

## 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 23. n. 69. Mars 1923                                                             |
| Adresse                   | Paris : La Science et la Vie, 1923                                                    |
| Collation                 | 1 vol. ([2] p.-p.[191]-290) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm                       |
| Cote                      | SCI. VIE 69                                                                           |
| Sujet(s)                  | Sciences -- Vulgarisation<br>Culture scientifique et technique<br>Presse scientifique |
| Thématique(s)             | Généralités scientifiques et vulgarisation                                            |
| Typologie                 | Revue                                                                                 |
| Note                      | Le volume a été relié, par conséquent il manque la<br>3ème et 4ème de couverture.     |
| 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.069">http://cnum.cnam.fr/redir?SCVIE.069</a> |



France et Colonies. .. 2 fr. 25  
Étranger. .. .. 2 fr. 75

N° 69. - Mars 1923

# LA SCIENCE ET LA VIE



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



# L'ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE DE L'ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL

Placée sous LE HAUT PATRONAGE DE L'ÉTAT  
est celui qui offre les plus sérieuses garanties

## Pourquoi ?

1<sup>o</sup> PARCE QUE, en lui accordant son patronage l'État a reconnu la valeur de l'École;

2<sup>o</sup> PARCE QUE plus de 25.000 anciens élèves, actuellement placés et occupant une excellente situation sont prêts à en témoigner;

3<sup>o</sup> PARCE QUE, au lieu de faire faire des devoirs et d'inviter ensuite les élèves à acheter des livres de librairie écrits pour n'importe qui, l'École du Génie Civil considère que les devoirs doivent être accompagnés de cours écrits et édités par ses soins et spécialement pour ses élèves.

Ces cours sont d'ailleurs remis gratuitement aux élèves;

4<sup>o</sup> Ces cours, sont en outre les mêmes que ceux des élèves de l'enseignement sur place, ce qui permet

de noter avec beaucoup plus de soins les perfectionnements à y apporter. L'enseignement sur place est en effet indispensable à une bonne mise au point de l'**Enseignement par Correspondance**, en ce sens, que le professeur a toute l'année sous les yeux des élèves dont les besoins sont les mêmes que les élèves de l'**Enseignement par Correspondance**, mais dont les questions sont forcément plus nombreuses et plus rapidement mises au point.

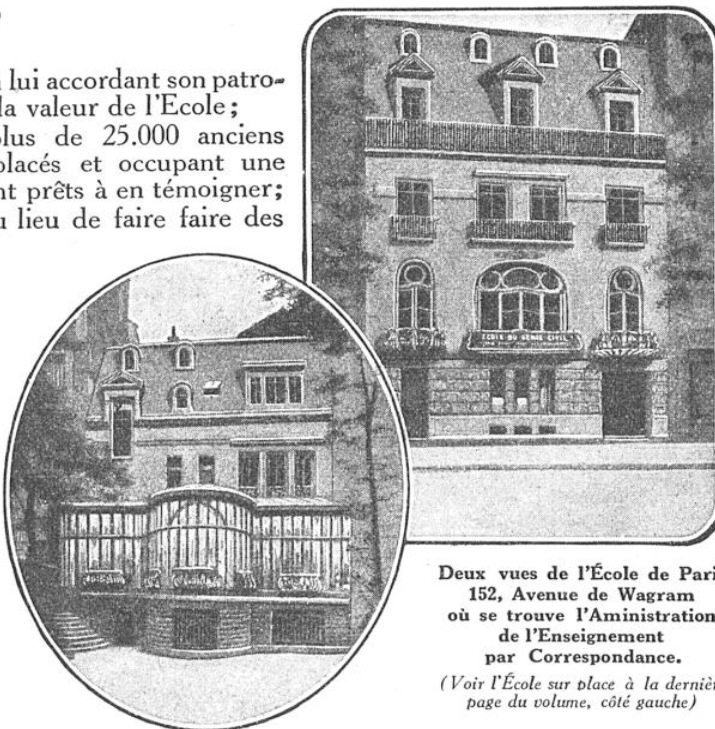
5<sup>o</sup> L'ÉCOLE n'est administrée que par des personnalités importantes du monde industriel, commercial, universitaire ou administratif ;

6<sup>o</sup> Depuis 17 ans que l'École existe, elle a enregistré les succès les plus brillants ;

7<sup>o</sup> Les ouvrages qu'elle a fait éditer et qui sont actuellement au nombre de plus de 600, lui permettent de préparer à toutes les situations industrielles, commerciales, agricoles, militaires, maritimes, administratives et universitaires.

A l'usage des lecteurs de LA SCIENCE ET LA VIE, l'École a fait éditer une superbe brochure qu'elle leur offre **gratuitement : LE GUIDE DES SITUATIONS.**

Demandez-la dès maintenant et vous la recevrez franco par retour du courrier.



Deux vues de l'École de Paris  
152, Avenue de Wagram  
où se trouve l'Administration  
de l'Enseignement  
par Correspondance.

(Voir l'École sur place à la dernière  
page du volume, côté gauche)

(MARS 1923)

|                                                                                           |                            |     |
|-------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------|-----|
| L'avénir des avions automatiques et des avions sans pilotes .. .. .                       | Georges Dantu .. .. .      | 193 |
| Un moteur d'aviette qui ne pèse que 18 kilos. . . .                                       | F. Meilleraie .. .. .      | 203 |
| Procédé de métallisation à froid par projection de métal. . . . .                         | Jean Marchand .. .. .      | 205 |
| L'usinage des automobiles en grande série .. . . .                                        | Paul Meyan .. .. .         | 213 |
| Un nouveau réchaud catalytique .. . . .                                                   | S. et V. . . . .           | 222 |
| La cryptographie et la machine à cryptographier ..                                        | Lieut.-colonel Givierge .. | 223 |
| La stérilisation par l'ozone des petits volumes d'eau                                     | S. et V. . . . .           | 232 |
| Un nouveau procédé pour déceler la présence d'un sous-marin .. . . .                      | S. et V. . . . .           | 233 |
| La chasse aux postes clandestins de T.S.F. à New-York .. . . .                            | S. et V. . . . .           | 234 |
| La culture des éponges sur le littoral méditerranéen                                      | Profes. Raphaël Dubois ..  | 235 |
| La télégraphie optique par les ondes ultra-violettes                                      | Andry-Bourgeois .. .. .    | 242 |
| Le fulminate de mercure et son emploi dans la capsulerie.. . . .                          | Clément Casciani. . . .    | 247 |
| Un curieux monocycle automobile. . . . .                                                  | S. et V. . . . .           | 258 |
| Grand cadre démontable et transportable pour T. S. F. . . . .                             | S. et V. . . . .           | 258 |
| L'utilité d'une voie ferrée à travers le Sahara .. .                                      | Robert Vaucherot .. ..     | 259 |
| L'air, comme la vapeur, peut actionner les marteaux-pilons.. . . .                        | François Revillat. . . .   | 269 |
| On peut distribuer le froid dans les habitations comme on y distribue la chaleur .. . . . | Robert Fontenilleau.. ..   | 273 |
| Pulvérisateur pour huiles lourdes . . . . .                                               | Marcel Doubry .. .. .      | 279 |
| Installation et mode d'emploi des appareils récepteurs de T. S. F. . . . .                | Guy Malgorn .. .. .        | 281 |
| Une nouvelle cheville pour fixer les vis et les clous dans les murs .. . . .              | S. et V. . . . .           | 286 |
| Les A côté de la Science (Inventions, découvertes et curiosités)                          | V. Rubor .. .. .           | 287 |

A NOS ABONNÉS. — Le nombre considérable d'abonnements nouveaux que nous a valu le retour de *La Science et la Vie* à la parution mensuelle nous a mis dans l'obligation de décentraliser nos services d'enregistrement et d'expédition par la poste.

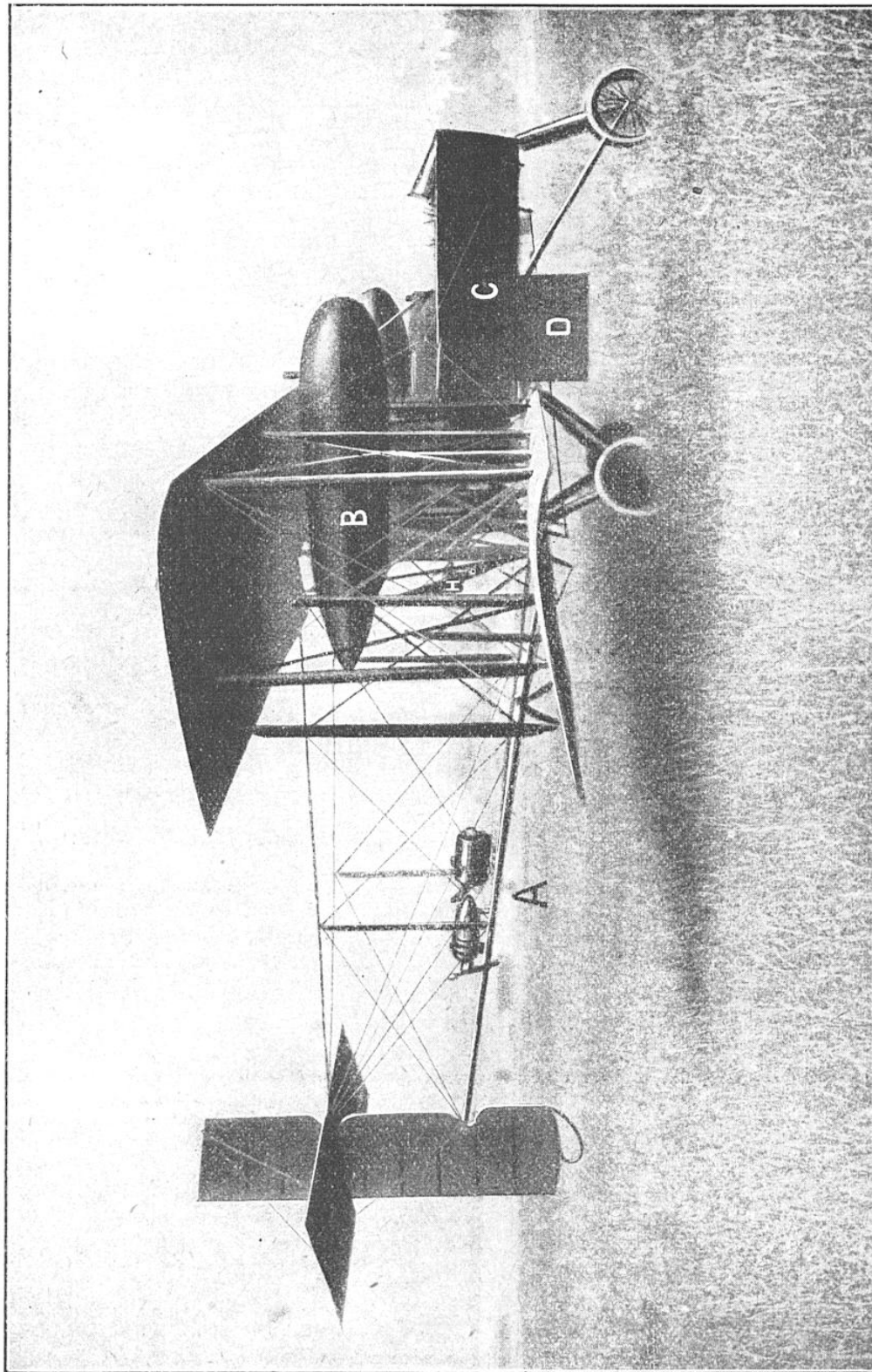
Pour gagner du temps, et aussi dans un but d'économie générale, nous avons décidé de ne plus accuser réception, à partir du 1<sup>er</sup> mars, des mandats ou chèques qui nous parviendront en paiement du prix des abonnements souscrits à notre revue, jugeant que le fait d'adresser à chaque intéressé le premier numéro commençant le service de son abonnement, justifiera amplement l'encaissement, par notre administration du montant de la souscription.

Veuillez, nos abonnés seront, à cet égard, pleinement rassurés en se reportant à la bande  
— sous laquelle sera fait notre premier envoi — et les autres par la suite : cette bande  
— en bas, dans son milieu, le numéro de La Science et la Vie avec lequel se terminera  
— également. Ne pas confondre ce numéro avec celui qui figure également en bas, mais à  
— de la bande, et qui est une indication de service pour l'administration des postes.

Ceux de nos abonnés qui tiendraient absolument à recevoir un accusé de réception de leur souscription, sont priés de joindre au montant de leur mandat, chèque ou valeur quelconque, la somme de 0 fr. 25 (France et Colonies) ou de 0 fr. 50 (Etranger) pour nous permettre de leur donner satisfaction.

**Le sujet de la couverture du présent Numéro est expliqué à la page 258.**





AVION AUTOMATIQUE (APPAREIL VOISIN MUNI D'UN MOTEUR RENAULT DE 300 CHEVAUX) AYANT SERVI AUX EXPÉRIENCES D'ÉTAMPES  
A, génératrices de courant électrique servant à alimenter divers organes ; B, réservoir latéral d'essence (un réservoir de même forme et de même capacité  
est installé à gauche) ; C, carlingue ; D, coffre où sont enfermés les servo-moteurs ; H, hélice placée à l'arrière et vue en raccourci.

# LA SCIENCE ET LA VIE

MAGAZINE MENSUEL DES SCIENCES ET DE LEURS APPLICATIONS A LA VIE MODERNE

*Rédigé et illustré pour être compris de tous*

Abonnements : France, 25 francs; Étranger, 40 francs. - Chèques postaux : N° 91-07 - Paris

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 Mars 1923.*

Tome XXIII

Mars 1923

Numéro 69

## LA TÉLÉMÉCANIQUE AÉRIENNE

### L'AVENIR DES AVIONS AUTOMATIQUES ET DES AVIONS SANS PILOTES

Par Georges DANTU

**L**A question de la télémechanique, si passionnante, est à l'ordre du jour.

De plus en plus se pose le problème qui consiste à commander un organe, actionner un mécanisme placé à une certaine distance de l'opérateur. C'est un problème très étendu, qui comporte de nombreuses solutions, dépendant, entre autres, de la distance à franchir et du moyen choisi pour relier le transmetteur et le récepteur. Ce moyen ne peut, en effet, être commun à tous les dispositifs de télémechanique.

Pour les courtes distances à franchir, au maximum une douzaine de mètres, des leviers, des arbres, des systèmes funiculaires ou caténaux assurent une commande parfaite, d'une sécurité absolue.

Mais, avec la distance, augmentent le poids et l'encombrement. Aussi a-t-on pensé à utiliser les fluides sous pression : commandes hydro-pneumatiques, commandes gazeuses des freins Westinghouse et Lipkowski, etc. Parfois aussi l'électricité s'impose. C'est ce dernier point, celui qui nous intéresse le plus, que nous allons particulièrement étudier dans l'avion sans pilote.

La direction des avions sans pilote est une des formes les plus attrayantes de la télémechanique. Depuis quelques années déjà sa

réalisation passionne les ingénieurs et elle a donné lieu à des recherches opiniâtres dont les plus complètes sont assurément celles de l'ingénieur français Maurice Percheron.

En 1918, un groupe fut formé à Etampes, sous la direction du capitaine Max Boucher, et dont faisaient partie des ingénieurs de grande valeur, tels que MM. Guéritot, Manescau et Brillouin, et le pilote-aviateur Ageorges, décédé depuis. Les essais poursuivis pendant plusieurs mois par ces techniciens furent tels qu'ils arrivèrent à faire voler, le 14 septembre 1918, à l'aérodrome de Chichey, un avion muni d'un dispositif assurant la stabilité automatique et pourvu de récepteurs d'ondes hertziennes. L'avion manœuvra pendant cinquante et une minutes sans intervention du pilote, parcourant 100 kilomètres d'un circuit assez compliqué.



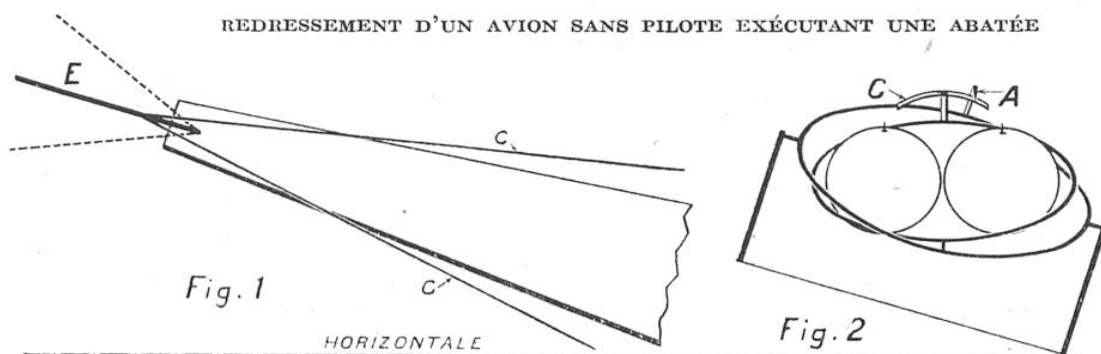
M. MAURICE PERCHERON  
*Créateur de l'avion sans pilote.*

Mais ce beau résultat n'eut malheureusement pas de lendemain. L'armistice survint. Le groupe qui dirigeait les recherches fut dissous, et, pendant trois ans, les expériences ne furent pas renouvelées.

Le problème, cependant, n'était pas complètement abandonné : la Section technique de l'Aéronautique tentait, en effet, sous la direction du capitaine Volmerange, de faire



## REDRESSEMENT D'UN AVION SANS PILOTE EXÉCUTANT UNE ABATÉE



Le cercle intérieur du groupe gyroscopique reste horizontal, ainsi que son cadran conducteur C ; l'aiguille A, solidaire de l'avion, se déplace sur ce cadran, provoquant, par l'intermédiaire de mécanismes appropriés, un mouvement vers le haut de l'empennage E, mû par les câbles de commande c.

voler à nouveau, au Crotoy, l'avion qui avait servi aux expériences d'Etampes.

