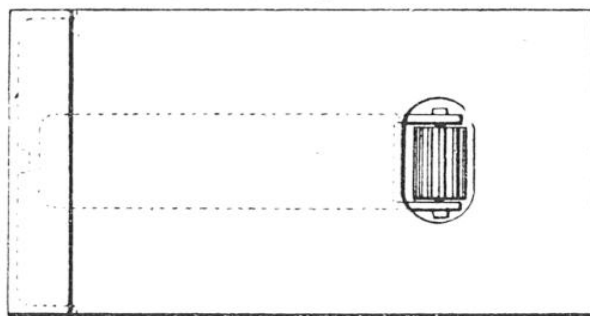
lui imprime un mouvement de rotation pour obtenir la feuille désirée, et cela quelle que soit l'usure du bloc.

### La pierre dure n'est pas re- belle à ce nou- veau mode de tamponnage

CHACUN sait que, pour fixer solidement contre un mur une équerre, une applique, ou même simplement



Le fil de fer, scellé  
dans un trou avec  
un peu de plâtre à  
modeler, constitue une  
douille filetée de la-  
quelle la vis ne risque-  
ra pas de s'échapper.



IL SUFFIT DE PRESSER SUR LA MOLETTE EN LA  
FAISANT TOURNER POUR FAIRE SORTIR UNE FEUILLE



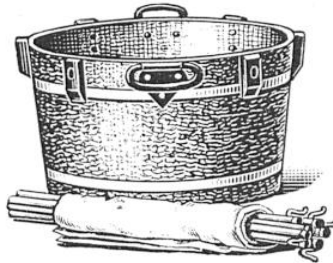
pour y planter un gros clou, un crochet à vis, etc., il faut, au préalable, faire un *tamponnage*, c'est-à-dire percer un trou dans le mur et y introduire à force un tampon de bois. Or, ce tampon de bois ne tient guère quand il est introduit dans un trou percé dans une pierre dure, tel le granit, la céramique, la mosaïque, etc... Soyons donc reconnaissant à M. Maurice Gardel, un de nos lecteurs, d'avoir bien voulu nous indiquer le procédé ingénieux qu'il a imaginé pour résoudre la difficulté (Voir les figures à la page précédente). M. Gardel prend une vis appropriée au travail qu'il veut effectuer ; autour de la partie filetée de cette vis, il enroule un fil de fer, de manière à former un filetage femelle ; ce filetage, il le retire de la vis, le trempe dans un peu de plâtre à modeler et, finalement, l'introduit dans le trou percé dans la pierre, trou qui doit être calculé pour admettre le filetage avec très peu de jeu. Un peu du même plâtre est appliqué à l'orifice du trou de manière à raccorder l'amorce du filetage au mur. M. Gardel laisse sécher quelques minutes et n'a plus ensuite qu'à visser dans la douille filetée ainsi obtenue la vis qui lui a servi pour former cette douille, avec interposition, bien entendu, de la pièce qu'il s'agit de fixer au mur, si ce n'est pas un simple crochet qu'il y a lieu de poser. Avec une vis à bois de quatre millimètres de diamètre, M. Gardel a pu, de cette manière, suspendre un poids de 180 kilogrammes ; comme on le voit, le procédé n'est pas mauvais et, grâce à notre lecteur, il ne tient qu'à nous de l'appliquer.

### Un « Tub » vraiment pratique

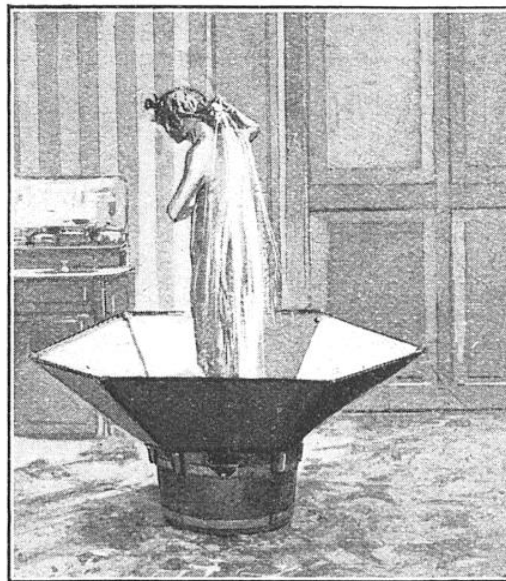
Le vaste récipient plat, généralement en zinc, que, sous le nom anglais de *tub*, nous employons pour nos ablutions et lavages corporels, a, nous l'avons tous constaté, deux inconvénients capitaux : il ne prévient qu'imparfaitement les éclaboussures d'eau et il est très

incommode à vider, sinon même à nettoyer. Ces deux inconvénients sont éliminés dans un tub qui est depuis peu sur le marché. Nos gravures montrent que ce tub nouveau n'est tout simplement qu'un baquet (l'inventeur l'a, d'ailleurs, baptisé *baquet-tub*) auquel on adapte une sorte de parapluie renversé, en toile imperméable qui, plus large et plus haut que l'ancien tub (hauteur 0 m. 65, envergure 1 m. 35), protège beaucoup mieux que ce dernier des éclaboussures. Le baquet est en pulpe de bois comprimée ; cette matière a l'avantage de ne pas causer la désagréable et froide sensation que provoque le contact du métal. Le parapluie et son armature se replient instantanément, de sorte que l'appareil est peu encombrant et facile à transporter. On conçoit que, la toile

étant enlevée, il soit facile de vider le baquet (deux poignées, d'ailleurs, facilitent considérablement l'opération) alors qu'il faut être un bon équilibriste pour vider, sans aide, un tub ordinaire plein d'eau.



LE BAQUET-TUB EST BEAUCOUP MOINS ENCOMBRANT QUE LE TUB ORDINAIRE



LE PARAPLUIE RENVERSÉ QUI SURMONTE LE BAQUET ÉVITE LES ÉCLABOUSSURES ; ON LE DÉMONTE POUR VIDER LE BAQUET, LEQUEL ALORS EST FACILE À MANIER

### Le sciage à main des métaux rendu plus rapide et commode

En matière de sciage des métaux, explique M. Ch. Frémont, dans une note qu'il a présentée récemment à l'Académie des Sciences, les diagrammes obtenus à l'aide de l'enregistreur Marey montrent que l'effort nécessaire de poussée est irrégulier, parce que, à l'effort normal, s'ajoute un effort parasite de frottement pouvant aller jusqu'au coincement de la lame ; puis, lorsque le coincement de la lame cesse, la scie est projetée brusquement en avant.

Ces perturbations causent à l'ouvrier une fatigue supplémentaire sans résultat utile.

Pour atténuer le frottement, les praticiens augmentent la voie de la scie, mais c'est un procédé à résultat illusoire parce que le coincement persiste et qu'il faut enlever une plus grande quantité de métal, d'où dépense inutile de travail et déchet plus



grand. Ces coincements brusques sont aussi la cause fréquente de la rupture des lames. L'irrégularité dans la direction imprimée à la lame a, en outre, le grave inconvénient de produire des sciages défectueux (Voir page 247 l'article sur le sciage des métaux).

Il y a donc un grand intérêt économique à guider la lame de scie ; aussi, depuis longtemps, des appareils à main pour scier les métaux ont été proposés ; si ces appareils n'ont pas eu davantage de succès, c'est probablement parce que leurs organes avaient trop de frottement.

Dans cet ordre d'idées, M. Frémont a construit un support pendulaire qui permet une plus grande course de la lame que celle que fournit habituellement l'ouvrier appuyant d'une main sur chaque extrémité du porte-scie ; il y a ainsi moins de temps perdu parce que l'on emploie généralement de plus longues lames.

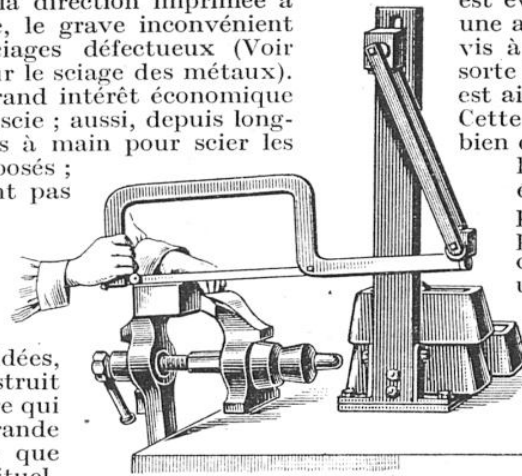
La lame se trouvant guidée ne coince plus et se rompt moins fréquemment ; elle peut être un peu plus mince, d'où moins de travail et moins de déchet pour une coupe donnée. Les surfaces sciées sont beaucoup plus régulières, parfaitement planes et bien dans la direction voulue, même dans des coupes biaisées.

Des expériences nombreuses, effectuées par le service de la voie du chemin de fer de l'Est, ont montré que la moyenne des résultats de sciage de rails (de 46 kilos au mètre, avec une section transversale de 59 centimètres carrés), était, avec cette machine, de trente et une minutes, alors que le sciage habituel à la main exigeait quarante-six minutes ; c'est donc environ un tiers d'économie sur la main-d'œuvre que permet de réaliser le dispositif très simple de M. Frémont, dispositif appelé à rendre de grands services.

### Fixation des pièces sur les arbres ronds

**P**OUR fixer une pièce sur un arbre de section ronde, on utilise, lorsque la pièce ne com-

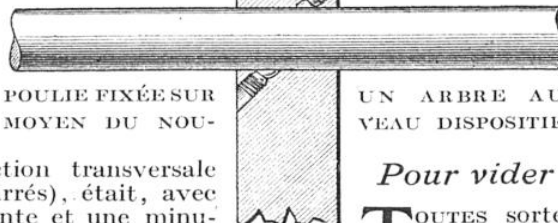
porte pas par elle-même de dispositif de serrage, une vis spéciale dont l'extrémité est évidée de manière à présenter une arête circulaire. En serrant la vis à fond, on écrase en quelque sorte l'arête sur l'arbre et la pièce est ainsi immobilisée sur ce dernier. Cette vis, cependant, ne convient bien que si elle est placée verticalement ; elle appuie alors, en effet, sur l'arbre par l'entier pourtour de son arête et s'oppose au glissement. Si, par contre, on doit la placer sous un certain angle, son arête ne porte sur l'arbre que par un point ; la tenue de la pièce est donc défectueuse. Pour remédier à cet inconvénient, un constructeur suédois a conçu un dispositif très simple consistant en une vis dont l'extrémité est évidée de manière à épouser une demi-sphère en acier et dont le corps est fendu longitudinalement pour



CE SUPPORT PENDULAIRE PERMET UNE PLUS GRANDE COURSE DE LA LAME DE LA SCIE ET RÉDUIT SENSIBLEMENT LA DURÉE DU SCIAGE

recevoir une goupille spéciale permettant d'assujettir la vis à la demi-sphère.