Plus concluants, des essais sur embarcation montraient la valeur de dispositifs tels que ceux de MM. Dolme-Dehan et Abraham, à Toulon, ceux de M. Chauveau, qui, avec le concours de la Direction des recherches et des inventions, fit évoluer sur la Seine, de Sèvres à Paris, une embarcation sans pilote.

En Angleterre, en Amérique, des essais se poursuivaient, permettant à ces pays de rattraper l'avance que la France avait prise par ses expériences d'Etampes.

Devant les premiers résultats obtenus à l'étranger, M. Laurent Eynac réclama instamment la reprise des études de 1918 : devenu sous-secrétaire d'Etat de l'Aéronautique en 1921, il pria le capitaine Max Boucher et l'ingénieur Maurice Percheron de s'attaquer de nouveau au problème de la télémechanique aérienne. Le directeur du Service technique de l'Aéronautique, l'ingénieur général For-

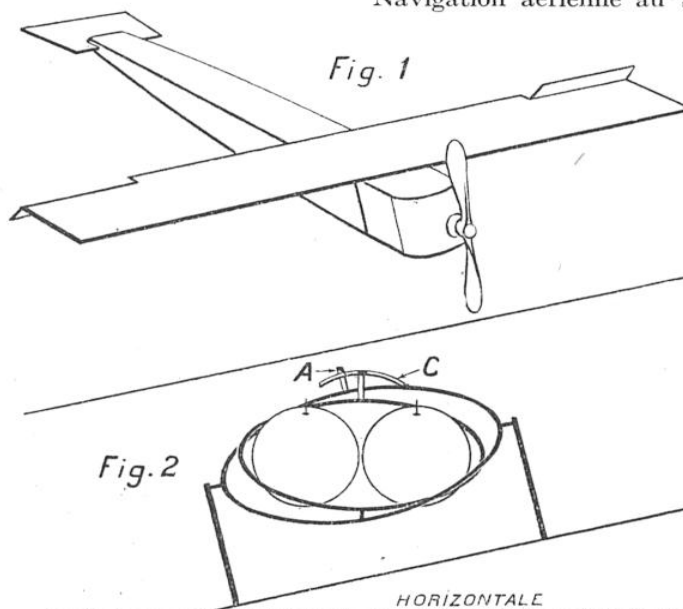
tant, avec sa bienveillance, facilita aux deux promoteurs la réalisation de leurs travaux dont le résultat fut contrôlé, en décembre 1922, au camp d'aviation de Villesauvage, par le capitaine Volmerange, chef de la Navigation aérienne au Service technique.

Pendant la guerre, les recherches devant être extrêmement rapides, avaient laissé nombre de problèmes sans solutions. Il était donc nécessaire de les reprendre *ab ovo* et d'en élucider les différents points.

La question de rendre l'avion entièrement automatique et de remplacer la virtuosité du pilote par des dispositifs mécaniques, était la plus ardue à réaliser. Les

modalités innombrables du pilotage, relevant directement des réflexes du pilote, nécessitaient des dispositifs mécaniques actionnés, soit par les réactions de l'appareil aux coups de vent, soit par un jeu de boutons de commande spéciaux : *Montée, Virage à droite, Virage à gauche, Descente*, etc...

Dans la télémechanique aérienne, c'était



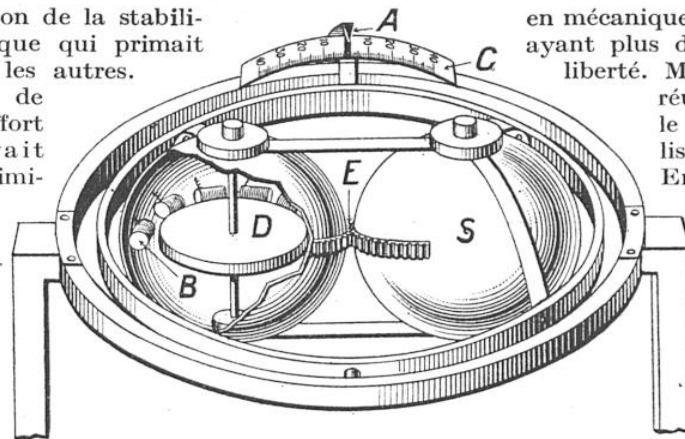
REDRESSEMENT D'UN APPAREIL PENCHÉ LATÉRALEMENT  
Le déplacement relatif des deux repères met en marche les servo-moteurs qui agissent sur les ailerons.

surtout la question de la stabilisation automatique qui primait impérieusement les autres.

Dès le début de l'aviation, un effort considérable avait été fait pour diminuer les risques de pilotage sur les avions conduits à la main. De très nombreuses solutions avaient vu le jour. Rappelons pour mémoire la palette aéro-dynamique Dautre, le stabilisateur gyroscopique Sperry, le stabilisateur à mercure Aveline, la girouette Constantin, etc.,

sans oublier des appareils à stabilité de forme propre, comme on essaya de la réaliser sur l'avion Sloan, l'aérostable Moreau et d'autres machines volantes qui ne donnèrent malheureusement pas tous les résultats qu'on pouvait en attendre. De la diversité et de l'insuffisance manifestes de ces solutions sont venus les plus gros déboires de la télémechanique.

Le problème est, en effet, fort complexe : un avion tend à prendre trois mouvements de rotation autour de trois axes rectangulaires, et trois mouvements de translation, suivant ces trois axes. On conçoit que, lorsque l'on veut assujettir l'avion à se déplacer suivant une trajectoire donnée, avec une orientation déterminée, il faut « enclencher » cinq de ces six degrés de liberté. Aussi, la théorie rigoureuse amènerait à monter sur l'appareil cinq stabilisateurs différents, étant donnée la difficulté de réaliser,



GRUPE GYROSCOPIQUE SUR L'AVION AUTOMATIQUE

À l'intérieur d'un jeu de cardan, deux petites sphères S contiennent les gyroscopes. Ceux-ci sont constitués par un disque D mis en action par l'induction due au courant passant dans la bobine B. Les deux gyroscopes tournent en sens inverse et la précession de l'un d'eux est corrigée par la résistance de l'autre, qui lui est lié par l'engrenage E. — A la partie supérieure de la figure, on voit le cadran conducteur C et l'aiguille A, représentée ici s'appuyant sur la partie isolante.

en mécanique, des mouvements ayant plus d'un seul degré de liberté. Mais la pratique a réussi à limiter à trois le nombre des stabilisateurs nécessaires.

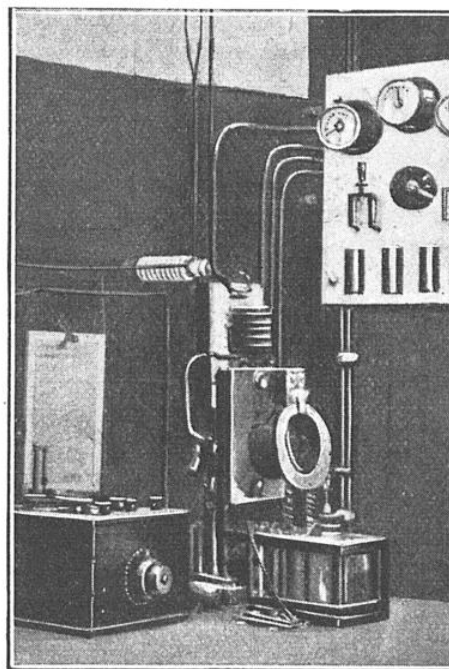
En dehors des solutions spéciales citées plus haut, on sait qu'un avion centré d'une certaine manière tend, comme un bateau, à revenir à sa position d'équilibre, si toutefois il n'en est pas écarté d'un trop grand angle (encore que cette dernière solution soit tout à fait discutable, cer-

tains avions ayant besoin d'une maniabilité absolue et devant être, dans toutes les positions, en équilibre indifférent). Quoi qu'il

en soit, il faudra installer un certain nombre de stabilisateurs à bord de l'avion, répondant en principe aux conditions suivantes : déclencher des forces de rappel capables de ramener l'avion lorsqu'il s'est écarté de sa position d'équilibre ; faire cesser ces actions avant que l'avion ne soit ramené à sa position d'équilibre, afin que ne s'amorce pas un fâcheux mouvement oscillatoire que l'on désigne, en terme de métier, sous le nom de « sonnette ».

Six organes doivent, en principe, constituer tout stabilisateur d'avion automatique :

- 1° Un repère étroitement solidaire de l'avion ;
- 2° Un autre repère, soit solidaire du plan de foi invariable, soit solidaire d'un angle d'attaque donné des filets d'air



POSTE D'ÉMISSION A TERRE

Au premier plan, on remarque la boîte d'accord et, sur le tableau, les instruments de mesure et de contrôle.



sur l'appareil. On peut, en effet, stabiliser un avion par rapport à sa position horizontale absolue dans l'espace, ou le stabiliser par rapport au fluide dans lequel il navigue ;

3° Un jeu de *servo-moteurs* qui agissent sur les différents organes de manœuvre de l'avion : équilibreur, ailerons de gauchissement, gouvernail de direction ;

4° Un *compensateur d'inertie* qui évite les réactions du repère fixe dont la position doit rester invariable. On conçoit, en effet, qu'un pendule peut prendre, lors des changements de régime, des accélérations, et ne plus indiquer, par exemple, la verticale. C'est pourquoi son emploi doit être, à priori, condamné ;

5° Un *dispositif d'asservissement*, liant le repère fixe au repère mobile, de telle façon que l'action de rappel cesse complètement avant le retour de l'avion à sa position d'équilibre ;

6° Enfin, un *dispositif d'immobilisation* des commandes, quand l'appareil est à sa position d'équilibre, de façon à éviter la réaction de l'air sur les organes de manœuvre.

Bien entendu, ces six organes doivent fonctionner parfaitement, quelle que soit la grandeur des perturbations que subit l'avion.

On voit, par cette simple énumération, combien la stabilisation, première condition du vol sans pilote, est délicate à réaliser en principe, et bien plus encore à mettre au point.

Le type de stabilisateur utilisé par M. Percheron dans ses récentes expériences, à Etampes, est le gyroscope Sperry, auquel il a dû apporter plusieurs modifications importantes.

On sait qu'un gyroscope est un disque d'un faible poids qui, en tournant à une grande vitesse (15.000 à 18.000 tours), acquiert une inertie considérable, et, parmi d'autres propriétés, tend à rester toujours dans son plan de rotation. Mais une autre propriété, celle-ci défavorable, est la tendance qu'a un gyroscope à prendre des mouvements perpendiculaires à son plan

de rotation, lorsqu'on l'écarte de ce dernier. Aussi, l'effet gyroscopique doit-il être annulé par un second gyroscope tournant en sens inverse du premier, et jouant le rôle du cinquième organe que nous avons prévu :

le *compensateur d'inertie*. Bien que ces deux gyroscopes soient rendus solidaires au moyen d'engrenages, il est impossible d'obtenir une identité parfaite de leur inertie ; aussi leur suspension prend une certaine inclinaison. Un moteur, dit « de précession », entre alors en action et ramène les axes des deux gyroscopes au parallélisme. L'avion possède un jeu de deux gyroscopes ainsi disposés, en quelque sorte jumelés, pour la profondeur, un pour l'équilibre latéral, et un troisième pour la direction. Ces systèmes de gyroscopes sont chacun solidaires d'un petit secteur fixe avec eux dans l'espace, et sur lequel se

déplace un balai solidaire de l'avion. Chaque fois que celui-ci sera écarté de sa position d'équilibre, le balai ira à droite ou à gauche sur les secteurs, ouvrant ou fermant, par le seul effet de son déplacement, des circuits électriques (figures pages 194 et 195).

A ce moment entrent en jeu les servo-moteurs. On peut dire que le type de ces

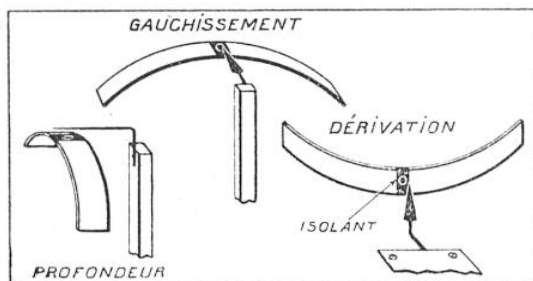
derniers se ramène à un moteur s'embranchant à volonté sur un tambour. Sur ces appareils sont respectivement enroulés les câbles de commandes : *profondeur, direction, gauchissement, etc...* Quand le tambour a tourné d'un certain angle, un rupteur coupe le contact, ce qui arrête le mouvement ; mais l'organe commandé : équilibreur, ailerons, gouvernail de direction,

reste en place. L'asservissement entre alors en jeu pour ramener ces organes à zéro avant que le balai frotteur ne soit revenu sur la zone isolée qui se présente au sommet du secteur de chaque gyroscope.

Il n'était pas inutile de rappeler cette question de la stabilité automatique des avions, et de nous étendre un peu longue-



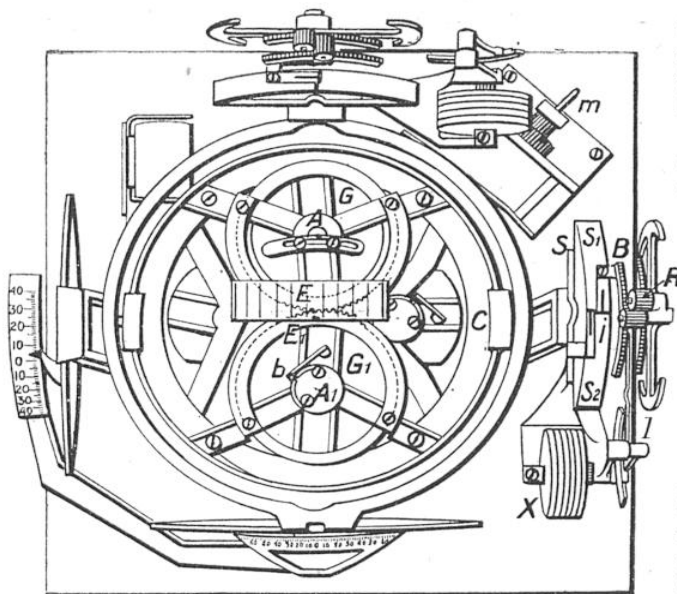
LE CAPITAINE MAX BOUCHER



POSITIONS RESPECTIVES DES TROIS GROUPES DE REPÈRES

La figure représente l'orientation dans l'espace des cadrans et repères qui doivent corriger les mouvements de l'avion en tangage, en roulis et en lacets.





VUE EN PLAN D'UN GROUPE GYROSCOPIQUE

Les deux gyroscopes  $G$  et  $G_1$  d'un groupe ont leur carter mobile autour des axes  $A$  et  $A_1$ . Ils sont solidaires au moyen d'engrenages  $E$  et  $E_1$ . Lorsque la compensation des effets gyroscopiques des deux gyroscopes n'est pas parfaite, leur suspension prend, sous l'influence du couple perturbateur, une certaine inclinaison, en même temps que les deux carters tournent en sens contraire l'un de l'autre d'un angle déterminé. — Le petit balai  $b$  établit un contact électrique mettant en marche le moteur  $m$ , qui ramène les axes des gyroscopes au parallélisme. — Le balai  $B$ , solidaire de l'avion, frotte contre le secteur  $S$  lié aux gyroscopes et constitué par deux surfaces conductrices  $S_1$  et  $S_2$ , séparées par une partie isolante  $I$ . — Le tambour  $X$ , le secteur  $L$  et les engrenages  $R$  constituent le dispositif d'asservissement ramenant le balai  $B$  sur l'isolant  $I$  avant que l'avion n'ait repris sa position d'équilibre. — On aperçoit en dessous du cercle  $C$  qui porte les deux gyroscopes de profondeur  $G$  et  $G_1$ , les deux gyroscopes de gauchissement. Le secteur qui s'y rapporte se remarque à la partie supérieure de la figure.

ment sur elle, afin d'en exposer la complexité.

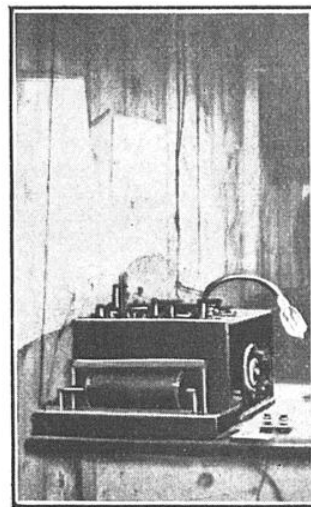
Les efforts des chercheurs ont été récompensés, car on est aujourd'hui en possession d'un avion bien stable. Mais qui peut dire la délicate mise au point que présente l'adaptation à un appareil volant d'un tel mécanisme ? Des mois ont été employés par M. Percheron et un de ses ingénieurs, M. Bernady, afin d'assurer des contacts francs, des rappels convenables des ressorts, des étouffements d'étincelles de rupture, toutes vétilles qui retardaient à chaque pas l'avancement vers le fonctionnement régulier.

Le problème a cependant été complètement résolu, et, aujourd'hui, l'appareil est

susceptible d'être, en plein vol, redressé à chaque instant, quels que soient les coups de vent qui peuvent le faire dévier de son horizontalité.

Il va falloir maintenant le faire évoluer à volonté. Tout d'abord, on conçoit qu'il soit nécessaire de supprimer les actions stabilisatrices, tout au moins pendant un certain temps. Si, en effet, on désire faire monter l'appareil, le stabilisateur tendra à le ramener automatiquement à l'horizontalité. On suspend donc l'action de ce dernier jusqu'à ce que l'appareil soit en position de montée, de descente ou de virage. Mais, à ce moment, il va falloir rétablir l'action des stabilisateurs en prenant, un nouveau plan de foi. Il faut, en effet, conserver à l'avion une pente de montée ou de descente, ou bien une inclinaison bien déterminée dans un virage. Il y a là tout un décalage qui est obtenu par l'intermédiaire d'un jeu d'engrenages différentiels agissant, au moyen de l'asservissement, sur la position qu'occupe le balai par rapport au secteur fixe dans l'espace.