En examinant la gravure et le dessin, on comprend que la vis, sous n'importe quelle inclinaison, fera toujours pression sur la demi-sphère. Or, celle-ci étant également évidée de manière à présenter une arête circulaire, portera toujours sur l'arbre normalement, c'est-à-dire par l'entier pourtour de son arête. Le résultat est donc analogue à celui obtenu par la vis de l'ancien modèle, mais cela quelque soit l'angle fait par la vis avec l'axe de l'arbre.



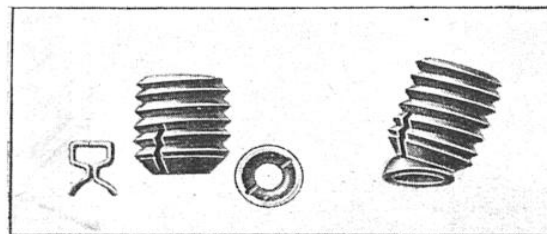
POULIE FIXÉE SUR MOYEN DU NOUVEAU DISPOSITIF

UN ARBRE AU VEAU DISPOSITIF

### Pour vider les tubes d'étain

**T**OUTES sortes de produits en pâte, depuis la colle, la dissolution de caoutchouc, jusqu'aux pâtes dentifrices et crèmes de beauté, sont vendus en tubes d'étain, ces derniers ayant le grand

avantage de conserver au produit sa fraîcheur et ses propriétés jusqu'à complet épuisement. Cependant, peu de personnes savent utiliser convenablement le tube ; au lieu de l'enrouler sur lui-même au fur et à mesure de l'évacuation de la substance qu'il renferme, on se



MÊME INCLINÉE, LA VIS SERRE LA DEMI-SPHÈRE À PLAT CONTRE L'ARBRE



contente, le plus souvent, de presser à même, n'importe où, ce qui a fatalement pour résultat de refouler de la matière vers le fond du tube, et, éventuellement, de la faire sortir par le mauvais côté, ainsi que de créer en de nombreux points de petites poches de pâte dont on ne récupère jamais le contenu.

Cet inconvénient est complètement éliminé si l'on utilise le dispositif imaginé et breveté par M. Leroux. Ce dispositif se compose de deux montants verticaux sur la hauteur desquels est ménagée une rainure. Une tige horizontale fendue en son milieu et munie à une de ses extrémités d'un bouton moleté peut monter et descendre le long des barres verticales qu'elle traverse par les rainures. Ces barres sont entretoisées en haut et en bas ; en outre, à leur partie inférieure, elles sont pourvues d'un collier en deux pièces muni d'une vis de serrage. En se référant à la gravure, on comprendra aisément que si, après avoir inséré la partie plate qui termine le tube, du côté opposé à son orifice, dans la fente de la tige horizontale et l'autre bout du tube, à l'endroit du renfort, dans le collier dûment serré ensuite, il n'y aura plus qu'à tourner le bouton moleté de la tige pour exprimer mécaniquement le contenu du tube, et cela par quantité aussi petite qu'il est désirable et jusqu'à complet épuisement.

### Remplissage uniforme des soutes à charbon

ON utilise depuis quelque temps, en Angleterre, pour charger les soutes des navires ou remplir les cales des bateaux et chalands transportant du charbon un appareil ingénieux qui permet de projeter le combustible uniformément et non simplement en tas. Le charbon pénètre dans la soute ou la cale par une manche dont la partie inférieure débouche au-dessus d'une trémie surmontant le projecteur ; de cette trémie, il tombe sur une courroie sans fin, en caoutchouc vulcanisé, passant sur trois poulies et un tambour à gorge ; il est ainsi entraîné entre les flasques du tambour et chassé à peu près

par la force centrifuge avec une violence que l'on peut modifier à volonté, puisqu'elle est fonction de la vitesse, évidemment variable, du moteur électrique d'entraînement de l'appareil.

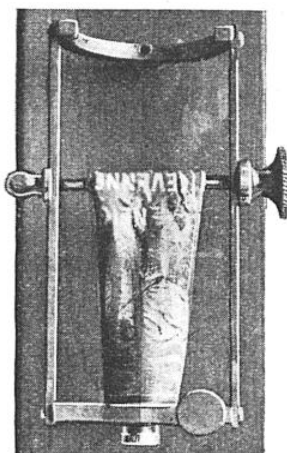
### Nouveau progrès dans le chauffage par le gaz

UN radiateur à gaz a fait récemment son apparition en France. Il se compose essentiellement d'une carcasse en alliage d'aluminium et d'une rampe chauffant directement des tubes verticaux en porcelaine d'amiant, et d'autres, métalliques, disposés derrière les premiers.

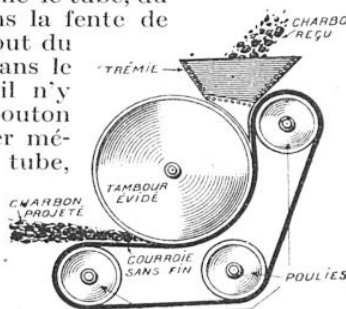
Le brûleur consiste en un robinet à pointe, dont le débit peut être facilement réglé. Le gaz sort de son orifice avec une grande vitesse, de façon à entraîner la plus grande quantité d'air possible, car il est évident que si l'on veut produire beaucoup de

chaleur avec peu de gaz, il faut disposer de beaucoup d'oxygène, et, par conséquent, employer beaucoup d'air. Afin que le mélange de gaz et d'air ne diminue pas de vitesse, on le fait passer dans une tubulure présentant un étranglement formé par deux cônes opposés par leur sommet qui a aussi pour objet de parfaire le mélange. Pour que ce dernier soit aussi intime que possible, une toile métallique est d'ailleurs employée ; elle est fixée à la sortie de la tubulure comportant un double cône. Une autre toile est placée longitudinalement dans la chambre alimentant la rampe ; elle sert à distribuer également le mélange de gaz et d'air aux trous dont cette dernière est percée. La première de ces toiles constitue aussi un dispositif empêchant l'auto-allumage de se produire à la sortie du robinet-pointeau, lorsque l'appareil fonctionne à allure très réduite (principe de sécurité des lampes de mineurs).

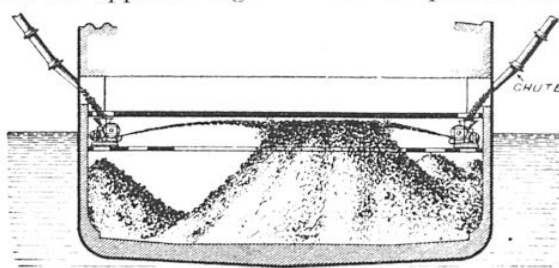
Le gaz contenant le maximum d'air et étant parfaitement mélangé avec celui-ci, brûle avec une flamme bleue-violette excessivement chaude (sa température est d'environ 40 degrés plus élevée que celle d'un bec « Bunsen »).



ON VIDE LE TUBE EN TOURNANT UN BOUTON



L'APPAREIL DE PROJECTION



CHARGEMENT UNIFORME D'UNE SOUTE A CHARBON AU MOYEN DE DEUX APPAREILS

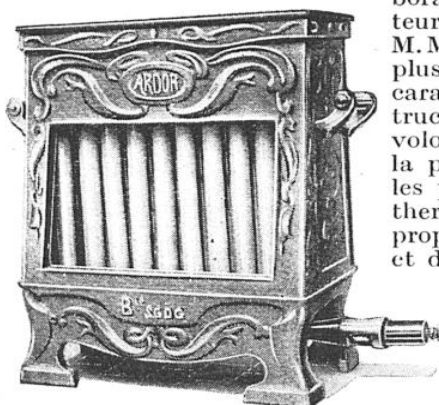


La chaleur produite est appliquée au chauffage à la fois par rayonnement et par convection. La flamme émise par la rampe chauffe, en effet, directement les tubes en matière réfractaire, qui deviennent incandescents et rayonnent des ondes calorifiques par la façade de l'appareil. Les tubes des première et deuxième rangées, en partant de la façade, étant incandescents, l'air froid y pénètre par leur partie inférieure, s'échauffe très rapidement au contact des parois et s'échappe à la partie supérieure dans la pièce ou le local à chauffer. Les gaz de la combustion, après avoir frappé les tubes réfractaires, arrivent en contact avec les tubes métalliques qui, en raison de leur grande conductibilité et de leur faible épaisseur, s'échauffent très vite. L'air qui circule à l'intérieur de ces derniers est chauffé de la même façon que dans les tubes réfractaires. On conçoit que la circulation de l'air dans les tubes est d'autant plus active que la chaleur émise par la rampe est plus forte. Les gaz de la combustion, parviennent à l'orifice d'évacuation ; ils ont, à ce moment, abandonné la plus grande partie de leur calorique.

D'autre part, l'enveloppe de l'appareil étant en alliage d'aluminium dont la chaleur spécifique et la conductibilité sont très élevées, s'échauffe très rapidement. Après quelques instants de marche, sa température atteint environ 100 degrés centigrades. Il suffit alors de faire fonctionner l'appareil à une allure modérée pour maintenir cette température ; l'enveloppe joue donc, en quelque

sorte, le rôle à la fois d'accumulateur et de répartiteur de chaleur.

Comme on peut le voir, des considérations réellement scientifiques ont présidé à l'élaboration du nouveau radiateur. Félicitons-en l'inventeur, M. Mahieu, car l'empirisme le plus complet a trop souvent caractérisé les efforts de constructeurs remplis de bonne volonté, sans doute, mais dont la plupart ignoraient, hélas, les premiers principes de la thermochimie et ceux de la propagation de la chaleur et du chauffage rationnel.