Les boutons de commande dont nous avons parlé entrent en jeu. Ils se présentent sur un tableau analogue à celui d'un ascenseur, et, lorsqu'on les pousse, ils agissent sur des relais Beaudot. Les servomoteurs se mettent en action ; d'autres petits moteurs opèrent le décalage des balais, et l'avion prend alors une position, par exemple inclinée, pour effectuer son virage, position qu'il tend à conserver aussi longtemps que le bouton restera poussé, pouvant ainsi exécuter sans arrêt un nombre indéfini de cercles dont rien ne peut réussir à l'écarter, si ce n'est la volonté de celui qui commande.



DÉTECTEUR A LAMPES PLACÉ SUR UN AVION

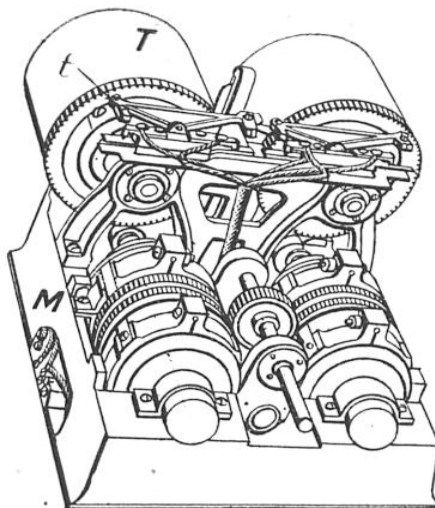
En avant, la bobine de self induction du circuit oscillant. Les lampes détectrices sont dans la boîte, sous un grillage.



C'est ce premier problème de l'avion automatique que M. Percheron a entrepris de résoudre, ce à quoi il est parvenu d'une manière définitive.

Avant d'aborder l'étude proprement dite de la télé-mécanique, insistons encore sur le grand pas que la Société de Télé-mécanique — dont M. Percheron est directeur technique — vient de faire accomplir à l'aviation en créant l'avion automatique. Outre la question de la stabilisation propre assurant la sécurité, à laquelle semblent réfractaires la majorité des pilotes, il est une autre application des plus immédiates, à laquelle vont se ranger les compagnies de navigation aérienne, de mieux en mieux outillées, c'est de rendre au pilote sa véritable fonction, qui est d'être un navigateur aérien au long cours.

Dès à présent, tout l'appareillage servo-moteur que nous venons de décrire est susceptible d'équiper des avions de transport; le pilote n'ayant plus à s'occuper de l'équilibre de son appareil, pourra s'adonner entièrement à faire le point, à rester en liaison avec la terre par téléphonie et télégraphie sans fil, et à noter les incidents de bord. De plus en plus, le pilote s'élèvera au-dessus du simple rôle de conducteur et deviendra un véritable scien-



SERVO-MOTEUR

Un moteur M entraîne les tambours de commande T et ne s'arrête que lorsque un taquet t coupe le contact de l'électro mis en action par les déplacements relatifs des deux repères des gyroscopes.

S'il était possible de relier l'avion à son poste directeur au moyen d'un grand nombre de fils conducteurs, on pourrait obtenir une

tifique, navigant uniquement au moyen des instruments de bord et des méthodes nouvelles de repérage: câble Loth, recoupement radiogoniométrique, balisage, etc...

Mais on peut concevoir l'avion s'en allant sans personne à bord remplir des missions pour lesquelles un personnel navigant n'est pas indispensable, par exemple, le transport des messageries, l'exploration météorologique, etc... Il faut alors envoyer une énergie suffisante pour produire les effets mécaniques nécessaires et déterminer sans confusion un nombre souvent assez élevé d'opérations absolument distinctes. L'électricité impose donc son emploi.

Si extravagant que cela puisse paraître, une pareille commande avec fils a été utilisée, il y a un peu plus d'un an, aux Etats-Unis, où l'on a dirigé un avion d'un autre appareil volant derrière lui, les deux aéroplanes étant reliés par un fil de 5 kilomètres de longueur. Cette solution semble assez hasardeuse comme efficacité; elle ne fait, en tout cas, que déplacer la question, un

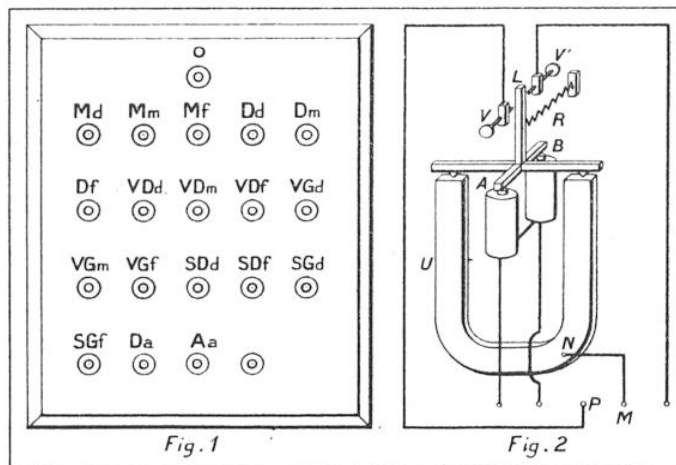


FIG. 1. — TABLEAU DE COMMANDE : Les différentes touches correspondent aux mouvements à faire exécuter à l'appareil. On remarque des boutons de Montées et de Descentes, douces, moyennes ou fortes; des Virages à droite et à gauche, ainsi que des Spirales de rayons variables, des touches d'Envol et d'Atterrissages. En haut du tableau est le bouton de remise à O. FIG. 2. — RELAIS BEAUDOT : Un barreau de fer doux A B, maintenu aimanté par l'aimant U, s'appuie sur un électro A et ferme, par l'intermédiaire du levier L, un circuit passant par la vis V. Lorsqu'on envoie du courant dans l'électro B, le levier L coupe le circuit en V et en établit un autre en V'. Un ressort de rappel R diminue l'inertie des mouvements.



avion monté étant nécessaire pour conduire l'avion automatique en laisse. Quand la distance à franchir se compte en kilomètres, un seul circuit électrique doit assurer la liaison. Aussi est-ce la T. S. F. qui, en l'occurrence, semble spécialement indiquée.

La quantité d'énergie susceptible d'être transmise est, malheureusement, très faible, cette énergie se propageant par ondes sphériques. Si, par exemple, le récepteur est à 5 kilomètres du poste émetteur, il ne reçoit que la cent-millionième partie de l'énergie émise. Bien que les efforts mécaniques soient très faibles, tel le décalage des balais du stabilisateur, la puissance reçue est, malgré tout, complètement insuffisante. De plus, la télégraphie sans fil fonctionnant en milieu ouvert, le récepteur est sensible à toutes les émissions telluriques, magnétiques, aux ondes parasites, sans compter les émissions normales de T. S. F. Il faudra donc réaliser à la fois une sensibilité extrême du récepteur et un verrouillage le rendant insensible à toute autre émission que celle de son poste directeur.

Au début, le récepteur était un cohéreur Branly, au fonctionnement irrégulier, et sensible aux parasites. La stabilité fut plus remarquable avec les détecteurs électrolytiques et les détecteurs à cristaux ; mais leur puissance ne donnait pas 1 % de l'énergie minimum nécessaire au fonctionnement des relais les plus sensibles. La guerre généralisa l'emploi des lampes thermo-ioniques dont tous les postes de T. S. F. sont actuellement pourvus ; elle donnent d'excellents résultats.

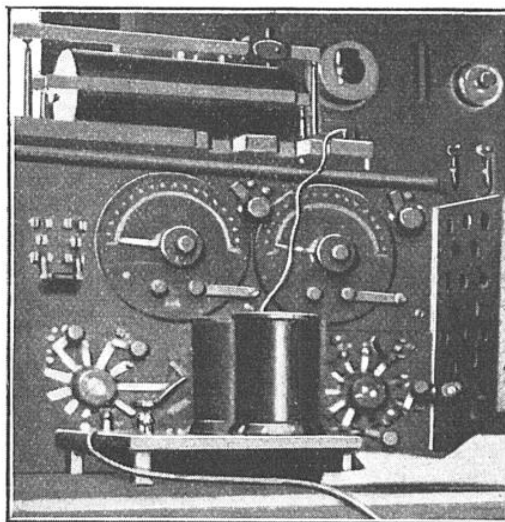
Sans entrer dans leur théorie, très complexe, et qui dépasserait le cadre de cet article, on peut en faire comprendre le principe assez facilement : l'énergie très faible perçue par l'antenne produit, par l'intermédiaire d'un petit transformateur, des variations de potentiel en un certain point d'un circuit électrique alimenté par des piles ou des accumulateurs. L'action de l'énergie détermine, par influence électrostatique, une

variation de l'énergie débitée par le courant, variation qui est proportionnelle à la différence de potentiel moyenne et à la variation de potentiel produite dans les points choisis du circuit. Ce point est constitué par un groupe de trois électrodes. On peut multiplier l'énergie reçue par un facteur qui ne dépend que du nombre d'amplificateurs adoptés. Ainsi, en montant plusieurs groupes « en cascade », on peut arriver à multiplier par 1.000 l'énergie reçue par l'antenne. Voici donc le premier écueil franchi.

Il nous reste maintenant à voir comment

on peut protéger le poste récepteur des brouillages et des parasites. Il faut faire correspondre à chaque signal une commande bien déterminée. Deux nouveaux groupes d'organes vont alors apparaître : le distributeur et le sélecteur.

Le distributeur est constitué par un cylindre analogue à un « controller » de tramway, et porte des encoches en relation avec les différentes commandes. Il peut, par l'intermédiaire d'un cliquet, tourner d'une fraction de tour correspondant à l'écart angulaire de deux encoches. A chaque rotation, un plot de ce cylindre entre en con-



DISTRIBUTEUR-SÉLECTEUR SUR L'AVION

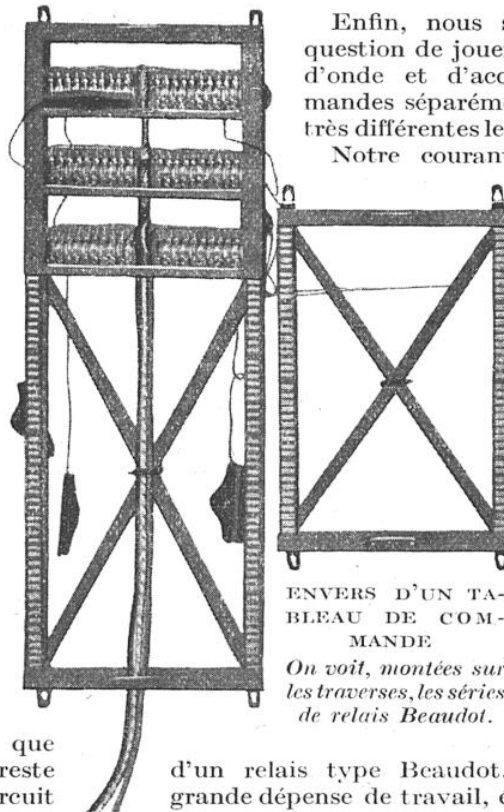
Sur la face antérieure de la boîte, sont situés les deux distributeurs de profondeur et de direction ; en avant, l'électro-diapason, dénommé « Tikker », qui sélectionne les ondes reçues par l'antenne.

tact avec un des plots : « Montée », « Descente », « Virage », etc... et ferme le circuit. En réalité, ce circuit n'est pas fermé instantanément, et la mise en contact des deux plots fait tout d'abord agir un relais à retard. On doit franchir aussi rapidement que possible les positions intermédiaires afin que les commandes correspondant à ces positions n'aient pas le temps de s'exécuter. On arrive à une possibilité de fréquence d'un signal par seconde, ce qui est parfaitement suffisant pour faire évoluer un avion à distance.

La sélection est relativement plus facile à obtenir. Le principe de la résonance peut être très avantageusement employé. Dans ce cas, l'émission de T. S. F. est modulée à une fréquence beaucoup plus basse que celle de l'onde qui la transporte, et le courant détecté par le récepteur reproduit cette

modulation et peut actionner un système oscillant sur la fréquence des modulations. Cependant, cette résonance ou une série de résonances en cascade amenant un verrouillage plus complet, donne un retard qui peut aller de un dixième à neuf dixièmes de seconde, ce qui serait inadmissible en télégraphie sans fil proprement dite où une grande rapidité de transmission est exigée, mais devient parfaitement possible lorsqu'il ne s'agit que de commander des mouvements dont la rapidité de fréquence constituerait même un grave risque d'accident.

Cette superposition de la sélection acoustique à la sélection électrique est opérée par un petit instrument dénommé *tikker*, qui coupe l'émission des ondes à une fréquence musicale donnée. Si le récepteur est impressionné, soit par des ondes continues, soit par des ondes coupées à une fréquence autre que celle du *tikker*, le diapason reste absolument immobile et le circuit demeure ouvert. Si, au contraire, il reçoit des ondes de la fréquence prévue, le diapason entre en vibration. Le retard dont nous venons de parler dépend du temps que mettent les vibrations à prendre une certaine amplitude, condition nécessaire pour que la lame vibrante du *tikker* soit happée par un électro.



ENVERS D'UN TABLEAU DE COMMANDE

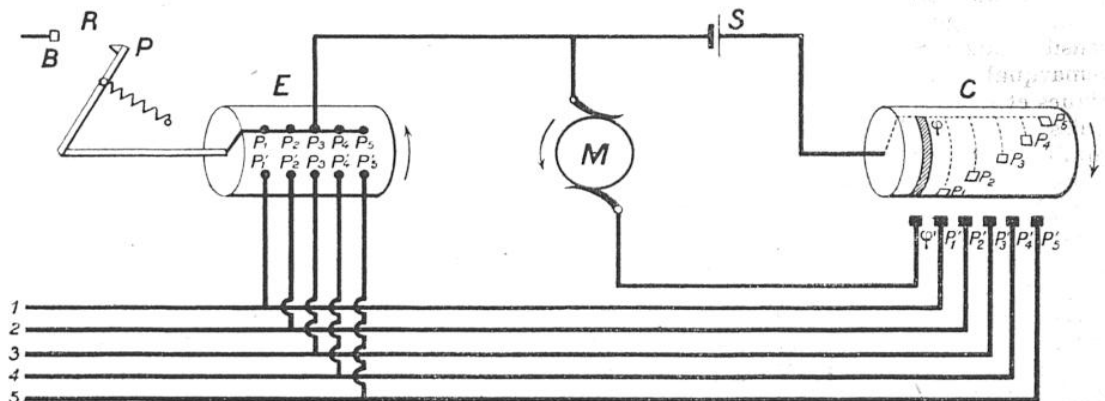
On voit, montées sur les traverses, les séries de relais Beaudot.

Enfin, nous savons qu'il est question de jouer sur la longueur d'onde et d'accorder les commandes séparément sur des séries très différentes les unes des autres.

Notre courant étant sélectionné, est distribué à la série d'organes correspondant à une manœuvre bien définie, par exemple « Montée ». Comme nous avons amplifié l'énergie reçue au moyen de lampes, le courant est maintenant suffisant pour produire un effet mécanique extrêmement faible, tel que la

fermeture d'un relais type Beaudot. On peut, sans grande dépense de travail, établir au moyen de ces contacts un courant plusieurs milliers de fois plus intense que celui qui actionnait le relais, et par là, obtenir simplement l'énergie désirée pour manœuvrer les différents organes de commande de l'avion.

On peut utiliser l'énergie en la faisant également passer dans l'enroulement primaire d'un transformateur, le secondaire débitant



DESSIN SCHÉMATIQUE D'UN DISTRIBUTEUR ET DE SES CONNEXIONS

Un cylindre C en ébonite porte des plots  $P_1, P_2$ , etc., disposés en hélice sur sa surface. A chaque envoi d'une commande, le cylindre est entraîné d'une fraction de tour correspondant à l'écart angulaire de deux plots consécutifs. Lorsqu'on s'est arrêté suffisamment longtemps sur un plot, un relais à retard R B P entre en action par l'intermédiaire du moteur M et de l'embrayage schématisé en E ; S, source de courant.

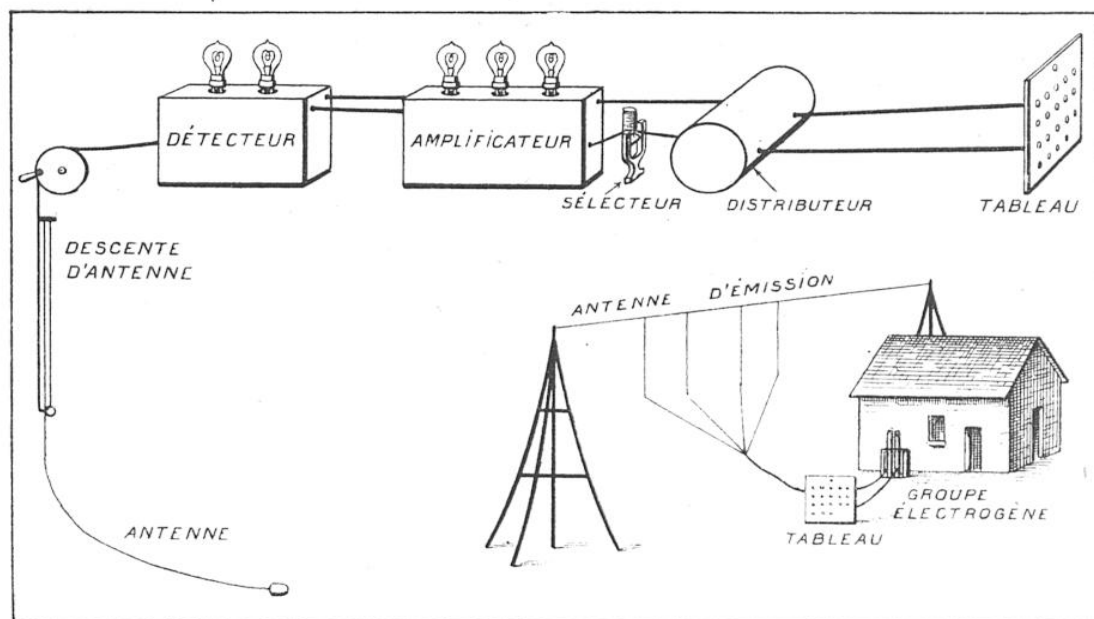


un courant d'induction dont l'énergie sera proportionnelle à la variation d'énergie du courant primaire. Il en résulte que la bobine ne fonctionne que lorsque l'amplificateur fournit du courant discontinu.