CE RADIATEUR CHAUFFE PAR RAYONNEMENT ET CONVECTION

### Brossons nos planchers électriquement

VOICI un appareil qui nous le permet. C'est, en deux mots, une brosse circulaire de trente centimètres environ de diamètre qui tourne sous l'effet d'un petit moteur électrique placé directement au-dessus d'elle et pesant de tout son poids sur la brosse, assurant ainsi une parfaite adhérence sur le parquet. L'appareil a l'aspect d'un chariot minuscule ; ses deux roues, placées en arrière, ont le double avantage de parfaire la stabilité du système et de permettre, au moyen d'un long manche de bois, de promener la brosse en tous sens. A cette fin, le manche est assujéti, par une de ses extrémités, à l'axe des roulettes, mais de manière à pouvoir osciller librement dans le plan vertical ; son autre extrémité est munie d'une poignée ; un conducteur électrique, souple, d'assez grande longueur, relie la prise de courant au moteur. Cet appareil fonctionne sous courant d'éclairage, continu ou alternatif, de 110 volts ; il ne nécessite



GRACE A CET APPAREIL, UNE PETITE MÉNAGÈRE DE 12 A 13 ANS PEUT, SANS FATIGUE, BROSSER UN PLANCHER

aucune installation spéciale dans les locaux où on l'emploie et peut être aisément manié par une fillette de douze à treize ans. Puisque nous avons appris à nettoyer par le vide au lieu de balayer, pourquoi n'essayerions-nous pas maintenant à faire reluire nos parquets électriquement ? La tâche des domestiques s'en trouverait allégée.

V. RUBOR.



# L'AIR COMPRIME SUR LES VÉHICULES AUTOMOBILES

Par Michel BERGERON

INGÉNIEUR DES ARTS ET MANUFACTURES

L'EMPLOI de l'air comprimé pour la mise en marche des moteurs fixes à explosions, tels que moteurs à gaz et moteurs Diesel, est d'un usage courant dans l'industrie. Quand on a voulu appliquer ce procédé aux moteurs d'automobiles, on s'est heurté à de grosses difficultés: un moteur auxiliaire était d'un trop gros encombrement, une bouteille d'air comprimé, bien que de poids relativement élevé, était d'un usage limité.

On reconnut donc qu'il fallait réaliser un compresseur fonctionnant avec le moteur, ce dernier devant être muni d'un distributeur introduisant l'air dans les cylindres au moment favorable pour entraîner successivement les pistons jusqu'à l'explosion du mélange carburant amené par l'aspiration.

Les premiers essais qui eurent lieu dans cette voie ne donnèrent pas de résultats satisfaisants et ne semblaient pas devoir aboutir, lorsque la Société lyonnaise d'Industrie mécanique entreprit la mise au point du démarrage par l'air comprimé, en y ajoutant toutes les applications auxquelles celui-ci peut donner lieu sur les châssis d'automobiles, telles que le freinage, le gonflement des pneus, etc.

L'étude très intéressante de l'installation générale de l'air comprimé sur un véhicule automobile a été faite par M. M. Adenot,

administrateur délégué de cette société, qui a pris tous brevets utiles et qui a présenté sur le châssis 19-40 HP Slim, exposé aux derniers salons de Londres et de Bruxelles, la très intéressante application de ces brevets.

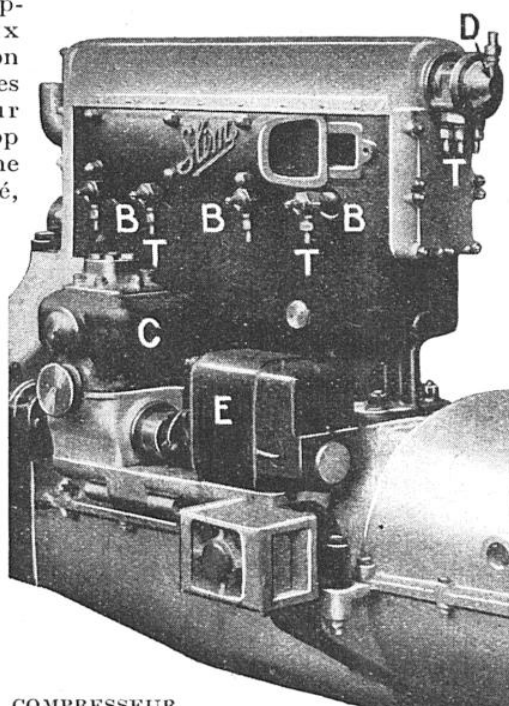
Il faut poser en principe que le compresseur doit être disposé de façon à pouvoir s'adapter à un moteur quelconque, seul ou en tandem avec la magnéto, la dynamo d'éclairage ou tout autre organe accessoire. Il pourrait aussi venir de fonderie avec le bloc des cylindres du moteur.

Il est intéressant de suivre, sur le châssis Slim l'installation complète de l'air comprimé et de toutes ses curieuses applications.

Le compresseur, entraîné par le moteur, fonctionne sans arrêt, et charge constamment deux réservoirs: l'un à haute pression (18 kilos) pour le démarrage, et le second à basse pression (3 kilos), pour les autres applications; des manomètres indiquent exactement les pressions dans les réservoirs.

Lorsque ceux-ci ont atteint leur pression limite, le compresseur

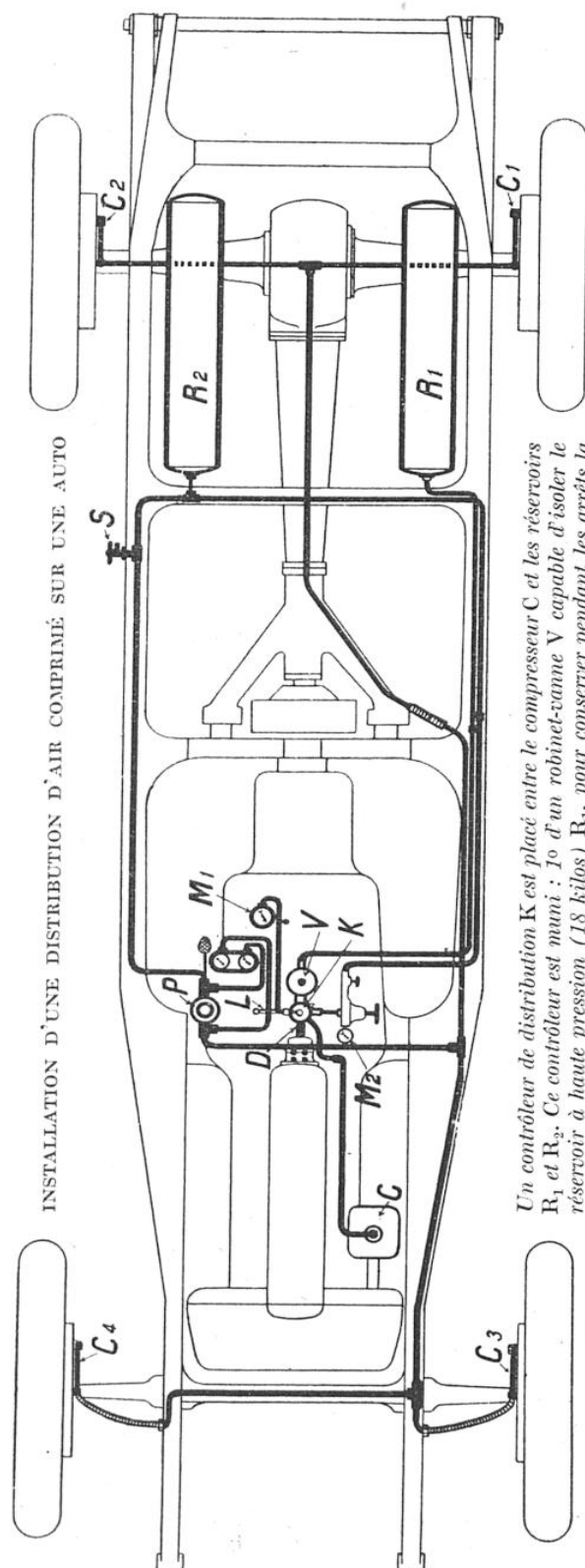
fonctionne à vide, c'est-à-dire qu'il n'y a plus d'admission dans les cylindres, la même quantité d'air se comprimant et se détendant alternativement. Ceci est obtenu très simplement en calculant l'espace mort de telle façon que la pression de l'air ne puisse



COMPRESSEUR

D'AIR MONTÉ SUR LE MOTEUR SLIM

*L'arbre de commande du compresseur C est le même que celui de la dynamo d'éclairage E. L'admission de l'air comprimé dans les cylindres pour le démarrage se fait par les bouchons valves B, reliés au distributeur D par les tuyaux T. Le distributeur D est monté directement sur l'arbre à came des soupapes, celui-ci étant à la partie supérieure des cylindres.*



INSTALLATION D'UNE DISTRIBUTION D'AIR COMPRIMÉ SUR UNE AUTO

Un contrôleur de distribution K est placé entre le compresseur C et les réservoirs R<sub>1</sub> et R<sub>2</sub>. Ce contrôleur est muni : 1° d'un robinet-vanne V capable d'isoler le réservoir à haute pression (18 kilos) R<sub>1</sub>, pour conserver pendant les arrêts la

pression nécessaire au démarrage ; 2° d'un détendeur avec manomètre M<sub>2</sub> envoyant l'air comprimé à basse pression dans le réservoir R<sub>2</sub> (3 kilos) ; 3° d'un manomètre M<sub>1</sub>, de pression du réservoir R<sub>1</sub> ; 4° d'un levier L servant à opérer le lancement du moteur en envoyant l'air comprimé dans le distributeur D. Un circuit de retour, dans lequel se trouve une prise d'air S pour l'alimentation du vérin pneumatique et de l'appareil de gonflement des pneus, envoie l'air comprimé du réservoir R<sub>2</sub>, par l'intermédiaire d'un robinet de manœuvre à pédale P, aux cylindres C<sub>1</sub>, C<sub>2</sub>, C<sub>3</sub>, C<sub>4</sub> des tambours de freins.

dépasser un taux fixé à l'avance, par exemple 18 kilogrammes.

L'inconvénient de ce fonctionnement sans production de travail est largement compensé par la simplification des organes. L'air comprimé s'échappant des réservoirs est automatiquement remplacé par le compresseur, sans avoir besoin de lui adjoindre des appareils compliqués d'embrayage et de débrayage.

La mise en marche automatique s'obtient comme suit :

Un levier de manœuvre permet à l'air comprimé du réservoir à haute pression de pénétrer dans les cylindres après passage dans un distributeur Letombe. Ce dernier se compose d'un tiroir circulaire percé d'une lumière tournant en face d'une glace présentant quatre orifices placés à 90° et reliés aux quatre cylindres par des conduits de cuivre. Le tiroir est entraîné par l'arbre à came des soupapes et réglé de façon à permettre l'introduction de l'air dans celui des pistons qui se trouve en position d'admission. Pour éviter l'usure du tiroir, celui-ci est disposé de façon à n'adhérer à la glace que sous l'effet de la pression de l'air comprimé, c'est-à-dire seulement pendant l'admission de l'air.

Ce dernier est introduit dans les cylindres par des soupapes qui se trouvent fermées lorsque l'explosion a lieu et qui, munies d'un ressort d'équilibrage, sont dans l'impossibilité de s'ouvrir lorsque le piston aspire.

L'air comprimé pénètre ainsi dans le moteur tant que le levier de manœuvre le lui permet, mais, dès qu'une explosion se produit dans l'un des cylindres, la soupape d'admission se ferme, arrêtant le passage de l'air comprimé et le mécanicien peut relâcher son levier : le moteur est mis en route.

Pour utiliser l'air comprimé dans ses autres applications, il n'est pas besoin de l'employer sous forte pression et l'on se sert d'un détendeur muni d'un manomètre, qui permet de réaliser facilement la pression désirée.

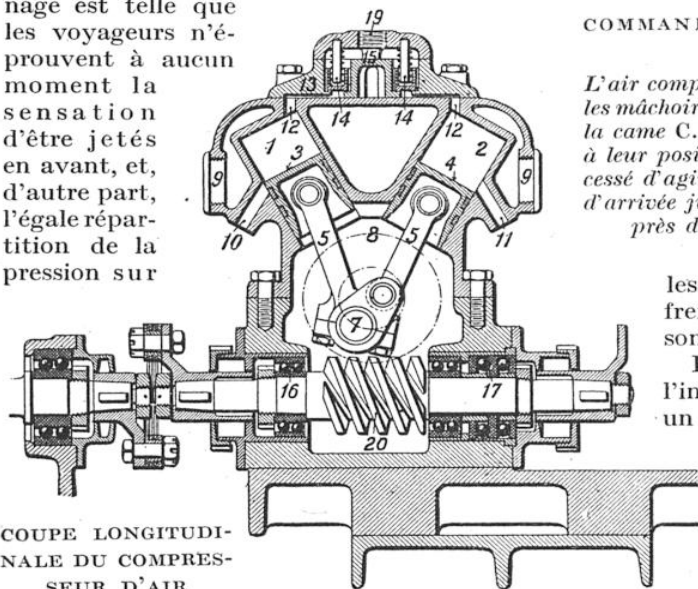


En ce qui concerne les freins, un réglage préalable du détenteur permet d'exercer une pression de 2 à 6 kilos sur les tambours de freins, suivant l'état de la route, la vitesse de la voiture et l'effort de serrage que l'on veut obtenir.

Le freinage est progressif et se fait au moyen d'une pédale, comme pour les freins ordinaires, et il est bon d'ajouter que, par mesure de précaution, en cas de non fonctionnement de l'air comprimé, la pédale agit à fond de course mécaniquement sur le différentiel, comme à l'ordinaire.

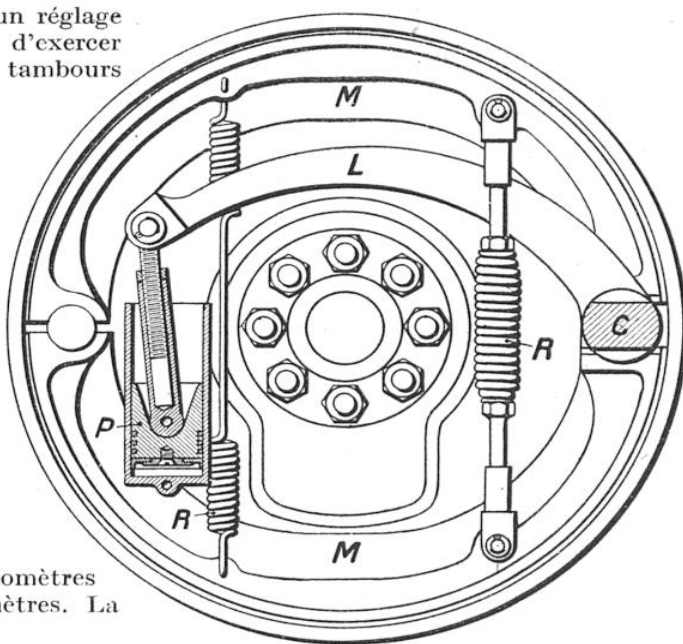
Ce freinage par l'air comprimé a donné des résultats de tout premier ordre. Ainsi il résulte des essais faits sur un châssis Slim, qui possède des freins sur les quatre roues, qu'une voiture pesant au total 2.000 kilos, lancée à 100 kilomètres à l'heure, peut s'arrêter en 18 mètres. La

progression du freinage est telle que les voyageurs n'éprouvent à aucun moment la sensation d'être jetés en avant, et, d'autre part, l'égale répartition de la pression sur



COUPE LONGITUDINALE DU COMPRESSEUR D'AIR

L'air sous pression est fourni par un compresseur à quatre cylindres en V dont deux sont représentés ici. Les tiges 5 des pistons 3 et 4 sont accouplées à deux manetons calés à 180° sur l'arbre 7. Le mouvement du moteur est transmis à l'arbre-manivelle 7 par une couronne dentée 8 rapportée entre les deux manetons et qui engrène avec une vis sans fin 20 montée sur roulements et butées à billes 16 et 17, en prise directe avec le moteur de la voiture. Les cylindres sont entourés d'une chemise à circulation d'eau 9. L'admission dans les cylindres se fait par des lumières 10 et 11 lorsque les pistons approchent de leur point mort inférieur. L'échappement de l'air comprimé a lieu par des conduits 12 ménagés dans les culasses et dans une boîte à soupapes 13. Les quatre soupapes 14 communiquent par une chambre commune 15 avec le canal de départ de l'air comprimé 19.



COMMANDE DU FREIN A AIR COMPRIMÉ  
APPLIQUÉ AUX ROUES

L'air comprimé agit sur le piston P qui commande les mâchoires M par l'intermédiaire du levier L et de la came C. Les ressorts R ramènent les mâchoires à leur position de repos lorsque l'air comprimé a cessé d'agir. Ce dernier est refoulé par le conduit d'arrivée jusqu'à la soupape d'échappement située près de la pédale de commande du frein.

les roues évite tout dérapage. Les freins mécaniques les plus parfaits sont loin de donner un tel résultat.

Pour compléter la description de l'installation de l'air comprimé sur un châssis automobile, en prenant toujours le même exemple Slim, nous ne ferons que citer l'application pour le gonflement des pneus, la mise sous pression des réservoirs d'essence et d'huile, l'utilisation d'un vérin pneumatique, et même d'un avertisseur très puissant, à son continu.

Nous espérons que les constructeurs et les metteurs au point de ce procédé ne s'arrêteront pas en si bonne voie et que nous verrons l'air comprimé utilisé pour la suspension des voitures et appliqué à la carrosserie pour tous les besoins possibles et imaginables. Ce dispositif, commandé par le moteur, n'absorberait qu'une force infime. M. BERGERON.

## L'APPLICATION DE LA "CHRISTIAN SCIENCE"

**I**L arrive parfois que celui qui commence d'étudier la « Christian Science », encore qu'il soit convaincu de la Vérité qu'elle enseigne, se sente embarrassé quant à la manière de l'appliquer. Ou bien, il lui semble qu'il n'en sait pas assez encore pour le faire, ou bien il ne sait comment s'y prendre pour mettre en pratique le peu qu'il sait. Que dois-je faire ? demande-t-il.

Comment s'y prend-il, répondrons-nous, pour appliquer ce qu'il sait en d'autres matières ? Comment s'y prend-il pour appliquer ce qu'il sait en mécanique, en chimie, en musique, en arithmétique ? Il fait usage de ses connaissances quand l'occasion s'en présente, n'est-ce pas. Il n'y a, certes, rien d'étrange dans le fait de se servir de ce que l'on sait ou d'avoir confiance en ce que l'on croit. Que si quelqu'un découvre qu'il s'est trompé en quelque chose, il rajuste sa pensée et sa conduite pour les faire accorder avec la Vérité qu'il a découverte, et il n'y a là rien d'extraordinaire. Par exemple, l'étudiant en « Christian Science » est souvent enclin, au début, à se créer à lui-même des difficultés en cherchant hors de sa propre conscience la cause de ses troubles. Il saisira mieux la situation quand il verra que c'est en lui qu'est le travail à accomplir, que c'est sa propre conscience qui nécessite une transformation.

La « Christian Science » est la connaissance démontrable du Principe divin. C'est faute d'avoir eu cette connaissance que l'humanité s'est soumise au despotisme d'un supposé pouvoir mauvais et qu'elle est victime de la maladie, de la souffrance et de tant d'autres misères. La « Christian Science » vient apporter cette connaissance de la Vérité qui peut émanciper l'humanité. Donc, la « Christian Science » est synonyme de connaissance et son application consiste à connaître la Vérité sur le Principe divin, à connaître l'infinité, l'omnipotence et l'omniprésence du Bien.

Une chose devrait apparaître clairement, c'est que le rêve du mal, dans lequel l'humanité semble plongée, ne peut être détruit et

la nature humaine régénérée que par la conscience du bien. La pensée ne peut ainsi s'élever et se purifier qu'en se spiritualisant. La « Christian Science » étant la Science de l'Esprit, celui qui veut l'appliquer se détourne absolument de la matière pour ne considérer que l'Esprit, qu'il reconnaît comme le seul Principe réel, le seul pouvoir, la seule substance et la seule loi véritables.

On admet généralement, depuis l'avènement de la « Christian Science », que tout ce qui entre dans le champ de la conscience humaine est un état mental. C'est ce que pense l'humanité dans son ensemble, qui constitue l'expérience humaine dans son ensemble, et c'est ce que l'individu pense qui constitue l'expérience individuelle.

Il y a inharmonie dans la conscience humaine, parce que la pensée est inharmonieuse d'abord ; et les choses continueront d'aller mal tant que cette pensée ne sera pas redressée. Mais l'amélioration générale ne peut résulter que de l'amélioration individuelle : c'est par la rédemption de ses unités que sera rachetée l'humanité.

Il est donc clair que la façon de penser d'un homme est sa façon de se traiter ; c'est-à-dire qu'il s'applique mentalement à lui-même ce qu'il tient pour vrai, et le résultat sera en accord avec la Vérité ou l'erreur régnant dans sa pensée. Ce qui importe et compte, c'est la valeur propre et la justesse de cette pensée, bien plutôt que la forme verbale qu'elle adopte pour s'exprimer. Toute pensée juste appliquée constitue un traitement mental. Et si une pensée est basée sur l'absolu infini du Principe, autrement dit de l'Esprit, de la Vie, du Bien, et que, par suite, elle rejette comme inexistant tout ce qui n'est pas Lui, c'est là un traitement de « Christian Science ».