Il est intéressant de rapprocher le principe du système Percheron de celui qui a été employé par les Allemands en 1917, lorsqu'ils conduisirent sur la jetée de Nieuport une embarcation dirigée par un fil de 50 kilo-

en deux temps indépendants l'un de l'autre : la préparation et l'exécution. On a ainsi une grande souplesse — insuffisante cependant pour l'aviation — la préparation et l'exécution n'étant plus liées l'une à l'autre, mais déclenchées chacune par des signaux de caractéristiques tout à fait différentes.

Enfin, il faut ajouter quelques mots relativement au départ et à l'atterrissage de l'avion automatique de M. Percheron.



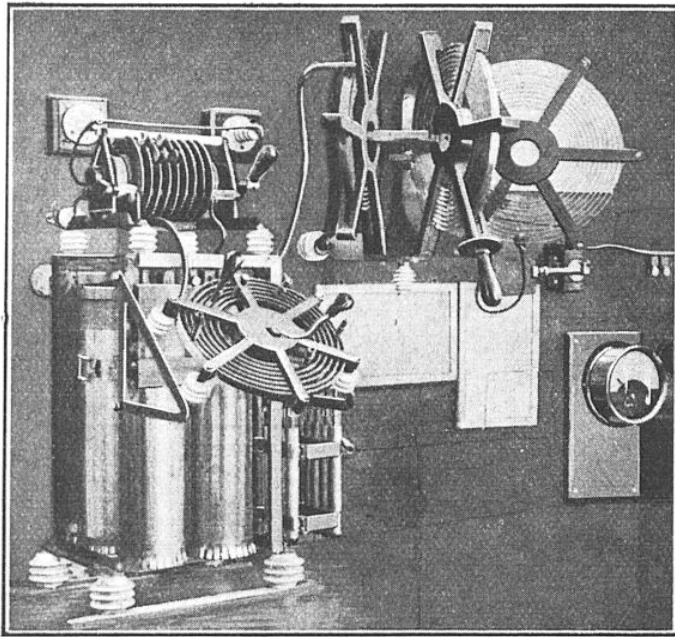
VUE D'ENSEMBLE D'UNE COMMANDE DE TÉLÉMÉCANIQUE PAR T. S. F.

Un groupe fournit le courant envoyé par l'antenne suivant un certain code déterminé par le tableau placé à portée de l'opérateur. L'énergie rayonnant dans tous les sens est recueillie pour une faible part par l'antenne traînant en dessous de l'avion. Le détecteur en décèle la présence et des amplificateurs permettant d'obtenir une énergie nécessaire à la mise en action des servo-moteurs; le sélecteur élimine les influences des parasites, et le distributeur, en relation avec un tableau semblable à celui installé à terre, exécute, suivant le signal envoyé, les commandes que l'on désire obtenir.

mètres de long la reliant à un poste situé plus loin sur la côte. Les impulsions envoyées étant alternativement positives et négatives, agissaient sur un relais sensible polarisé qui fermait un contact, soit à droite, soit à gauche. Un second électro-aimant était réglé de telle sorte qu'il ne puisse fonctionner que lorsque l'impulsion avait une certaine durée. Le commutateur employé à bord de la vedette allemande n'était autre qu'un appareil de téléphonie automatique adapté à la télé mécanique. Aussi M. Chauveau, dont nous avons signalé plus haut la conception, s'est-il efforcé de réaliser un commutateur automatique étudié spécialement dans le but de la conduite d'une embarcation. On commande chaque manœuvre

Le départ nécessite des commandes tout à fait spéciales, car on sait que, pour éviter les « chevaux de bois », c'est-à-dire la tendance qu'a naturellement un avion à embarquer à droite ou à gauche, il faut faire exécuter aux ailerons des manœuvres complètement inverses de celles du vol. Un *inverseur*, monté sur tout le système gyroscopique, agit alors à la fois sur le palonnier et les ailerons pour assurer la direction, et sur la profondeur pour assurer les manœuvres correctes du manche afin de décoller sans exécuter ce qu'on nomme une « chandelle ».

Pour que l'avion ne s'envole pas en perte de vitesse, ce qui le laisserait retomber lourdement à terre après un premier bond, on utilise des dispositifs anémométriques



#### CAPACITÉ DE SELF-INDUCTION DE RÉCEPTION

*Il est indispensable de monter, sur les circuits de réception, des condensateurs et des bobines de self-induction, afin d'éviter les effets néfastes — mécaniques et magnétiques — des courants d'extra-rupture.*

extrêmement ingénieux qui ne permettent à la commande de montée d'agir que lorsque la vitesse de roulement est suffisante.

Pour l'atterrissage, le dispositif employé est un loch coupant le moteur et remettant les commandes au zéro. Il y a là un passage particulièrement difficile qui a donné beaucoup de mal aux expérimentateurs, c'est celui d'obtenir un atterrissage moelleux, sans perturbations de position de l'appareil, lorsqu'on diminue la puissance du moteur.

Nous ne pouvons, ici, épuiser tout le sujet de la télémechanique, ni entrer dans le détail de certains dispositifs que l'Etat tient à conserver aussi secrets qu'une arme nouvelle, mais nous avons cherché à indiquer dans son ensemble l'agencement d'un avion sans pilote, comment se posait le problème de la commande à distance par T. S. F., quelles difficultés il soulevait, et comment il fut résolu. Une impression s'en dégage à première vue : celle d'une complication extrême. Il est à craindre que les recherches entreprises, soit à Etampes par M. Percheron, soit par M. Chauveau, soit par MM. Brillouin et Guéritot, n'amènent guère de simplifications dans le matériel employé.

Quoi qu'il en soit, on n'en est plus maintenant à de simples essais de laboratoire et les

résultats des expériences indiquent que l'on pourra procéder, dans un temps relativement réduit, à la construction en série d'appareils de télémechanique.

L'avion sans pilote sera peut-être appelé un jour à réaliser une nouvelle forme de guerre aérienne, insoupçonnée au cours de celle de 1914-1918; en attendant, il est destiné à des applications plus pacifiques. Dans quelques années, il sera possible de transporter la poste à grandes hauteurs, et, au moyen de turbo-compresseurs Rateau, de permettre aux moteurs de s'alimenter à ces altitudes; on pourra obtenir des vitesses de transport de l'ordre de 500 kilomètres à l'heure. Il n'est pas besoin de souligner l'avenir formidable de la télémechanique aérienne appliquée à cette branche des relations humaines.

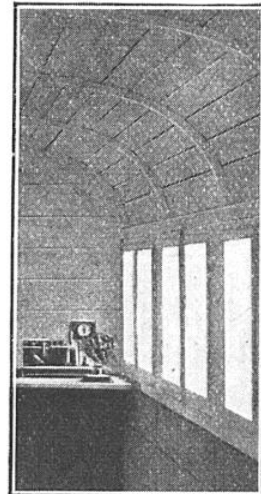
Mais les efforts de tous ceux

qui se sont adonnés à des recherches de transmission de mouvements à distance ont permis de résoudre en passant un nombre considérable de problèmes de télémechanique (transmission de signaux, transmission d'ordres, commandes d'allumage des phares, trains automatiques, etc.).

Les premières expériences de Branly ne pouvaient laisser espérer aussi rapidement les merveilleux résultats auxquels nous assistons.

Réjouissons-nous donc sans réserve de la réalisation de l'avion sans pilote; son créateur a inscrit, au profit de l'humanité, une nouvelle et magnifique victoire au livre de la science française. GEORGES DANTU.

Tous droits de traduction et reproduction pour tous pays réservés au signataire de cet article.



#### UN DISTRIBUTEUR FIXE, A TERRE

*Ce distributeur, commandé par le manipulateur à terre, est accordé avec un des deux distributeurs de l'avion, et que l'on voit sur la figure page 199.*



## UN MOTEUR D'AVIETTE QUI NE PÈSE QUE 18 KILOS

L'AVIATION ne doit pas envisager seulement le transport des lourdes charges ou des équipages nombreux ; il faut aussi qu'elle nous donne des avions légers et économiques, susceptibles de transporter une ou deux personnes pour une dépense réduite. En profitant seulement de courants d'air ascendants qui règnent dans certaines régions aux flancs de montagnes convenablement orientées, on a déjà pu réaliser des vols surprenants, dont le record de durée a dépassé sept heures, avec des appareils dépourvus de moteur. Résultat merveilleux, mais dont la portée, jusqu'à nouvel ordre, ne sort pas du domaine sportif et scientifique. Si le vent voulu manque, l'avion sans moteur reste inerte ; alors même qu'il règne, il ne permet pas de parcourir de longues distances, étant purement local. Mais si ce léger vent, indispensable au planeur, peut être remplacé par un moteur léger que l'on ne mettrait en action que pendant les instants où le bénéfice du vent vient à manquer, le problème de l'aviation économique semble devoir être résolu.

Le concours de la moto-aviette qu'organise pour le mois de juillet prochain le *Petit Parisien*, pose clairement les données de ce problème : 250 kilogrammes en ordre de marche, pilote compris ; montée à 500 mètres en moins de trente minutes ; parcourir 300 kilomètres au moins sans escale, sur un circuit fermé d'environ 10 kilomètres. Le but ainsi poursuivi est donc d'amener les constructeurs et les chercheurs

à créer l'avion populaire, la motocyclette de l'air, munie d'un petit moteur et pouvant facilement se garer. En vue de ce concours, des moteurs spéciaux s'étudient et s'établissent. Voici un petit modèle Gnome

dont les dispositions symétriques semblent se bien prêter au but que l'on veut atteindre.

Il est à deux cylindres opposés, à quatre temps, à refroidissement par ailettes, avec soupapes placées dans la culasse et commandées par culbuteurs. L'alésage de 68 mm. 5 et la

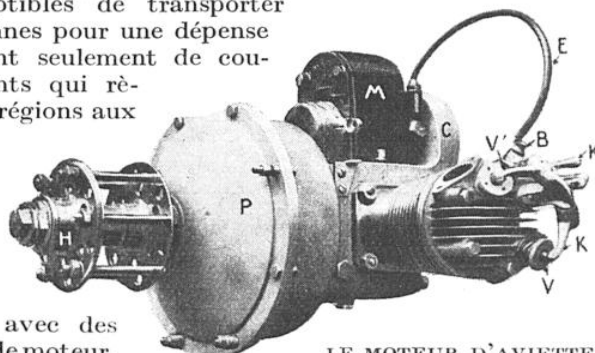
course de 54 millimètres donnent une cylindrée de 400 centimètres cubes. Les bielles sont du type à rouleaux, les pistons sont en aluminium, coulés en coquille ; le vilebrequin est à deux coudes à 180 degrés.

En ordre de marche complet, avec carburateur, tuyauterie et moyeu d'hélice, ce moteur ne pèse que 18 kilos. Tournant à 4.000

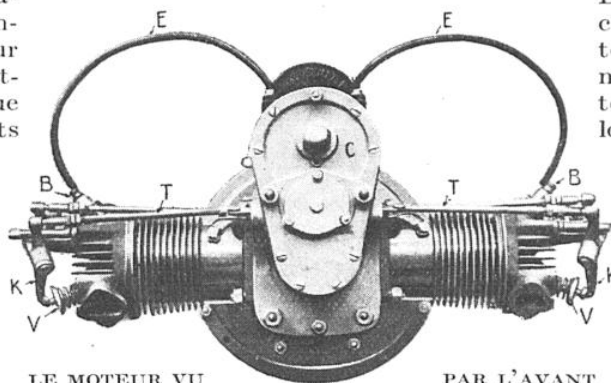
tours, il développe une puissance de 10 chevaux et sa consommation est de 280 grammes seulement par cheval-heure. La suppression complète de tout mode de propulsion mécanique ne semblant pas possible jusqu'à nouvel ordre, le moteur léger, capable de

fournir à l'avion l'impulsion suffisante pour se soutenir dans l'air, en l'absence de vents ascendants favorables, est le véritable but à atteindre. Il apparaît qu'un moteur conçu sur ces données, doit suffire à l'avion léger.

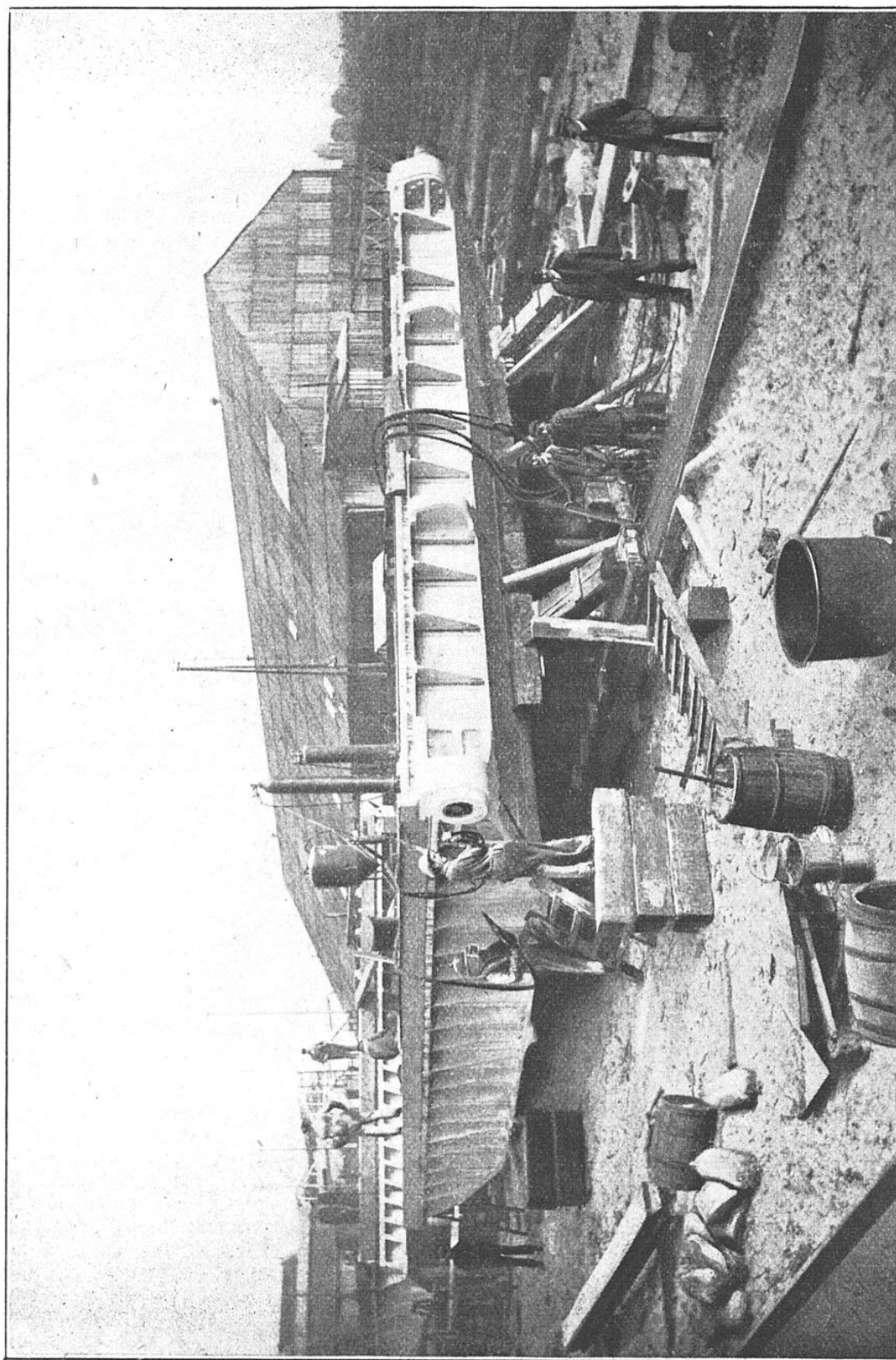
FERNAND MEILLERAIE.



LE MOTEUR D'AVIETTE  
A DEUX CYLINDRES OPPOSÉS VU DU  
CÔTÉ DE LA DISTRIBUTION



LE MOTEUR VU  
PAR L'AVANT  
H, moyeu d'hélice ; P, carter d'aluminium contenant le réducteur planétaire ; C, carter des engrenages de distribution ; M, magnéto ; V, soupape d'échappement ; V', soupape d'aspiration ; K, culbuteurs ; B, bougie ; E, fil d'allumage ; T, tiges de commande des culbuteurs.



DÉCAPAGE PAR LE SABLE ET MÉTALLISATION AU ZINC D'UNE PORTE D'ÉCLUSE DESTINÉE A L'UN DES BASSINS DU PORT DE DUNKERQUE



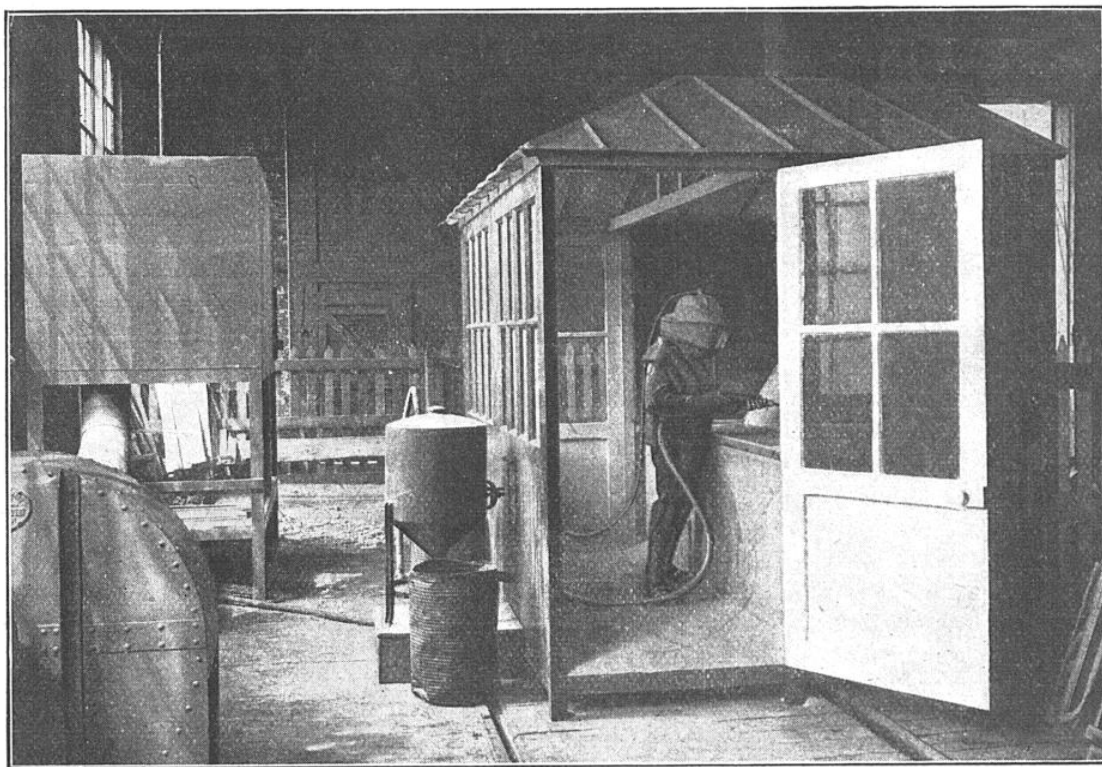
# PROCÉDÉ DE MÉTALLISATION A FROID PAR PROJECTION DE MÉTAL

Par Jean MARCHAND

**L**e fer, soumis à l'action de l'air atmosphérique, qui renferme à la fois de l'humidité et de l'acide carbonique, s'oxyde et se recouvre de rouille. Et celle-ci ne constitue pas un revêtement protecteur, mais, au contraire, gagne constamment en profondeur, jusqu'à ce que toute la masse métallique soit détruite. C'est pourquoi on s'est toujours préoccupé de recouvrir la surface des métaux oxydables de couches protectrices de peinture, de vernis ou, mieux encore, de métal inoxydable comme le zinc ou l'aluminium, par exemple.

Les procédés de revêtement en aluminium

ou en laiton ne se sont développés que depuis l'apparition de la méthode de métallisation par projection que nous allons étudier. C'est en remarquant un jour les traces laissées sur le mur de son jardin par les balles de plomb tirées avec une carabine, que M. Schoop eut l'idée de recouvrir une surface par pulvérisation de métal. D'abord, il projeta, au moyen d'un appareil analogue à un petit canon, une certaine quantité de gros grains de plomb. Puis il imagina d'utiliser une sorte de vaporisateur pour projeter le plomb fondu. Mais ce métal est très lourd, et, malgré la forte aspiration



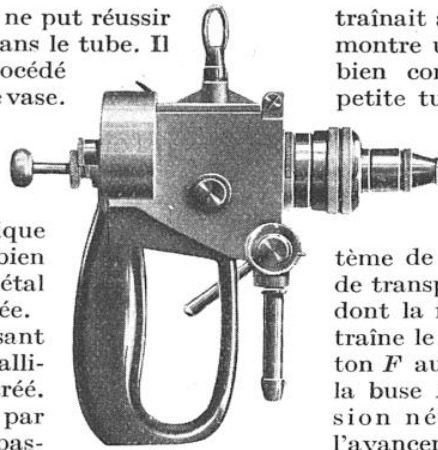
DÉCAPAGE AU SABLE DES OBJETS AVANT LEUR MÉTALLISATION

*L'ouvrier, protégé par un casque dont l'air est constamment renouvelé, dirige un jet puissant de sable sur les objets à décaper. Pendant l'opération, la porte de la cabine est fermée pour que la poussière ne se répande pas dans l'air et des aspirateurs l'entraînent dans des récipients qui la recueillent.*

produite, M. Schoop ne put réussir à le faire monter dans le tube. Il employa alors le procédé inverse et retourna le vase. Le plomb descendit par son propre poids jusqu'au vaporisateur. Le brouillard métallique formé se fixait très bien sur une paroi de métal d'abord bien décapée.

Un appareil utilisant les poussières métalliques fut ensuite créé. Celles-ci, refoulées par de l'air comprimé, passaient, avant d'être projetées, devant un chalumeau à gaz qui fondait le métal. Quoique transportable, ce dispositif présente l'inconvénient grave d'utiliser le métal sous forme de poussières. Celles-ci sont, en effet, obtenues par laminage de feuilles très minces, superposées et battues après addition de graisse. La matière grasse brûle et le dépôt de charbon formé sur les fines particules les empêche d'adhérer. Si les poussières sont préparées à chaud, elles sont généralement recouvertes d'oxydes.

En 1914, l'appareil imaginé par M. Schoop présentait déjà la forme générale qu'il a conservée. C'était une sorte de pistolet dans lequel le fil métallique, entraîné au moyen d'une turbine mise en mouvement par la simple détente de l'air, passait à travers l'axe central de la buse d'un chalumeau. La chaleur engendrée par ce dernier fondait le métal que le courant d'air en-



LE PISTOLET SYSTÈME SCHOOP

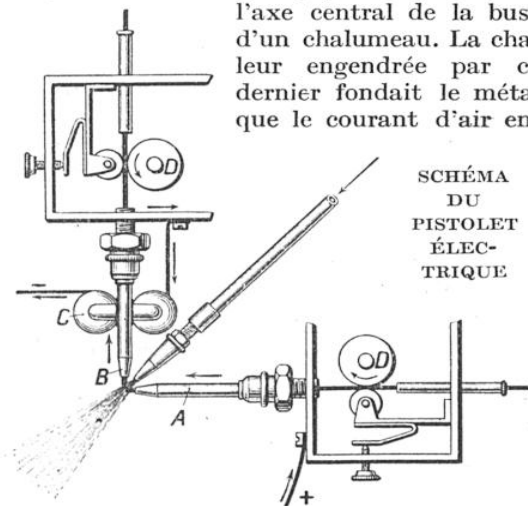


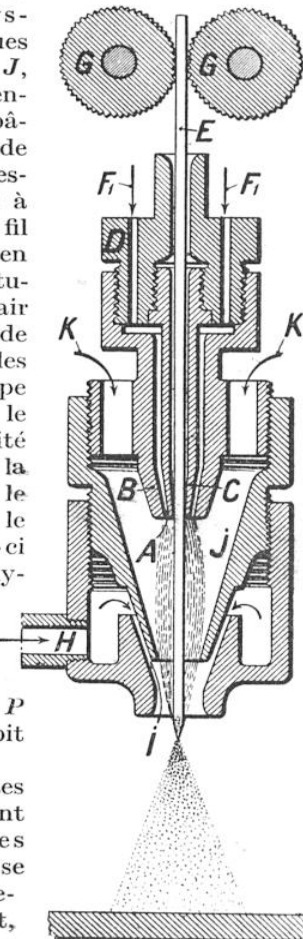
SCHÉMA DU PISTOLET ÉLECTRIQUE

L'arc éclate entre deux fils du métal à déposer qui sont entraînés par les roues D et guidés par les buses A et B. L'air comprimé arrive par un ajutage placé suivant la bissectrice des buses A et B.

traînait avec force. Le schéma de la page 207 montre une coupe de ce pistolet et en fait bien comprendre le fonctionnement. Une petite turbine à air comprimé T, alimentée par la tubulure E que le robinet G permet de régler, actionne, par l'intermédiaire des roues hélicoïdales H et

I le système de deux roues de transport K et J, dont la rotation entraîne le fil ou le bâton F au travers de la buse B. La pression nécessaire à l'avancement du fil est réglée au moyen de la vis V. La tubulure L amène l'air comprimé sortant de la turbine dans les tubes D (voir la coupe de la buse), qui le dirigent à l'extrémité de la tuyère, où la pression projette le métal fondu par le chalumeau. Celui-ci est alimenté en oxygène et en hydrogène par les tubes A et C (N sur la coupe du pistolet). Le pointeau P sert à régler le débit du chalumeau.

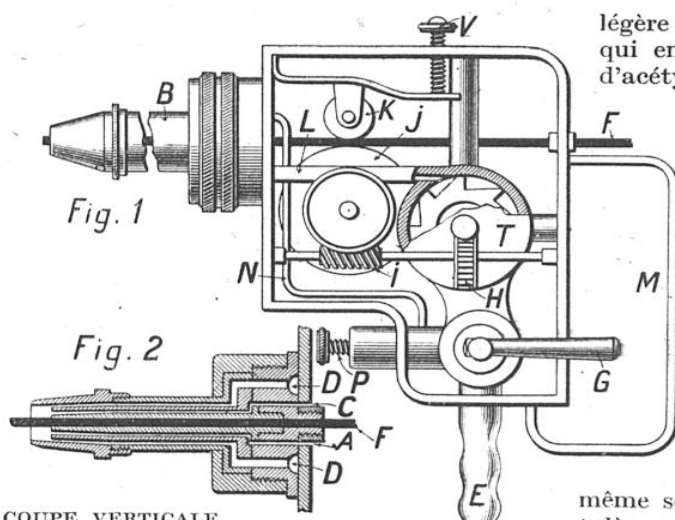
Comme pour toutes les inventions, ce sont les solutions les moins simples qui se présentèrent les premières à l'esprit, puis des recherches et des essais ultérieurs permirent de simplifier les organes des appareils construits. Sur la photographie de la page 207 on se rend immédiatement compte que les modifications subies par le pistolet Schoop n'ont fait que le simplifier. Le modèle ancien est à gauche, le nouveau



CHALUMEAU A GAZ ET ACÉTYLÈNE

Le fil métallique E est entraîné par les roues dentées G et sort par la buse C. Les gaz combustibles arrivent par l'orifice annulaire D dans le sens des flèches F<sub>1</sub>, passent entre B et C ; leur pression fait le vide dans la chambre J, ce qui aspire l'air nécessaire à la combustion par K. L'air comprimé pour la projection du métal fondu arrive par H et le jet de métal sort par l'orifice I.





COUPE VERTICALE  
DU PISTOLET SERVANT À MÉTALLISER

Le fil F (fig. 1) est entraîné vers la buse B par le système des roues H I J K, actionné par une petite turbine à air comprimé T, alimentée par la tubulure E que le robinet G permet de régler. La vis V règle la pression nécessaire à l'avancement du fil. L'air sortant de la turbine est amené par L dans les tubes D (fig. 2) et vers l'extrémité de la buse où il projette le métal fondu. Le chalumeau est alimenté par les tubes A et C (N sur la fig. 1) et réglé par le pointeau P. La poignée M sert à tenir l'appareil.

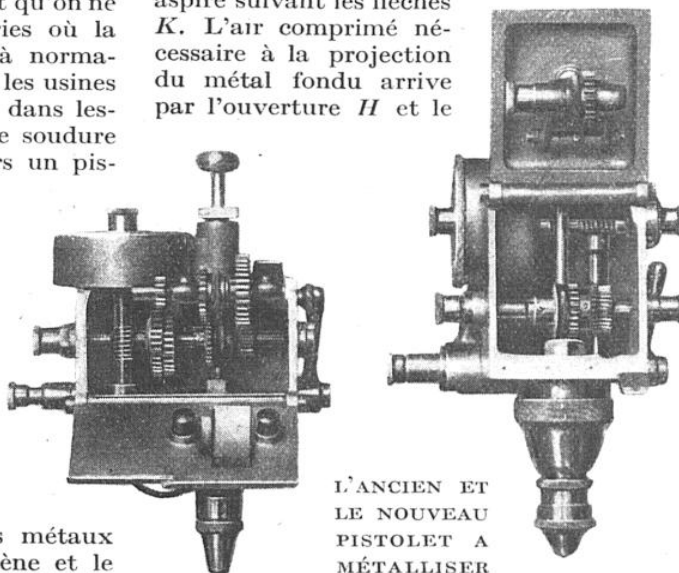
pistolet est à droite de la photographie.

Le chalumeau était tout d'abord alimenté par un mélange d'oxygène et d'hydrogène. Mais le coût élevé de ces deux gaz fit qu'on ne les conserva que dans les industries où la combustion oxyhydrique était déjà normalement utilisée. Par exemple, dans les usines où l'on produit de l'hydrogène et dans lesquelles on a installé des postes de soudure autogène. L'inventeur étudia alors un pistolet pouvant utiliser la chaleur produite par l'arc électrique pour la fusion des métaux. Il construisit l'instrument représenté schématiquement à la page 206 dans lequel on utilise l'arc éclatant entre deux fils du métal à déposer. Ces fils sont entraînés au fur et à mesure de leur fusion par des roulettes et le métal fondu est projeté par l'ajutage central. Ce procédé a permis, grâce à la très haute température de l'arc, de fondre des métaux très réfractaires, comme le tungstène et le molybdène, mais n'est pas devenu industriel.

Enfin, l'emploi du chalumeau oxyacétylénique fut essayé avec succès après une

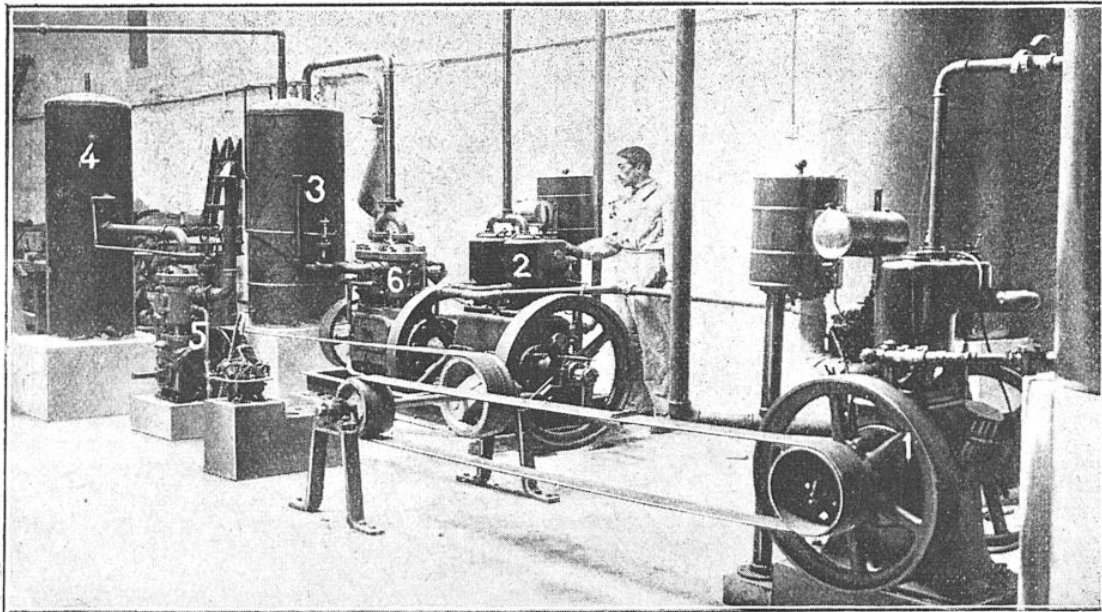
légère modification de la buse des pistolets qui entraînait à une trop grande dépense d'acétylène. Il résulta de l'emploi de l'acétylène une économie sensible et un approvisionnement plus facile. En outre, la flamme du chalumeau étant plus réductrice que dans le cas du chalumeau oxyhydrique, les pertes de métal furent diminuées et on put travailler dans certains cas sans masque protecteur. On peut aussi utiliser, pour alimenter le chalumeau, un mélange de gaz d'éclairage à une certaine pression et d'oxygène.

Grâce à un chalumeau nouvellement créé et représenté par le dessin de la page 206, on peut même se servir de gaz d'éclairage et d'acétylène, en remplaçant l'oxygène par de l'air comprimé. On conçoit facilement quelle économie ce chalumeau permet de réaliser dans les ateliers de métallisation, toujours situés dans des villes où se trouve une usine à gaz. Dans cet appareil, le fil métallique E est entraîné par les deux roues dentées G et passe au milieu de la buse C. Les gaz combustibles (gaz d'éclairage, acétylène), arrivent par l'orifice annulaire D dans le sens des flèches F<sub>1</sub>. Le mélange combustible passe entre les buses B et C et sort par l'orifice A. A cause de sa pression, ce jet produit un vide dans l'espace J et l'air nécessaire à la combustion est aspiré suivant les flèches K. L'air comprimé nécessaire à la projection du métal fondu arrive par l'ouverture H et le



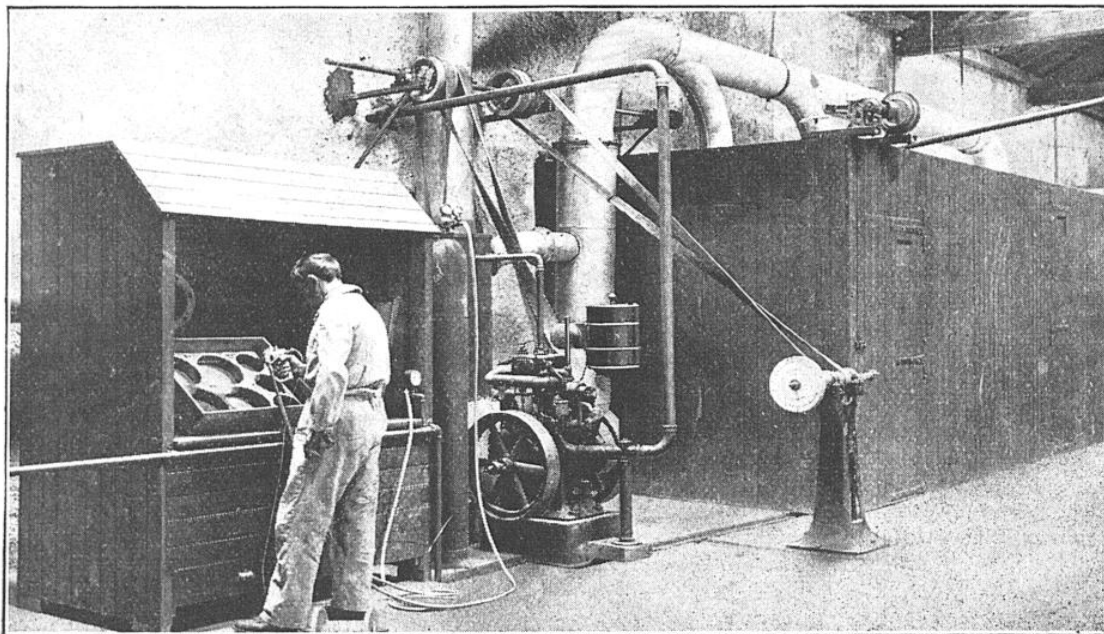
Le modèle de droite, qui est le plus récent, renferme un mécanisme beaucoup plus simple que celui de gauche, qui date de 1914.