Il est peut-être à propos de rappeler ici que le pouvoir de la volonté n'a pas place dans la pratique de la « Christian Science ». En effet, il n'est pas besoin de se contraindre à penser ce que l'on croit. En vérité, toute la force de volonté dont peut disposer un mortel ne saurait le faire penser ce qu'il ne croit



pas être vrai ; mais, par contre, dès qu'il a saisi la Vérité, celle-ci s'empare de sa conscience et domine sa pensée sans qu'il ait à faire effort. Il va de soi que la force de volonté n'est pas nécessaire pour penser que un et un font deux, et pas davantage elle n'est nécessaire pour penser que le Principe est le Bien infini et souverain. En réalité, le christian scientist ne fait qu'écarter de sa pensée tout ce qui fait obstacle à sa réalisation de l'infinité du Principe divin, c'est-à-dire toute croyance à l'existence d'une autre cause, d'un autre pouvoir. Quand il a mené à bien cette tâche, il a compris la non-réalité du mal.

La « Christian Science » étant basée sur la vérité seule, sur la perfection absolue du Principe et de sa création, il s'ensuit que l'on ne peut admettre le contraire de ce Principe parfait et de son idée parfaite, et dans le même temps, pratiquer la « Christian Science », pas plus que l'on ne peut espérer obtenir des résultats exacts en mathématiques en admettant que un et un font à la fois deux et trois.

Il s'agit donc pour l'étudiant en « Christian Science » de changer son point de vue. Il a été habitué à penser le mal, à croire qu'il existe des forces malfaisantes dans l'univers et qu'il est impossible de se soustraire à leur action. Cependant, quand il a quelque peu compris les enseignements de la « Christian Science », sa façon de voir se modifie. Il voit dès lors l'homme comme procédant de l'Esprit et non de la matière, comme inséparable de son Principe et réfléchissant continuellement le Bien et la Santé. Sa conscience se débarrasse peu à peu des idées de maladie, de crainte, d'échec et il devient plus libre et plus heureux, à mesure qu'il se rend mieux compte que le Principe, qui est l'Esprit, la Vie et le Bien, est véritablement la substance

et l'intelligence de l'homme et de l'univers et le seul pouvoir régnant.

Il n'y a donc pas, dans la pratique de la « Christian Science », à tenir compte des conditions matérielles. Un homme qui sort d'un rêve se rend compte que l'avènement et la succession des phénomènes ou des actions qu'il a rêvés n'étaient gouvernés ni par une loi ni par une nécessité, en dépit des apparences. De la même manière, on se rend clairement compte à la lumière de résultats obtenus par application de la vérité spirituelle de l'être, que les conditions de l'existence matérielle, si certaines et inévitables qu'elles semblent être, sont simplement relatives et dépendantes des contingences de la croyance.

Ce n'est pas l'homme réel mais une conception matérielle ou charnelle de l'être qui tombe malade et souffre ; et ce n'est pas en soignant cette conception fautive, mais en s'en débarrassant, qu'on rend l'homme harmonieux. La « Christian Science » ne change pas la condition de l'homme. Elle détruit seulement cette conception erronée de l'être qui croit être malade et souffrir, et elle fait apparaître l'état parfait. De même que les personnages imaginaires, qui, dans la pantomime d'un rêve, semblent choisir, agir, souffrir, s'évanouissent à un moment donné lorsque surgit la réalité de l'état de veille ; ainsi les conditions qui semblent gouverner l'existence physique se révèlent comme de vains fantômes quand on les regarde à la lumière de la réalité spirituelle.

Mrs Eddy a nettement résumé la méthode d'application de la « Christian Science », quand elle a dit que le Principe parfait et son idée parfaite devaient être la base de toute pensée et de toute démonstration.

*Traduit d'un article de M. Samuel Greenwood dans le « Christian Science Journal ».*

## COMME L'HUILE, L'AIR COMPRIMÉ APAISE LES VAGUES FURIEUSES

**L**es travaux, à la mer, sont souvent rendus extrêmement difficiles par l'action des vagues sur les jetées et sur les digues, qui sont quelquefois démolies par la tempête avant même d'être terminées.

L'influence de l'huile répandue à la surface des flots a rendu des services pour les navires en perdition, par suite de très gros temps, mais son emploi, qui est difficile le long du rivage, est devenu très dispendieux.

On tend à généraliser, aux États-Unis, un procédé qui paraît donner de bons résultats et qui consiste à injecter de l'air comprimé à une certaine distance du rivage à protéger,

au moyen de conduites métalliques immergées et percées de trous. La rampe chargée de répandre l'air comprimé au sein de la masse liquide est disposée parallèlement à la côte, sur une longueur de 50 à 100 mètres, par exemple, et on l'alimente par des conduites perpendiculaires reliées à une usine de compression installée sur le rivage. L'air comprimé produit dans l'eau des millions de bulles d'air qui forment une sorte d'émulsion et, entre la conduite et la côte, le calme s'établit même par une mer démontée, environ un quart d'heure après qu'on a commencé à injecter l'air comprimé.



## SUPPORT DE SÉCURITÉ POUR ROUE D'AUTO

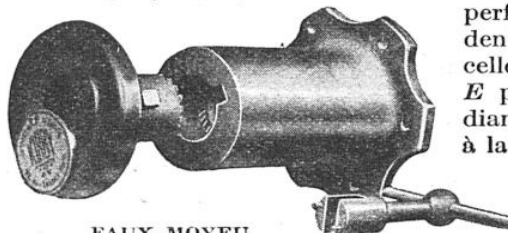
On a déjà volé de nombreuses voitures automobiles, mais combien plus nombreux sont les accessoires fixés sur ces voitures qui disparaissent chaque jour, et, notamment, les roues amovibles de secours qui, munies de leur pneu, représentent chacune une valeur d'un millier de francs. Pour rendre impossible ce vol trop fréquent, Kirby a imaginé un dispositif particulièrement ingénieux et simple qu'il a dénommé « support de sécurité ».

Il s'agit en l'espèce d'un faux moyeu fixé rigidement à la carrosserie à l'aide de boulons et sur lequel la roue vient se placer ; un cylindre de serrage s'introduit alors dans le faux moyeu et un tour d'une clef spéciale suffit pour bloquer le tout et le rendre inrocketable. Ce moyeu *A* sert de logement aux organes de blocage. Dans la partie interne est vissé un écrou *B* solidaire d'une tige *B*<sup>1</sup> qui sert de guide à un baladeur *C*, à emmanchement carré, soumis à l'action d'un ressort antagoniste *D* venant reposer dans un évidement de l'écrou *B*. Le baladeur *C* comporte sur sa face externe une couronne dentée *C*<sup>1</sup> et, dans sa partie médiane, présente des orifices *C*<sup>2</sup> disposés suivant une circonférence ayant son centre

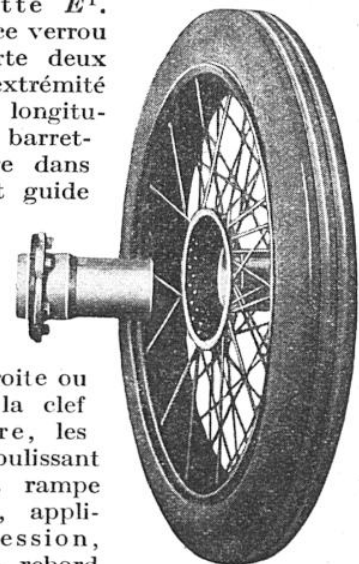
sur l'axe de la tige *B*<sup>1</sup>. Dans la partie externe du faux moyeu peut s'engager librement une pièce cylindrique *E* comportant à son extrémité interne une couronne perforée *E*<sup>2</sup> et une couronne dentée *E*<sup>3</sup> correspondant à celle du baladeur. Cette pièce *E* présente à sa partie médiane des ergots *E*<sup>4</sup> destinés à la maintenir en place par emmanchement à baïonnette sur une rampe hélicoïdale *H* solidaire du moyeu *A*. A son extrémité ex-

terne, cette pièce présente un flasque circulaire *E*<sup>5</sup> avec rebord intérieur *E*<sup>6</sup> ; dans sa partie médiane, elle est traversée par une petite barrette *E*<sup>1</sup>.

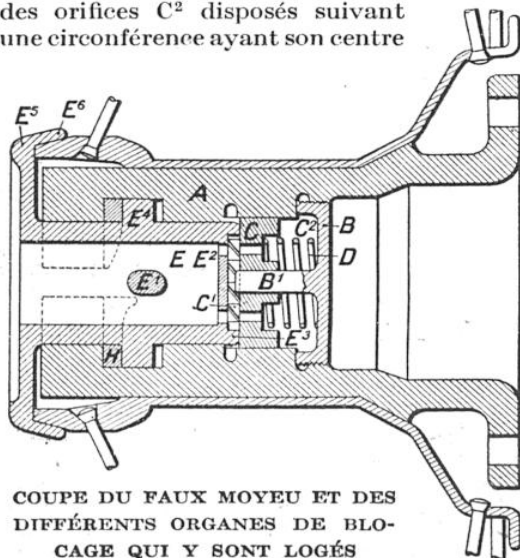
La clef de ce verrou de sûreté porte deux tenons à son extrémité et est fendue longitudinalement : la barrette *E*<sup>1</sup> s'engage dans cette fente et guide la clef dont les tenons pénètrent dans les trous correspondant *E*<sup>2</sup> et *C*<sup>2</sup>. Par un déplacement à droite ou à gauche de la clef de manœuvre, les ergots *E*<sup>4</sup>, coulissant le long de la rampe hélicoïdale *H*, appliquent par pression, d'une part le rebord *E*<sup>6</sup> sur le moyeu de la roue engagée sur le faux moyeu, et, d'autre part, la couronne dentée *E*<sup>3</sup> sur la couronne correspondante du baladeur *C*. Celle-ci étant maintenue en prise grâce à son ressort *D*, on réalise ainsi le blocage de l'appareil. Pour le débloquer, il suffit d'engager à nouveau la clef et de lui communiquer un déplacement angulaire de sens contraire, en exerçant une poussée afin de libérer les dents du baladeur.



FAUX MOYEU, CYLINDRE DE SERRAGE ET CLEF FENDUE



LA ROUE EST PRÉSENTÉE DEVANT LE SUPPORT FIXÉ A LA CARROSSERIE

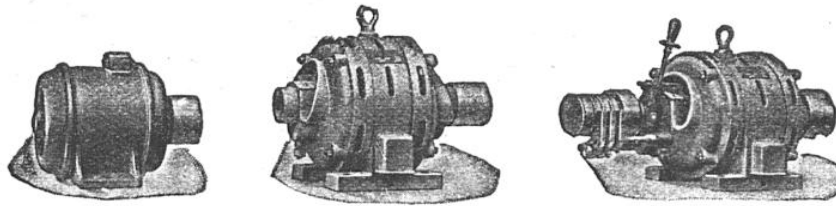


COUPE DU FAUX MOYEU ET DES DIFFÉRENTS ORGANES DE BLOCAGE QUI Y SONT LOGÉS

Le Gérant : Lucien Jossz.

Paris. — Imp. HÉMERV, 18, rue d'Enghien.





## MOTEURS A COURANT TRIPHASÉ

50 PÉRIODES (TENSIONS 115 - 125 - 200 - 220 VOLTS) (1)

en **STOCK** dans nos Usines et dans nos Dépôts de Paris, Lyon, Lille, Nancy, Marseille et Bordeaux.

TABLEAU DES PRINCIPALES CARACTÉRISTIQUES

| TYPES | 4 POLES<br>1500 tours par minute<br>à vide. |                     |               | 6 POLES<br>1000 tours par minute<br>à vide. |                     |               | POULIE          |                | POIDS                       |                            |
|-------|---------------------------------------------|---------------------|---------------|---------------------------------------------|---------------------|---------------|-----------------|----------------|-----------------------------|----------------------------|
|       | Puissance<br>HP                             | Rende-<br>ment<br>% | Cos $\varphi$ | Puissance<br>HP                             | Rende-<br>ment<br>% | Cos $\varphi$ | Diamètre<br>m/m | Largeur<br>m/m | Moteur<br>av. poulie<br>Kgs | Châssis-<br>tendeur<br>Kgs |
| N 50  | 0,5                                         | 80                  | 0,80          | 0,3                                         | 75                  | 0,70          | 70              | 50             | 30                          | 5                          |
| 60    | 1                                           | 82                  | 0,82          | 0,6                                         | 78                  | 0,72          | 90              | 55             | 35                          | 6                          |
| 70    | 1,5                                         | 83                  | 0,83          | 1                                           | 80                  | 0,75          | 100             | 55             | 48                          | 6                          |
| 75    | 2                                           | 84                  | 0,85          | 1,5                                         | 81                  | 0,78          | 120             | 65             | 55                          | 8                          |
| N 82  | 3                                           | 81                  | 0,85          | 2,25                                        | 80                  | 0,75          | 120             | 90             | 120                         | 25                         |
| 87    | 5                                           | 85                  | 0,87          | 4                                           | 82                  | 0,78          | 150             | 90             | 150                         | 25                         |

(Spécifier sur les demandes : Service I)

NOTA. — Les types N 50 et N 75 sont munis de paliers avec roulements à billes et ne sont construits qu'avec rotor en court-circuit. Les types N 82 et N 87 sont établis soit avec rotor en court-circuit soit avec rotor à bagues munis ou non d'un dispositif de relevage des balais. Tous ces moteurs peuvent être livrés à lettre lue avec poulies normales et châssis-tendeurs. Sur demande nous livrons les types N 82 et N 87 à induit en court-circuit avec 6 bornes permettant le démarrage en étoile-triangle.

(1) Nous pouvons livrer également dans de courts délais des moteurs enroulés pour d'autres tensions ainsi que des machines de puissance supérieure. - Prix, plans et offres détaillées sur demande

## SOCIÉTÉ ALSACIENNE

### DE CONSTRUCTIONS MÉCANIQUES A BELFORT

## MAISONS ET AGENCES :

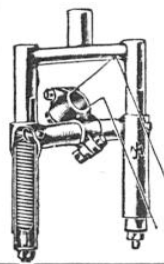
PARIS, 4, rue de Vienne.  
LYON, 13, rue Grolée.  
LILLE, 61, rue de Tournai.  
NANCY, 21, rue Saint-Dizier.



## MAISONS ET AGENCES :

ROUEN, 7, rue de Fontenelle.  
MARSEILLE, 40, rue Sainte.  
BORDEAUX, 9, cours du Chapeau-Rouge.  
NANTES, 34, rue Monselet.  
BARCELONE, 20, Rambla de Catalunya.

## Les Amortisseurs J.M.



pour  
**MOTOS et VÉLOS**  
font une piste  
des plus mauvaises routes

EN VENTE PARTOUT  
et dans toutes les succursales d'Automoto  
Catalogue: J.M., 3, boul. de la Seine  
Neuilly-sur-Seine - Tél.: Wagram 01-80

## MACHINES A ÉCRIRE

NEUVES ET D'OCCASION

Toutes Marques, Réparations garanties.  
Reconstructions et Transformations

**A. JAMET, Mécanicien - Spécialiste**  
7, Rue Meslay - PARIS-3<sup>e</sup> (République)  
Téléphone : Archives 16-08

Toutes fournitures et agencements de Bureaux  
**AVERTISSEUR NAVARRE**



**26, rue Oberkampf, PARIS (XI<sup>e</sup>)**

Téléphone :  
Roquette 30-21

**BAILLE-LEMAIRE & FILS, Constructeurs**  
USINES A CROSNES (Seine-et-Oise)

Adr. télégr. :  
Bailemair-Paris

Jumelles en tous genres, réunissant :

**Clarté - Éléance - Puissance**

Fournisseur du Ministère de la Guerre

1<sup>re</sup> Récompenses à toutes les Expositions

Pour  
**PESER... REMPLIR**  
Ensacher, Embouteiller,  
ETIQUETER

Employez les Machines Françaises  
DE LA

"MAIN-D'ŒUVRE MÉCANIQUE"

**P. BOULANT, Ing.-Const.**  
103, r. de Bagneux - MONTROUGE

**M<sup>on</sup> LECŒUR** ÉTABLISSEMENTS  
H. MORIQUAND

141, rue Broca, Paris (13<sup>e</sup> arr.) - Tél. Gob. 04-49

**MAISONS DÉMONTABLES**



bois ignifugé, transport et démontage faciles, montage en 2 jours avec 5 hommes.  
**TYPE LECŒUR.**  
Toutes autres constructions : usines, hangars, pavillons, bureaux, écoles, hôpitaux, installations de boutiques, magasins, décorations d'intérieurs, etc.

ÉTUDES ET PROJETS SUR DEMANDE

**ALBUM FRANCO**



17<sup>e</sup> ANNÉE17<sup>e</sup> ANNÉE

|||||

# T.S.F.

## Préparation

8° GÉNIE { Electriciens-Radio (Aspirants-Officiers)  
Lecteurs au son  
Manipulants

## Marine de Guerre

**Chefs de Poste**  
**Mention définitive**

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

P.T.T. (Opérateurs et sous-Ingénieurs.)  
Marine Marchande  
Colonies  
P.T.T. Chérifiens

## Situations Industrielles par les Diplômes de l'École

**Ingénieurs sans filistes**  
**Opérateurs. (Initiation rapide.)**  
**Monteurs**  
**Opérateurs-Monteurs sans filistes**

25 % de réduction sur toutes ces brochures  
aux Lecteurs de "La Science et la Vie".

**S**ANS 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, pour un prix raisonnable et par mensualités modiques vous apprendrez tout ce qu'il faut savoir pour 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.***

**Carrières Commerciales**  
Guide détaillé complet : 1.50

**Carrières Industrielles**  
**Agricoles - Commerciales**  
 Guide détaillé complet : 2 fr.  
 Guide des Situations  
 électriques .. .. : 1.50

**Carrières Maritimes**  
Guide détaillé complet : 1.50

**Carrières Coloniales**  
Guide détaillé complet : 3 fr.

**Carrières Féminines**  
Guide détaillé complet : 1.50

**Carrières de la T.S.F.**  
Guide détaillé complet : 3 fr.

**Carrières Administratives**  
Guide détaillé complet : 1-50

### Carrières des Chem. de fer

Guide détaillé complet : 3.50

**Carrières de l'Électricité**  
Guide détaillé complet : 3 fr.

## Carrières des Grandes Écoles. Armée et

**Carrières Universitaires**  
Guide détaillé complet : 1.50

Comment on devient  
Bachelier : 3 fr

École Centrale .. : 1.50

Carrière de Capitaine au  
long cours. .. : 3 fr.

**Carrière d'Officier méca-  
nicien .. .. : 3 fr.**

Carrière d'Officier de  
Vaisseau : 3 fr.

Carrière de Commissaire  
de Marine ..... 3 fr.

Carrières de l'Agriculture

Carrières des Travaux

Publics .. .. : 3 fr.  
Catalogue détaillé des

500 Cours professés à l'École du Génie Civil.

*Prix.* .. .. : 3 fr.

*L'Association Amicale des Anciens Élèves de l'École du Génie Civil fait paraître :*

# La Revue Polytechnique

# 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 **ENTIEREMENT 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 **ÉROCHURE** 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** (atelier 70), 67, Boulevard Bessières, PARIS (17<sup>e</sup>)

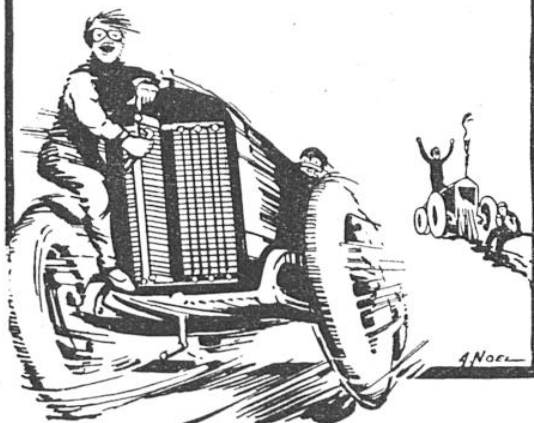
*N. B. - Nouvelle adresse pour cause d'agrandissement*



*Croquis rapides par trois de nos élèves n'ayant jamais dessiné d'après nature avant de suivre les cours. Croquis faits après les premières leçons.*

## RADIATEUR AVIOS

Brevets Chardard



### ADOPTÉ PAR L'ARMÉE

Éléments interchangeables  
permettant la réparation  
instantanée de toute fuite  
sans perdre d'eau