MACHINERIE DE L'ATELIER DE MÉTALLISATION DE M. TRÉMONT, A BÉZIERS

*Le moteur 1, d'une puissance de 8 chevaux, alimenté par de la naphthaline, actionne un compresseur 5 qui envoie l'air nécessaire à la projection du métal dans la cloche 4. Un petit compresseur envoie du gaz d'éclairage dans une cloche située entre les réservoirs 3 et 4. L'oxygène qui alimente le chalumeau est emmagasiné dans des bouteilles. Un autre moteur 2, de 18 chevaux, est accouplé directement à un compresseur de 15 chevaux qui fournit, par l'intermédiaire de la cloche 3, l'air nécessaire au poste de sablage.*



CABINE DE MÉTALLISATION DANS L'ATELIER REPRÉSENTÉ CI-DESSUS

*Les petits objets sont placés sur des grilles métalliques, de sorte que le métal projeté à côté est recueilli en dessous. Au fond, la cabine de sablage hermétiquement close, et, au-dessus, la tuyauterie pour l'aspiration des poussières, qui est assurée par l'aspirateur visible au deuxième plan.*



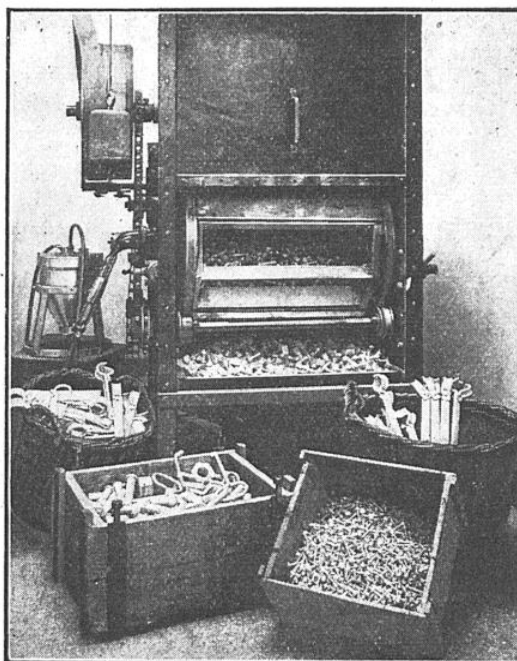
métal réduit en fines particules, sort par l'extrémité I. Grâce à ce nouveau chalumeau, le rendement thermique du pistolet est élevé de 40 à 50 %.

Nous avons dit que la projection métallique devait être effectuée sur un métal complètement nettoyé.

La métallisation par trempage ou électrolyse est précédée d'un décapage aux acides, mais cette opération exige de grandes installations, un lavage et un séchage absolus, difficiles à réaliser parfaitement. Dans le cas de la métallisation par projection, on utilise le jet de sable envoyé avec force par de l'air comprimé dans des compresseurs rotatifs.

L'ouvrier doit travailler dans une salle séparée par une cloison de verre des objets à décaper. Pour les objets de petites dimensions, on utilise un tambour percé de trous. Les objets roulent sur eux-mêmes pendant le mouvement du tambour et deux jets d'air, entraînant le sable, arrivent sur eux. Le tambour est, naturellement, enfermé dans une salle close. On emploie du sable à grains réguliers et à arêtes vives de préférence à celui des rivières à grains roulés. Le contrôle de ce décapage est facile. En effet, partout où il n'est pas parfait, le métal peut être détaché d'un coup d'ongle. En outre, fait dans de bonnes conditions, il n'abîme pas les arêtes vives des objets que l'on désire métalliser.

Il peut être intéressant de savoir quelle est la composition et la nature du métal projeté. Les fines particules, refroidies par la détente, forment un brouillard qui adhère très fortement à la surface à métalliser. Le



APPAREIL A MÉTALLISER LES PETITS OBJETS

Dans le tambour tournant de cette machine, on voit des rivets qui vont être métallisés au zinc.



MÉTALLISATION D'UN PYLONE

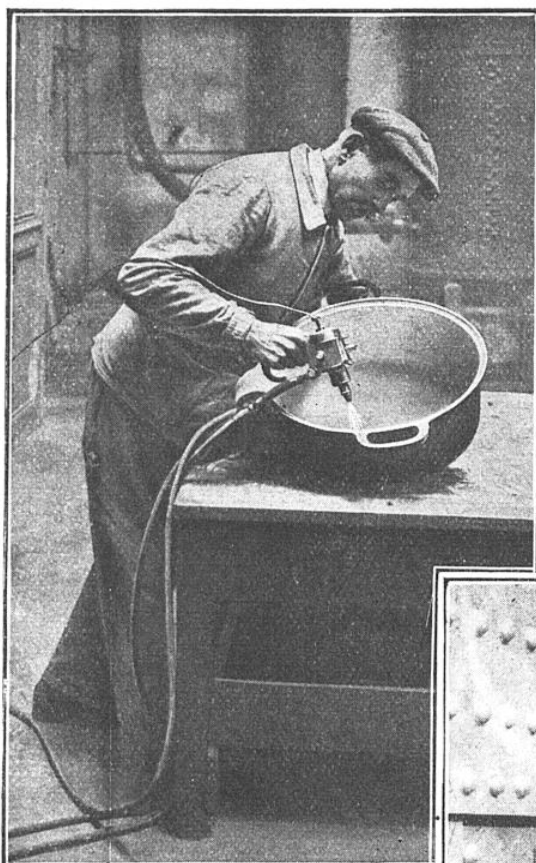
métal projeté se trouve à une température assez basse pour qu'il soit possible de le projeter sur les objets les plus délicats sans crainte de les détériorer. On peut même le recevoir sur la main sans être brûlé. Les métaux, oxydés par la chaleur, forment des dépôts poreux, particulière-ment souvent avantageuse. On a fait l'expérience suivante : une plaque de fer métallisée au zinc est plongée dans l'eau de mer. Celle-ci traverse la couche de zinc à cause de cette porosité et, par suite de l'action du couple fer-zinc sur l'eau de mer, il se produit un dégagement de chlore assez important.

Il se forme alors un oxychlorure de zinc qui bouche complètement les pores du dépôt et celui-ci oppose une barrière infranchissable à l'eau de mer. Cette expérience explique pourquoi la métallisation au zinc est si efficace contre l'oxydation du fer, car, avec l'humidité de l'air et l'acide carbonique qu'il contient, il se forme un hydrocarbonate qui se loge dans les pores du dépôt.

D'après ce que nous venons de voir sur cette industrie, un poste de métallisation comprendra essentiellement : un compresseur pour comprimer l'air à une pression de 3 kg. 5 par centimètre carré, une sableuse à surpression pour le décapage, des récipients d'hydrogène ou d'acétylène, suivant la nature du chalumeau employé, enfin, un pistolet Schoop, un matériel de polissage et de brunissage.

On voit immédiatement que, grâce à l'emploi de groupes compresseurs mobiles, les appareils de métallisation peuvent être transportés au lieu même d'utilisa-





MÉTALLISATION D'UNE CUVE A L'AIDE DU PISTOLET MÉTALLISEUR

tion et permettre des applications qui n'auraient pu être envisagées par d'autres méthodes.

L'installation des ateliers varie, d'ailleurs, suivant les conditions locales. Celui de Toulouse, par exemple, a été établi en vue de la métallisation des pylônes destinés aux lignes de la Compagnie des Chemins de fer du Midi. Nos photographies de la page 208 représentent un des derniers postes créés, que nous avons visité, et établi par M. Trémont, à Béziers. Cet atelier présente la particularité de produire lui-même la force motrice au moyen de moteurs à naphthaline, plus économiques que l'emploi de l'électricité dans cette région. En outre, les chalumeaux des pistolets sont alimentés par du gaz d'éclairage comprimé et de l'oxygène. Sur la

photographie du bas de la page, on voit les tambours où sont placés les objets à métalliser. Les cabines de décapage au sable sont en arrière et on voit au-dessus d'elles la tuyauterie servant à l'aspiration des poussières.

Les applications de la métallisation sont excessivement nombreuses et nous ne pouvons ici en donner qu'un rapide aperçu.

Dans la chaudronnerie et la tôlerie, il est souvent nécessaire, en effet, de protéger les pièces contre l'oxydation et l'on emploie alors des tôles galvanisées au zinc ou étamées. Quand les appareils sont destinés à l'industrie chimique, on a recours à des revêtements de plomb ; pour les cuves de brasseries, on utilise souvent des tôles d'aluminium. Mais, après montage des appareils, notamment après les rivures nécessaires, la couche protectrice a disparu en certains points et il n'est plus possible de



DÉTAIL DE LA MÉTALLISATION DE LA PORTE D'ÉCLUSE DU PORT DE DUNKERQUE (VOIR FIG. PAGE 204)

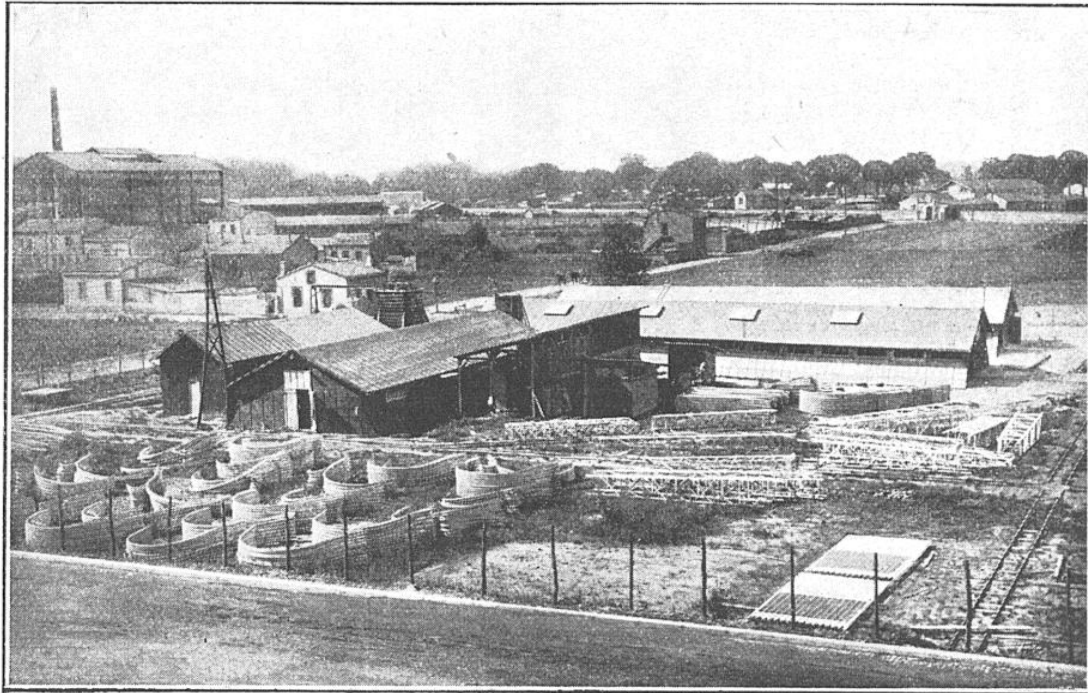
*On distingue nettement, sur cette photographie, le fil de zinc qui arrive au pistolet et les tuyaux qui alimentent en gaz le chalumeau qui fonctionne à l'intérieur de l'appareil.*



la remplacer par les méthodes ordinaires. La métallisation par projection résout ce problème, car on peut refaire sur place les plaques de métal qui se sont détachées.

L'industrie de la construction des charpentes métalliques utilise également ce procédé. Jusqu'à présent, les constructeurs, avant d'expédier les charpentes, se contentaient de les enduire d'une couche de minium. Certes, cette protection est efficace, mais il est souvent difficile de refaire la peinture, à

Une application très intéressante et toute nouvelle des procédés Schoop consiste dans la métallisation des éléments de chaudières de locomotives pour les protéger contre les corrosions. Ces éléments ont, en effet, à souffrir des dégradations, d'ordre mécanique, provenant du travail de la tôle ou des refroidissements brusques du foyer à l'arrêt de la machine et des dégradations, d'ordre chimique, provenant des eaux employées. Les Chemins de fer de l'Etat et le P.-L.-M.



ATELIER DE MÉTALLISATION DE TALENCE, PRÈS DE BORDEAUX

*On voit sur le sol de nombreux pylônes qui ont été métallisés au zinc. Ces pylônes sont destinés à l'équipement des lignes en voie d'électrification de la Compagnie des Chemins de fer du Midi.*

cause de la destination du matériel. Les pylônes de transport de force, par exemple, ou les charpentes d'une grande gare de chemin de fer demandent, pour être repeints, un matériel important, et le prix de revient d'une couche de peinture est très élevé. C'est pourquoi, la Compagnie des Chemins de fer du Midi a fait métalliser le tronçon supérieur, difficile à atteindre, de 4.000 pylônes pour l'électrification de ses lignes.

Dans l'industrie automobile, on peut effectuer des réparations aux carters et aux pièces en aluminium. Les parties métalliques des carrosseries sont recouvertes de zinc ; enfin les accessoires peuvent être nickelés.

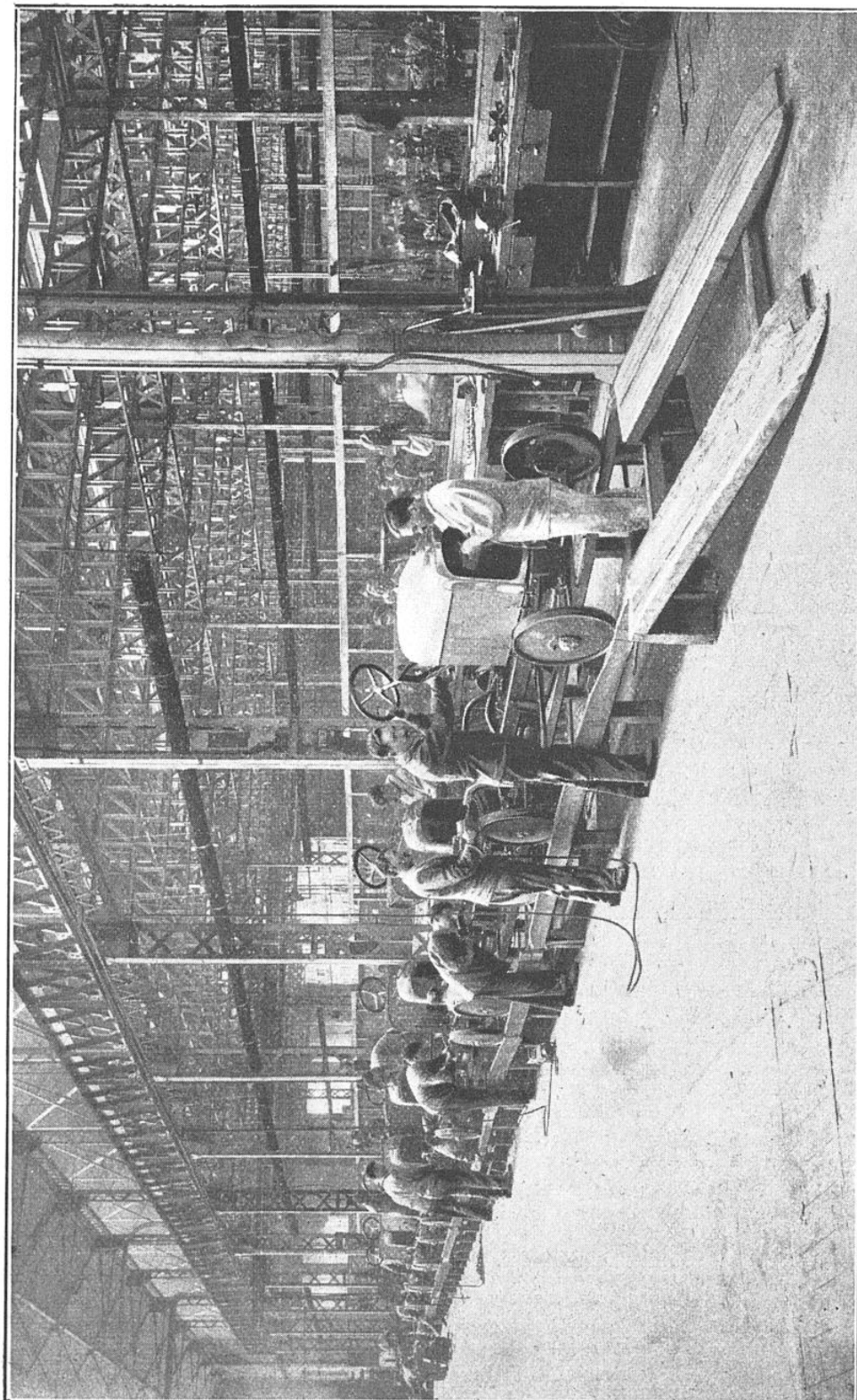
protègent leurs chaudières par un dépôt de zinc et les foyers par une mince couche d'aluminium. Ce métal, qui est très oxydable à l'état pulvérulent, l'est très peu à l'état compact, et il n'est alors attaqué que très superficiellement. Le rivetage des diverses parties du foyer oblige à employer une méthode applicable après montage, et c'est pourquoi le procédé Schoop a été adopté.