S'adapte à toute marque.  
Ne chauffe jamais

**STOCK**  
pour voitures **FORD**

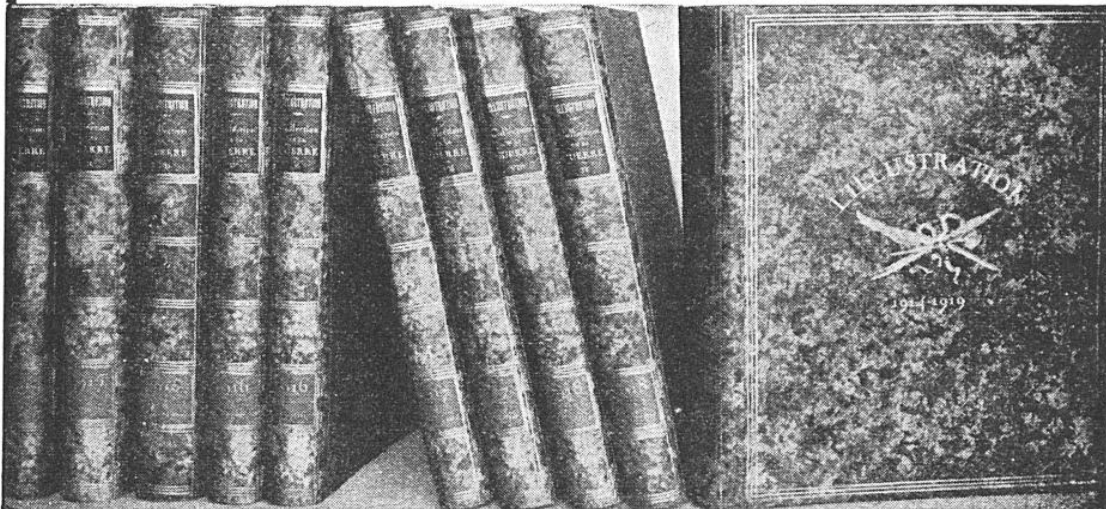
82, Boul. GALLIENI - ISSY-LES MOULINEAUX - Téléph. : Saxe 42-73

Publicité A. Noël



# La COLLECTION de GUERRE de L'ILLUSTRATION

EN DIX VOLUMES RELIÉS ET PAYABLE EN 21 MOIS



La Collection de *L'Illustration* pendant la guerre constitue le souvenir le plus complet et la documentation la plus abondante recueillie sur les événements qui ont transformé l'Europe, de 1914 à 1919.

Cette Collection est réunie en DIX VOLUMES. La reliure, exécutée spécialement dans les ateliers de *L'Illustration*, se présente sous l'aspect le plus artistique : dos et plats marbrés, filets or, titres or sur fonds bleu et rouge, tranches rouges.

Elle embrasse toute la période des hostilités sur tous les fronts et comprend 6.500 pages de texte et gravures, parmi lesquelles :

**11.461 illustrations, dont 495 en couleurs, 793 portraits, 1.059 cartes et plans, etc**

*Ces DIX VOLUMES sont livrables immédiatement aux CONDITIONS SUIVANTES :*

**FRANCE : 500 francs payables comptant.** La Collection est expédiée franco de port et d'emballage contre mandat ou chèque,

ou bien **550 francs payables en 21 mois.** L'acheteur doit joindre à sa demande, en mandats ou en billets, la somme de 25 francs. Des quittances de 25 francs lui seront présentées ensuite sans frais pour lui, de mois en mois, jusqu'à complet paiement. Port, emballage gratuits. (Une Collection pèse environ 70 kilos.)

**COLONIES : 500 francs payables comptant** en un chèque ou mandat. Emballage gratuit. Port payé jusqu'au port d'embarquement. Au delà, port dû.

**BULLETIN à adresser à *L'Illustration*, 13, rue Saint-Georges, à Paris (9<sup>e</sup>)**

J'achète à *L'Illustration* sa Collection de Guerre en dix volumes reliés aux conditions énoncées plus haut. Ci-joint 25 francs. Je payerai le solde, après réception, par versements mensuels de 25 francs sur présentation de quittance, jusqu'à complète liquidation de la somme de 550 francs, prix total.

Nom et Prénoms.....

Fait à..... le.....

Profession ou Qualité.....

Signature :

Domicile.....

Gare de.....



# PHOTO-PLAIT

37 & 39, Rue Lafayette, PARIS-OPÉRA

MAISON VENDANT  
LE  
MEILLEUR MARCHÉ

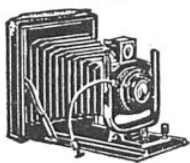
LA PLUS IMPORTANTE MAISON FRANÇAISE SPÉCIALISTE  
POUR LA VENTE DES APPAREILS PHOTO  
ADRESSE TÉLÉGRAPHIQUE : PLATOSCOPE - PARIS

EXPÉDITIONS  
DANS LE  
MONDE ENTIER

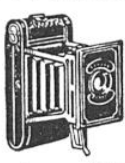
*Tous nos Appareils sont vendus garantis avec faculté d'échange*

APPAREILS PLAQUES APPAREILS A PELLICULES APPAREILS  
CHARGEANT EN PLEIN JOUR POUR LA STÉRÉOSCOPIE

"PLAIT" "ANSCO" "KODAK" "GAUMONT"



FOLDINGS 6 1/2 x 9 et 9 x 12  
Prix depuis 75 frs.



LE VEST POCKET "ANSCO"  
FORMAT 4 x 6 1/2  
Prix depuis 130 frs.



LE VEST POCKET "KODAK"  
FORMAT 4 x 6 1/2  
Prix depuis 135 frs.



LES STÉRÉOSPIDOS 6 x 13  
MODÈLE BOIS GAINÉ. Prix depuis 1250 frs.  
MODÈLE MÉTALLIQUE. Prix depuis 1800 frs.



"NOXA"  
APPAREILS DE LUXE  
FORMAT 6 1/2 x 9  
Prix depuis 395 frs.



LE VEST POCKET "ANSCO"  
FORMAT 6 x 9  
Prix depuis 140 frs.



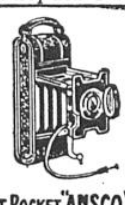
LES BROWNIES PLIANTS "KODAK"  
FORMATS 6 x 9 - 6 1/2 x 11 - 8 x 14  
Prix depuis 150 frs.



VÉRASCOPE RICHARD  
FORMAT 45 x 107  
Prix depuis 440 frs.



LES "S.O.M."  
FORMATS 6 1/2 x 9 et 9 x 12  
Prix depuis 540 frs.



LE VEST POCKET "ANSCO" DE LUXE  
FORMAT 6 x 9  
Prix depuis 385 frs.



LES "KODAK" JUNIORS  
FORMATS 6 x 9 et 6 1/2 x 11  
Prix depuis 272 frs.

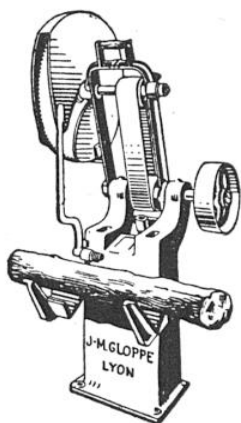


L'ONTOSCOPE  
FORMATS 45 x 107 et 6 x 13  
Prix depuis 1200 frs.

NOTA: Nous Possédons EN STOCK TOUTES LES MARQUES D'APPAREILS ET TOUT CE QUI CONCERNE LA PHOTO

CATALOGUE GÉNÉRAL GRATIS & FRANCO SUR DEMANDE



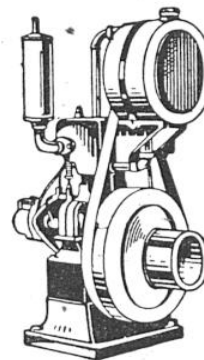


# J.-M. GLOPPE

*Ingénieur-Constructeur*

**66-68, Avenue Félix-Faure - LYON**

*Scies à bûches  
Moteurs à essence  
Pétrins mécaniques  
Groupes électrogènes  
Groupes Moto-Pompe  
Groupes MOTO-SCIE*



Téléphone :  
Vaudrey 16-31, 16-32, 16-33

Télégramme :  
JEMAGLOP-LYON

## COMPRESSEURS D'AIR

**PRESSIONS**

BASSE jusqu'à 20 kg par cm<sup>2</sup> pour.....

MOYENNE de 20 à 100 kg par cm<sup>2</sup> pour..

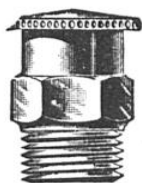
HAUTE de 100 à 500 kg par cm<sup>2</sup> pour ....

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<sup>ie</sup>, Ing<sup>r</sup>-Const<sup>r</sup>, 20, Rue Pergolèse, PARIS**

Téléphone : Passy 50-73



**F. GIRARD**

MAISON FONDÉE en 1884

Aug. MELLIEZ, Suc<sup>r</sup>

285, Rue des Pyrénées

PARIS (XX<sup>e</sup>)

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 Electriques — Démarreurs, etc.

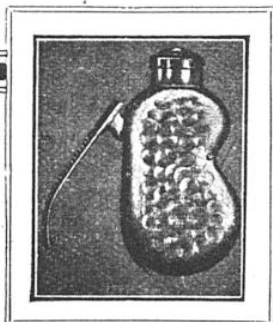
MODÈLES SPÉCIAUX ET A GRAISSE PAR SÉRIES

Décolletage automatique de Précision jusqu'à 36<sup>mm</sup>

*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 Organiser vos Bureaux

CONSULTEZ LA C<sup>ie</sup> DU

# RONÉO

27, Boulevard des Italiens - PARIS

### POURQUOI

**1<sup>o</sup>** Maison fondée en 1902,  
vingt ans d'expérience ;

**2<sup>o</sup>** Garantie efficace ;  
Succursales et Agences à Lille,  
Tours, Bordeaux, Toulouse, Mar-  
seille, Nantes, Béziers, Amiens,  
Nice, Alger, Tunis, Nancy, Rouen,  
Lyon, etc.

**3<sup>o</sup>** Produits fabriqués par la  
C<sup>ie</sup> du "Ronéo" elle-même,  
dans les usines suivantes :

PARIS : 19, rue Corbeau ; 36, rue  
de la Charbonnière.

VILLEMONBLE : 4, allées Duportal.

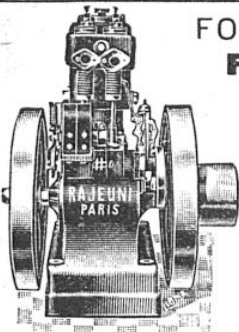
LES LILAS : 209, rue de Romainville.