Par toutes les propriétés que nous venons d'énumérer, la métallisation à froid par projection de métal rend dès maintenant de grands services dans toutes les branches de l'industrie métallurgique.

JEAN MARCHAND.



LE MONTAGE RAPIDE DES VOITURES AUTOMOBILES PAR LE PROCÉDÉ DIT " A LA CHAÎNE "



*Les voitures sont poussées sur une sorte de plate-forme et, à chaque passage, les ouvriers y effectuent le travail de leur spécialité. Le châssis nu se garnit petit à petit de ses organes et accessoires et arrive, tout monté, devant le contrôleur qui enregistre ses numéros d'ordre avant de l'envoyer à la carrosserie.*



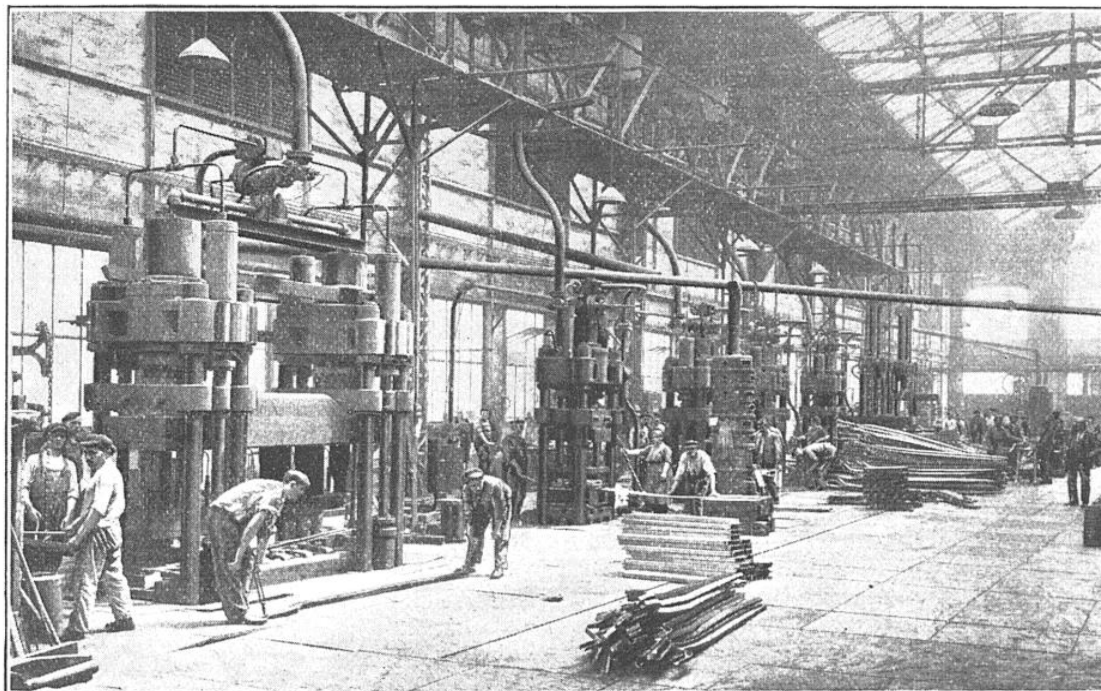
# L'USINAGE DES VOITURES AUTOMOBILES EN GRANDE SÉRIE

Par Paul MEYAN

L'INDUSTRIE américaine n'a pas seule le monopole de la grande production. Nous savons aussi pratiquer le travail en grandes séries, et si nous n'arrivons pas encore au chiffre quotidien de mille voitures atteint par certain constructeur de Detroit, nous connaissons toutefois tels ateliers parisiens qui sortent plus de cent véhicules par jour. On aurait tort, d'ailleurs, de vouloir comparer les deux pays et leurs moyens de production. Aux États-Unis, la population est cinq fois plus nombreuse que la nôtre et, autre raison qui plaide contre nous, le prix de l'essence est si bas que la consommation n'y entre pas en ligne de compte. En France, l'acheteur est infiniment plus rare, d'autant plus rare qu'il doit considérer qu'une automobile, en outre du prix de

revient élevé des matières premières employées à sa construction et de la main-d'œuvre plus chère, est écrasée sous le poids des impôts, des taxes de luxe, des assurances. L'essence, d'autre part, coûtant 1 fr. 65 le litre et les pneus n'étant pas donnés pour rien, il s'ensuit une dépense si élevée au kilomètre que seuls les gens très fortunés ont le moyen de s'offrir une voiture automobile et de s'en servir au gré de leurs caprices. Dans ces conditions, le constructeur qui, chez nous, sort plus de cent voitures automobiles vaut bien son concurrent d'Amérique qui en sort mille, et la comparaison n'est pas à son désavantage.

Pour atteindre ce résultat, il faut d'abord chercher par tous les moyens, dans tous les services, la simplification à l'extrême.



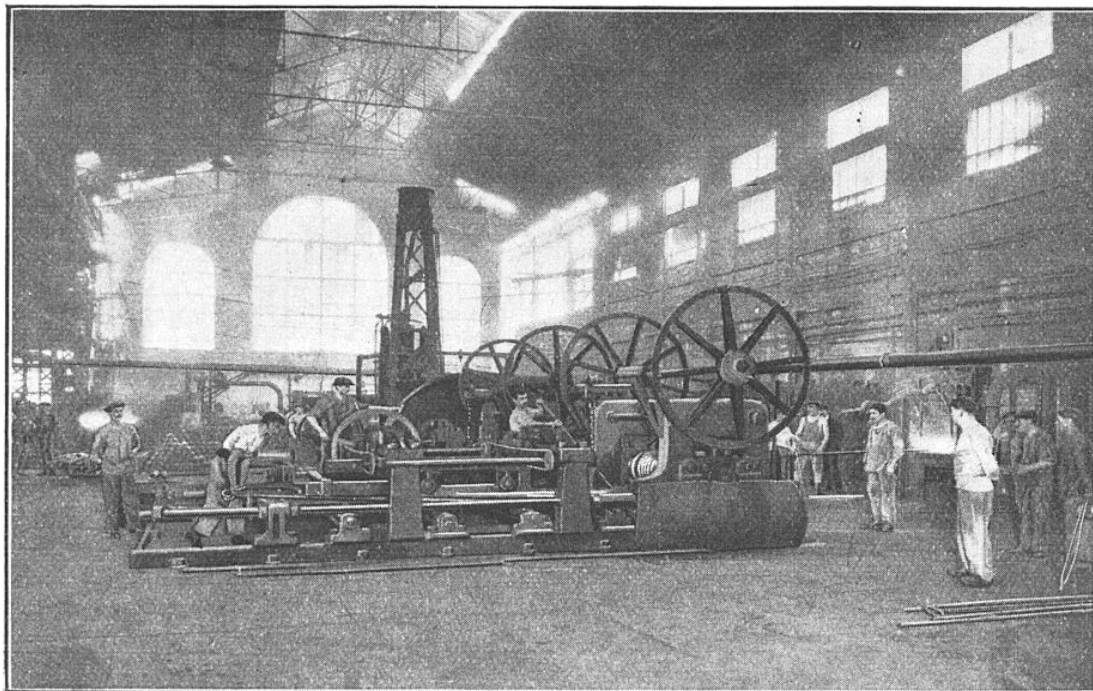
STATION DES PRESSES HYDRAULIQUES POUR L'EMBOUTISSAGE DES LONGERONS

*Dans cet atelier, qui contient des presses de 320, 160 et 100 tonnes, se fabriquent les cadres de châssis, les tambours de frein et la plupart des pièces entrant dans la construction des châssis.*



Avant tout, ne s'occuper que d'un seul et unique modèle. Tous les efforts se trouvant ainsi concentrés vers un même but, les ateliers sont disposés de telle sorte que les pièces construites n'aient jamais à revenir en arrière et passent successivement, depuis l'entrée au magasin des matières premières jusqu'à la sortie de la voiture complète, aux mains d'équipes d'ouvriers n'ayant jamais qu'un même travail à exécuter, à la même place, avec les mêmes outils. L'usinage doit être compris de telle sorte que les divers

faudra disposer d'ateliers immenses. Cent châssis à monter en même temps et autour desquels les équipes d'ouvriers doivent pouvoir circuler représentent à eux seuls, en longueur, un espace de près de 500 mètres. Pour alimenter cette longue théorie de châssis, travaillent toute une série d'ateliers dans lesquels s'usinent et s'assemblent les organes divers composant la voiture, essieu, suspension, direction, moteur, pont arrière, qui nécessitent une infinité de tours, fraiseuses, perceuses, raboteuses, mortaiseuses, etc..



LAMINOIR POUR L'ÉTIRAGE DES TUBES EN ACIER SANS SOUDURE

*Les billettes d'acier, au sortir du four alimenté par du charbon pulvérulent, sont étirées au moyen d'une presse hydraulique de 135 tonnes ; puis elles passent sur un laminoir consistant en un double train dégrossisseur et finisseur, à cannelures.*

organes, montés dans les différents ateliers, arrivent à l'atelier d'assemblage des châssis prêts à être mis en place, terminés et ajustés, sans que l'ouvrier monteur ait à se servir d'une lime ou d'un marteau. Les longerons et les carters des organes qui viennent s'y fixer sont percés d'après des gabarits exacts, si bien qu'il n'y a qu'à serrer écrous et boulons pour que le travail soit effectué sans hésitation, sans erreur, sans retouche. Sur ce mode de montage qu'on nomme le montage à la chaîne, nous reviendrons plus loin.

Si nous prenons pour base de production une moyenne de cent voitures par jour, il

Précédant ces ateliers, sont les laboratoires de physique et de chimie qui étudient et échantillonnent les matériaux, le bureau d'études, les vastes halls affectés à l'emboutissage, aux forges, aux fours de cémentation, à l'estampage, au décapage, à la vérification, les magasins où se classent et se cataloguent les pièces détachées. Viennent, après l'assemblage du châssis, les ateliers d'essai des moteurs et des châssis terminés, les ateliers de carrosserie, charronnage, peinture, garniture, sellerie, etc... Quels espaces demandent ces divers services, quel développement de puissance motrice, d'éclairage et de chauffage !



L'électricité est distribuée par plus de cent câbles d'une longueur moyenne de 150 mètres ; le nombre des moteurs élec-

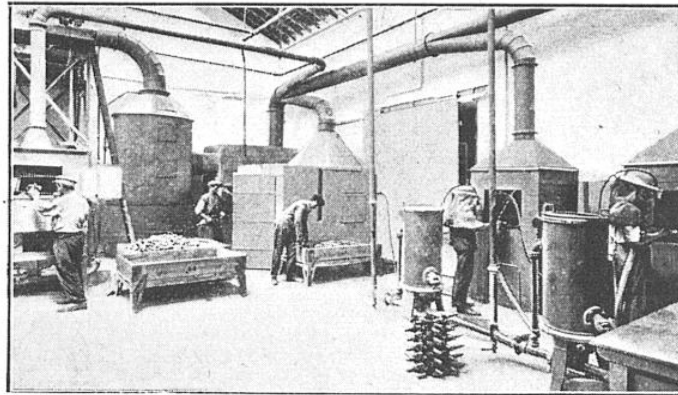
triques est de onze cents, leur puissance variant de 3 dixièmes de cheval à 250 chevaux. La station hydraulique qui fournit l'eau sous pression dans tous les ateliers est équipée avec douze pompes refoulant à la minute 450 litres d'eau à une pression de 135 kilos par centimètre carré. Ces pompes

alimentent dix-sept presses respectivement de 320, 160 et 100 tonnes destinées à l'emboutissage des longerons et des traverses

de châssis, des tambours de freins, des vilebrequins, des arbres à cames et des pignons.

Pour le traitement thermique des différen-

tes pièces mécaniques s'alignent symétriquement les fours de cémentation, les fours pour la trempe dans l'eau, dans l'huile ou dans le plomb, suivant les nécessités et la catégorie des pièces, les fours à recuire, les fours à bains de sel. Ces différents fours sont chauffés à l'huile lourde, au charbon ordi-



ATELIER DE DÉCAPAGE DES PIÈCES AU JET DE SABLE

*Pour ce travail, extrêmement délicat, l'ouvrier se munit d'un masque protecteur du visage.*

naire ou au charbon pulvérulent.

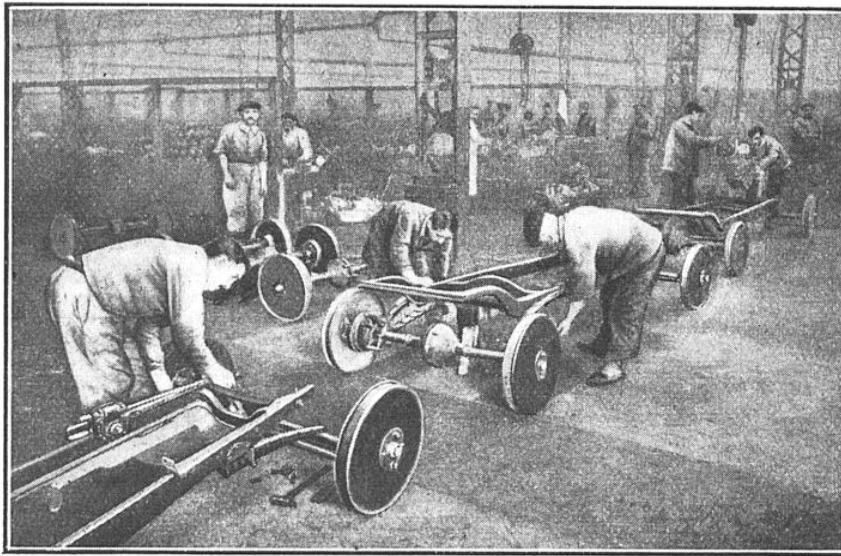
Plus loin sont les pilons à air comprimé de 150 à 3.000 kilos, les pilons automatiques



SALLE DES FOURS POUR LE TRAITEMENT THERMIQUE DES PIÈCES DE MÉCANIQUE

*Dans ce hall sont alignés les fours pour la cémentation, le recuit, la trempe et le revenu. Les pièces y sont plongées, suivant leur nature et leur destination, dans des bains d'eau, d'huile ou de plomb.*





#### LA PREMIÈRE OPÉRATION DANS LE MONTAGE D'UN CHASSIS

*Aux longerons, qui viennent d'être livrés par la station des presses hydrauliques, on fixe d'abord les ressorts de suspension, l'essieu avant, le pont arrière, les roues et le carter de la direction.*

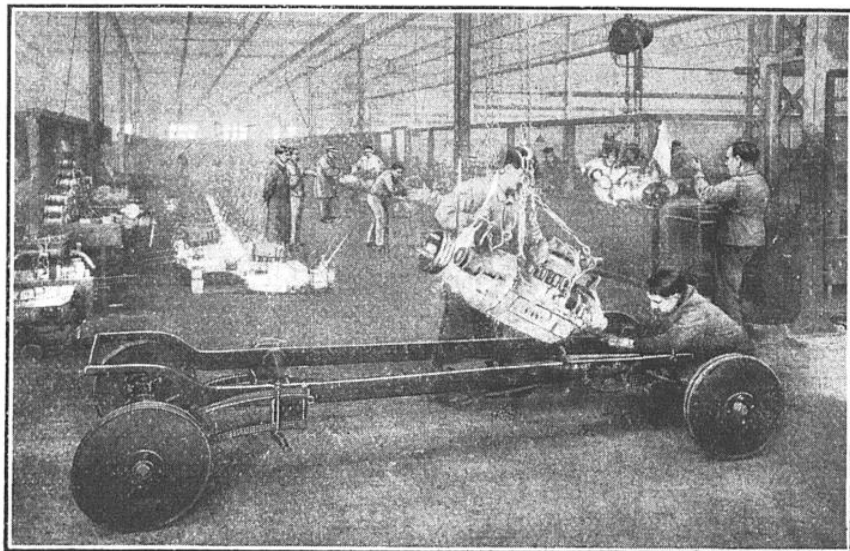
pneumatiques. Il y a également, dans ces ateliers, des moutons à courroie d'une puissance variant de 300 à 1.500 kilos, des machines à forger les divers métaux, des scies à chaud, des presses à ébarber, des meules.

L'atelier des tubes sans soudure est équipé avec des presses, un train de laminoirs, une installation de banches à étirer à froid ainsi qu'avec des fours à recuire et des cuves de décapage. Des machines accessoires, essayeuses, machines à redresser complètent cet atelier où sont également laminés les profilés et les aciers spéciaux. Un pont roulant facilite la manutention et le transport des très lourdes pièces.