**4<sup>o</sup>** Meilleurs prix.

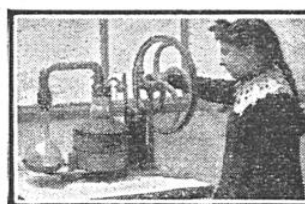
### PRINCIPALES BRANCHES :

- 1<sup>o</sup> Classement de dossiers, fiches, avec  
meubles pour les contenir ;
- 2<sup>o</sup> Duplicateur Ronéo à encrage ;
- 3<sup>o</sup> Duplicateur Ronéo à caractères et  
rubans ;
- 4<sup>o</sup> Le copieur, copiant à sec ;
- 5<sup>o</sup> Le Ronéophone pour dicter le courrier ;
- 6<sup>o</sup> Ameublement de bureaux, bois et  
métal.





**FORCE MOTRICE  
PARTOUT**  
Simplement  
Instantanément  
**TOUJOURS**  
PAR LES  
**MOTEURS  
RAJEUNI**  
119, r. St-Maur, Paris  
Catalogue N° 182 et  
Renseignements sur demande  
Téléphone : 923-82  
Télégr. : RAJEUNI-PARIS



**Machine à Glace  
"RAPIDE"**

Glace en 1 minute  
sous tous climats  
à la campagne  
aux colonies, etc.

INSTALLATIONS  
FRIGORIFIQUES

GLACIÈRES POUR LABORATOIRES  
MODÈLES SPECIAUX POUR BASSES TEMPÉRATURES

**OMNIUM FRIGORIFIQUE**  
23, Boulevard de Sébastopol, Paris-1<sup>er</sup>  
Téléph. : Central 28-50 — Notices sur demande.

## *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 & PRÉCISION DE LEVALLOIS**

86 rue Chaptal, Levallois-Perret (Seine) - Tél. : Wag. 50-27

# **L<sup>E</sup> FRIGORIGÈNE <sup>A-S</sup>**

**MACHINE ROTATIVE À GLACE & À FROID**

BREVETS AUDIFFREN & SINGRÛN.

**TOUTES APPLICATIONS INDUSTRIELLES & DOMESTIQUES**

**SÉCURITÉ ABSOLUE** Les plus hautes Récompenses **GRANDE ÉCONOMIE**  
Nombreuses Références

SOCIÉTÉ D'APPLICATIONS FRIGORIFIQUES - 92, Rue de la Victoire, PARIS - Catalogue & Devis gratuits sur demande

**SACHETS & POCHETTES**  
POUR ENVOI  
ÉCHANTILLONS CATALOGUES  
ETC.,

**CARNET-ÉCHANTILLONS S'AVEC IMPRESSION FRANCO SUR DEMANDE**

**ENVELOPPES**

**VITRIFIÉES ORDINAIRES CHARGEMENTS**

LE FORMAT SPÉCIAL 140x145 POUR ENVELOPPES VITRIFIÉES NE NÉCESSITE QUE 2 PLIS A LA LETTRE

**TRÈS IMPORTANT**

LES ENVELOPPES VITRIFIÉES PAR APPLICATION DE VERNIS A L'INTÉRIEUR DE L'ENVELOPPE NE SE COLLENT PAS ENTRE ELLES SONT AUSSI TRANSPARENTES QUE LA VITRE

**NOUS FABRIQUONS ET LIVRONS AVEC IMPRESSION DIRECTEMENT**

TÉLÉPH. 4-09

**PAUL DUBUIS**  
ROANNE  
(LOIRE)

**SONT ACCEPTÉES DANS TOUS LES PAYS**

**ETIQUETTES AMÉRICAINES**  
D'ENVOI POUR EXPÉDITIONS

AVEC OU SANS ŒILLET

## CHIENS

de toutes races

de GARDE et POLICIERS jeunes et adultes supérieurement dressés, CHIENS DE LUXE et D'APPARTEMENT, CHIENS de CHASSE COURANTS, RATIERS, ÉNORMES CHIENS DE TRAIT ET VOITURES, etc.

Vente avec faculté échange en cas non convenance. Expéditions dans le monde entier. Bonne arrivée garantie à destination.

**SELECT-KENNEL,** 31, Av. Victoria, BRUXELLES (Belgique) Tél. : Linthout 3118.

**THÉ DE L'ÉLÉPHANT**

**P.L. DIGONNET & C<sup>ie</sup> Importateurs**  
25, Rue Curial, MARSEILLE

# Machines à Écrire

**Remington**  
**Underwood**  
**Royal**  
**Smith et Bros**  
**Corona, etc., etc.**

Réparations par Spécialistes

Vendues avec garanties

LOCATION MENSUELLE et ANNUELLE

Centralisations des Grandes Marques de Machines à Ecrire  
94, r. Lafayette, Paris - Tél. : Berg. 50-68 - Catal. franco





PARIS  
JÉRUSALEM

# T.S.F.

3.333 KILOMÈTRES

SANS BOBINE  
D'ACCORD

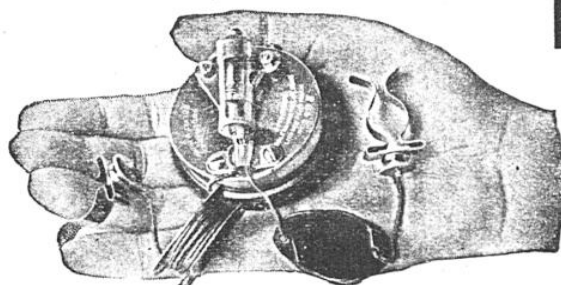
sur antenne  
triple de  
125 m.

!

UNE  
RÉCENTE  
ATTESTATION

DU LIVRE D'OR

DE



## "L'ONDOPHONE"

LA PLUS GRANDE SENSIBILITÉ SOUS LE PLUS PETIT VOLUME .. .. Francs 65 »  
Avec détecteur de précision à gaine interchangeable .. .. Francs 75 »

### LE DÉTECTEUR INDÉRÉGLABLE

"POLYCONTACT" A été adopté par la Radio-  
télégraphie militaire.  
Recherche instantanée du point sensible. Francs 75 »

### L'ONDOPHONE - POLYCONTACT - POLYVALENT

Le détecteur Polycontact transforme l' Ondophone en un  
appareil de haute précision et le rend absolument indérégla-  
ble. Il permet 6 montages différents en série ou en parallèle  
avec condensateur. Livré en gaine. .. Francs 120 »

Le "MICROPOST" appareil complet de syntonie comprenant sous le plus petit volume : 1 bobine  
d'accord à 2 curseurs, 2 condensateurs fixes, 1 condensateur réglable. Plus de  
30 montages sans séparer ses organes. Dimensions : un bloc de 9 c. 5 × 10 c. 5 × 4 c. Poids : 300 gr. Francs 130 »

### PIÈCES DÉTACHÉES POUR POSTES A LAMPES

CONDENSATEUR-RÉSISTANCE - TRANSFORMATEUR pour AMPLI - SUPPORT pour LAMPES - LAMPES

Le "REG" condensateur variable 2, 5/1.000 mf. Dimensions : 1 c × 6 c × 7 c. .. Francs 22 50

Envoi de tous ces appareils contre mandat ou contre remboursement (Frais en sus).  
Joindre 2 francs pour emballage et expédition pour la France

NOTICES S contre 0 fr. 75 en timbres français adressés à

M. Horace HURM, O. H., 14, rue Jean-Jacques-Rousseau, PARIS-I<sup>er</sup>

# BURBERRYS

PARIS - 8 & 10, Boulevard Malesherbes - PARIS

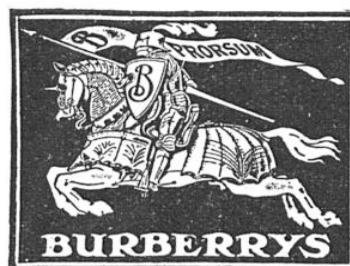
## VÊTEMENTS IMPERMÉABILISÉS pour la VILLE, les SPORTS, le VOYAGE



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.

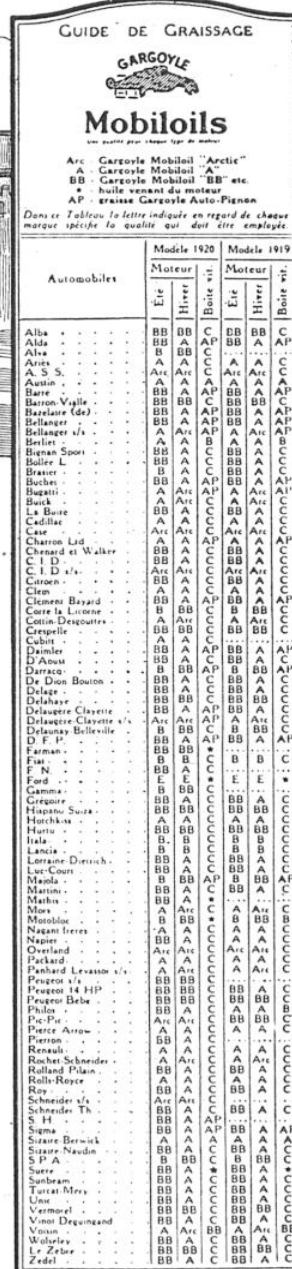
Tout véritable vêtement  
BURBERRYS -



porte cette étiquette

Catalogue et Échantillons  
franco sur demande





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

# 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**.



# LES ÉTUDES CHEZ SOI

## ***L'École Universelle***

*par Correspondance de Paris*

*permet de faire chez soi, dans le minimum de temps et avec le minimum de frais, les études suivantes :*

*Études primaires et primaires supérieures complètes. Études secondaires complètes. — Préparation aux brevets et baccalauréats, aux professorats, aux licences (lettres, sciences, droit), à toutes les grandes écoles, aux emplois administratifs, aux carrières industrielles (diplômes d'ingénieur, sous ingénieur, dessinateur), aux carrières commerciales (diplômes d'administrateur commercial, de sténo-dactylographe, comptable, représentant), etc., etc*

*Aucun autre établissement d'enseignement ne peut faire état d'autant de succès que*

## ***L'École Universelle***

*dont les élèves ont été reçus par milliers aux examens et concours publics.*

## ***L'École Universelle***

**10, Rue Chardin, 10 - PARIS (16<sup>me</sup>)**

**adresse gratuitement, sur simple demande, sa brochure explicative n° 22.**



INSTALLATION COMPLÈTE D'ÉCLAIRAGE

GROUPE ELECTROGENE

TYPE 1.K



**MOTEURS BALLOT**  
37,39 Boul. Brune . PARIS

LE PROCHAIN NUMÉRO DE "LA SCIENCE ET LA VIE"  
PARAITRA EN MAI 1921