La fonderie est placée à proximité ; on y coule la fonte, le laiton et les pièces d'aluminium. Elle contient les cubilots pour la fonte, pour les pièces de châssis, pour la

fonte malléable, pour la fonte à cylindres, des fours chauffés à l'huile lourde pour la fonte de l'aluminium, des fours à creusets pour le laiton et les aciers rapides et spéciaux à outils, et des fours pour le recuit des pièces en fonte malléable. L'air comprimé est réparti par des compresseurs dans ces différents ateliers qui constituent la partie de l'usine consacrée au travail des matières brutes avant leur passage à l'atelier d'usinage proprement dit. A signaler aussi les ateliers accessoires où

est travaillée, apprêtée, découpée la tôle qui joue un rôle important dans l'habillement du châssis : capots, réservoirs, ailes, carrosserie ; ceux dans lesquels sont réalisés les équipements électriques destinés à la voiture : dynamos, moteurs de démarrage. Bien placé au centre de l'usine, à proximité des ateliers



#### DEUXIÈME OPÉRATION : MISE EN PLACE DU GROUPE MOTEUR

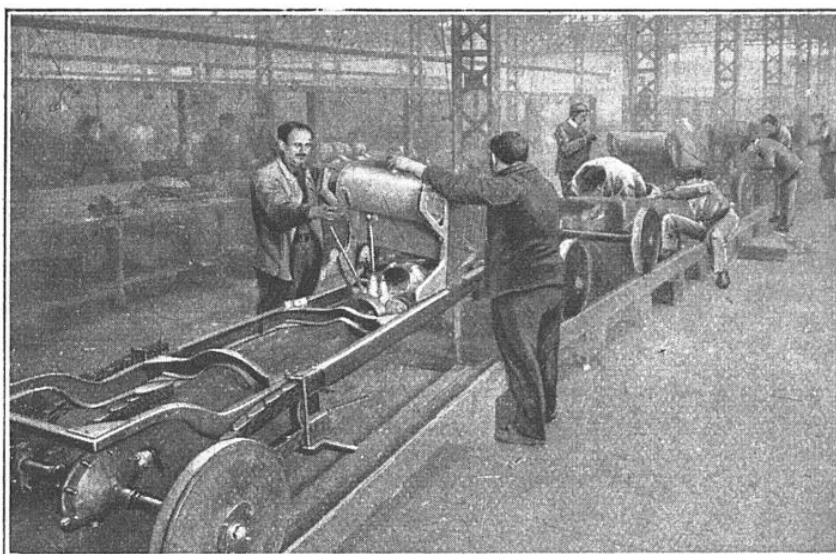
*Le bloc, suspendu par des chaînes à un chariot aérien, est amené de l'atelier d'usinage et est aussitôt boulonné sur les longerons et la traverse avant du châssis.*



qui, sans cesse, ont recours à lui, est l'atelier spécial d'outillage, équipé avec de nombreuses machines de catégories variées, toutes conduites par des ouvriers spécialistes.

Les pièces composant le châssis, qu'elles soient brutes ou dégrossies, provenant des autres ateliers de l'usine, sont reçues, emmagasinées et vérifiées dans des bâtiments spéciaux outillés pour ce genre de travail.

Toutes les opérations d'usinage auxquelles on procède sont classées par séries, soit d'après la nature du métal à travailler, fonte, acier, aluminium, cuivre, bronze, ou suivant la catégorie des pièces. Chaque pièce en cours d'usinage suit la marche normale, entrant d'un côté de l'atelier et sortant finie à l'opposé, où elle est emmagasinée ou envoyée directement à l'atelier d'assemblage.

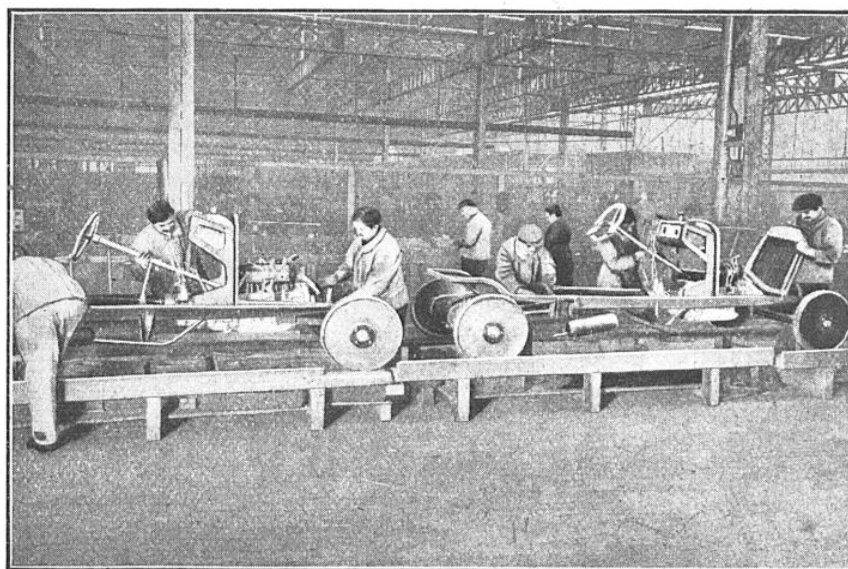


LES CHASSIS CONTINUENT DE PROGRESSER DANS LA « CHAÎNE »

*Ici se pose, en arrière du moteur, le tablier qui se fixe sur le châssis à l'aide de consoles métalliques ; le réservoir d'essence est mis en place sur le tablier.*

Le montage ou assemblage des châssis est une des curiosités caractéristiques de la fabrication des automobiles en grandes séries. Le procédé employé est celui dit « à la chaîne » parce que le châssis passe de mains en mains comme les seaux des pompiers lorsque l'on fait la chaîne pour alimen-

ter les pompes à incendie. Il a pour but de réduire au minimum la durée et la qualité de la main-d'œuvre. Comme nous le disons déjà plus haut, les équipes de monteurs ne procèdent, chacune et sans arrêt, qu'à la même série d'opérations, ce qui permet d'éliminer la grande majorité des spécialistes. Chaque ouvrier, en effet, faisant toujours le même travail, facilité par un outillage approprié, acquiert vite la dextérité qui pourrait lui manquer au début ; il arrive à travailler en quelque sorte par



LES DERNIÈRES ÉQUIPES ACHÈVENT DE GARNIR LE CHASSIS

*C'est simultanément que les équipes posent le tube de direction garni de son volant, le pot d'échappement et le radiateur avec ses raccords au moteur.*

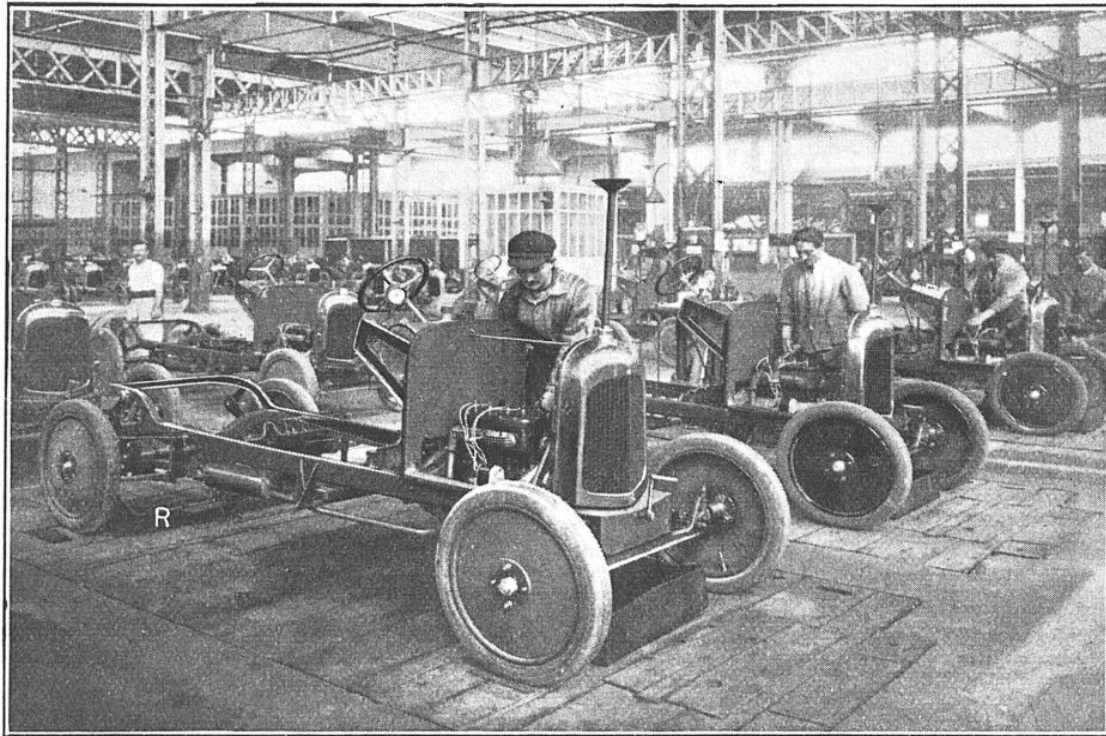


réflexe, automatiquement, et à donner ainsi le rendement maximum. Il est amené à travailler à l'égal d'une machine, d'une machine intelligente et consciente qui se plie et s'adapte également à des opérations successives ou simultanées d'ordres différents.

Mais cette organisation du travail ne donnera des résultats utiles et pratiques que si les différentes opérations successives confiées aux équipes peuvent être effectuées par celles-ci dans une même période de

monteurs n'auront-elles à utiliser qu'un nombre très restreint d'outils : clefs, marteaux, une perceuse électrique ; les ouvriers auront près d'eux, boulons, écrous, pattes d'attache, étriers, qui serviront à fixer aux longerons du châssis ses divers organes : essieux, ressorts, moteurs, direction, etc..

Le cadre du châssis nu arrive directement de l'atelier d'emboutissage. Les premières équipes qui le reçoivent mettent aussitôt en place les ressorts, l'essieu avant et le



SANS SORTIR DE L'USINE, LES CHASSIS SONT ESSAYÉS SUR UN APPAREIL A ROULEAU  
*Les roues arrière posées sur le rouleau R, le moteur est mis en marche. On règle alors le carburateur, l'allumage, les freins ; on exécute les changements de vitesse comme on le ferait sur la route.*

temps. Il est certain que si une équipe met seulement cinq minutes de plus que l'équipe précédente pour terminer son travail, il s'ensuivra un arrêt général de toute la chaîne, embouteillage derrière l'équipe retardataire, repos inutile et onéreux des équipes suivantes inoccupées pendant ce temps. Il faut donc calculer l'importance de chaque opération, de façon que toutes soient effectuées dans un temps minimum et que ce temps soit exactement le même pour chacune d'elles.

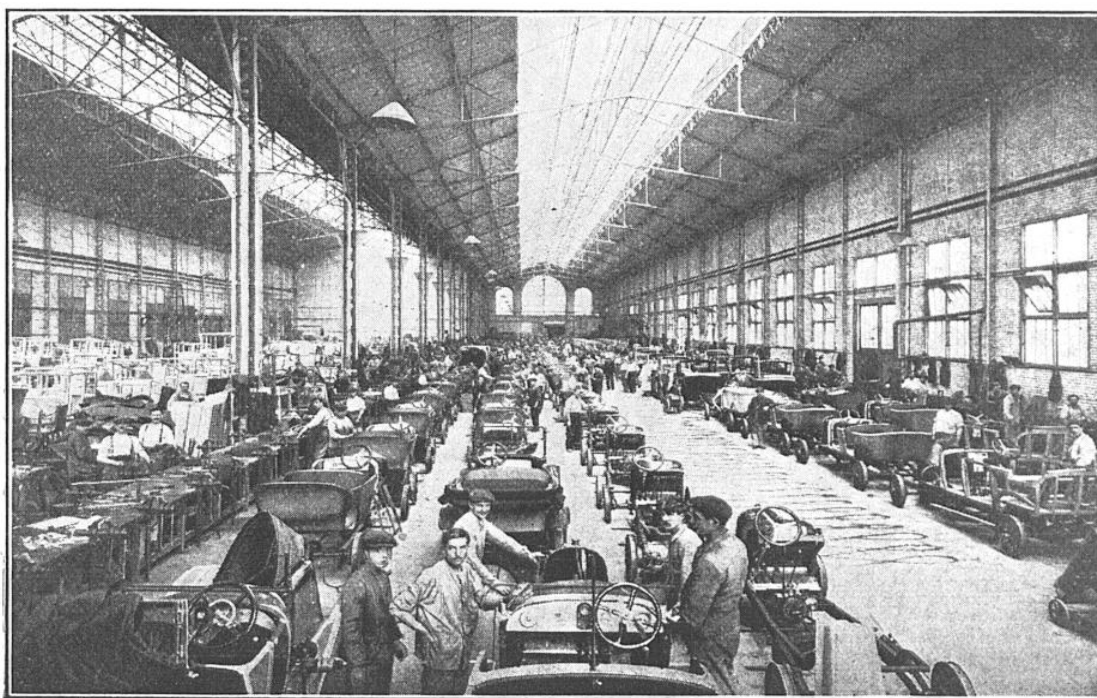
Les pièces, avons-nous déjà dit, arrivent à l'atelier d'assemblage terminées et prêtes à être mises en place ; aussi les équipes de

pont arrière ; essieu et pont sont munis de leurs roues sans pneumatiques. Le châssis, qui, désormais, peut se déplacer sur le sol, passe aux mains des équipes chargées de monter le moteur. Celui-ci, suspendu aux chaînes d'un palan, est amené de l'atelier d'usinage par un chariot aérien qui le porte au-dessus du châssis, juste à la place qu'il doit y occuper et où il est aussitôt boulonné. Le châssis s'engage alors sur un chemin de bois élevé de 40 centimètres environ au-dessus du sol, de façon à permettre à l'ouvrier de travailler aisément debout et d'atteindre plus facilement les parties





UN DES ATELIERS DE CARROSSERIE OU SE MONTENT LES CHASSIS EN BOIS



LES CARROSSERIES SONT GARNIES DE LEUR TOLE : C'EST LA FIN DE L'USINAGE  
*Cependant, la voiture est loin d'être complètement achevée ; de ce hall immense elle sera conduite aux ateliers de peinture où l'on procédera à sa première toilette.*

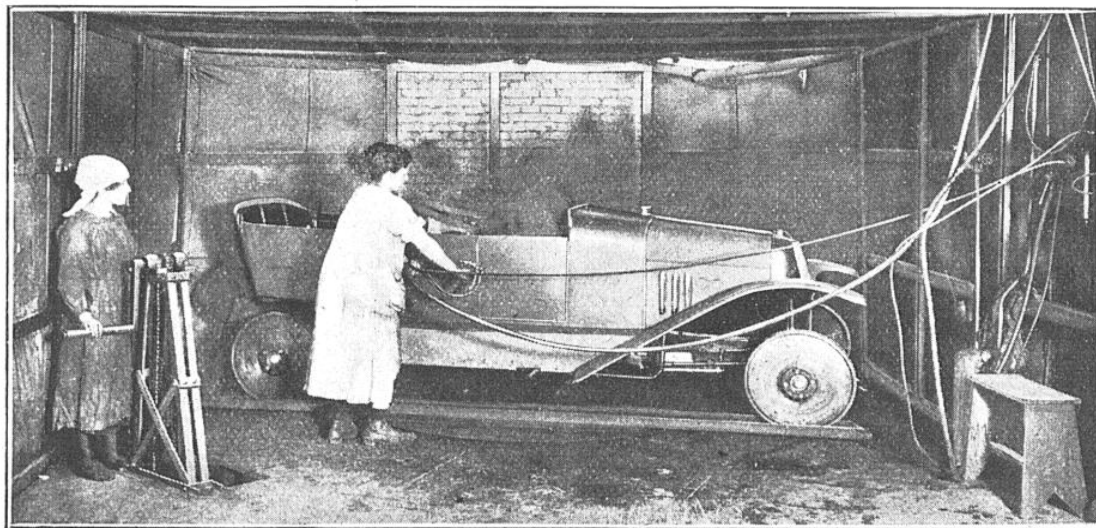


inférieures où il aura à poser l'arbre de transmission qui, par l'intermédiaire de cardans, relie le bloc moteur au pont arrière, puis le carter de tôle et le pot d'échappement. Une opération suivante comporte la pose du tablier et du réservoir d'essence; et, chaque fois, le châssis avance sur son chemin de bois jusqu'à ce que, enfin, ayant reçu sa direction, son radiateur et son capot, il termine sa course devant les derniers vérificateurs qui constatent que rien ne manque, que chaque opération a été convenablement effectuée, et qui prennent en note les numéros d'ordre que portent les différentes parties du châssis; ces numéros constituent en quelque sorte l'état civil du véhicule.

De l'assemblage, le châssis ainsi monté, muni de ses pneus, passe à la salle d'essais. Les roues arrière y sont placées sur un appareil à rouleau qui, fuyant sous celles-ci, actionnées par le moteur, représente la route. Donc, pas d'essais à l'extérieur. Le moteur tourne là pour la première fois; on fait à plusieurs reprises passer les vitesses, afin de constater le bon montage des engrenages. Cet appareil à rouleau est relié à des instruments enregistreurs qui indiquent le travail du moteur et du châssis à tous moments pendant l'essai; celui-ci a une durée continue de deux heures. Des observations et des comparaisons sont faites par les chefs de service compétents; elles permettent de parfaire la mise au point définitive. Le même appareil sert aussi au réglage des freins.

Après cet essai, le châssis terminé quitte définitivement les ateliers de mécanique pour passer aux mains des carrossiers. La carrosserie des voitures est réalisée en hêtre et en tôle d'acier. Le travail s'effectue d'après les mêmes procédés que ceux employés pour le montage des châssis. La caisse, d'abord construite en bois, est ensuite garnie de ses panneaux de tôle. Chaque châssis est confié à une équipe de deux ou trois ouvriers qui y fixent la caisse, puis il est poussé en avant pour le montage successif d'autres pièces de la carrosserie. Il reçoit les ailes fabriquées dans un atelier spécial d'estampage, les marchepieds; puis, ainsi complétées, mais ne possédant encore ni garniture, ni capote, ni aucun des accessoires intérieurs et extérieurs, les voitures sont roulées à l'atelier de peinture. Placées dans des cellules séparées, elles reçoivent trois couches de peinture qui sont appliquées par le procédé de la pulvérisation au moyen de pistolets à air, opération qui demande un certain tour de main, mais qui a l'avantage d'être rapide. Les voitures sont ensuite amenées dans des étuves spéciales, chauffées à la vapeur et installées à l'opposé des loges de peinture. Ces étuves sont doubles, placées l'une au-dessus de l'autre. Un monte-charge électrique dessert toute cette ingénieuse installation.

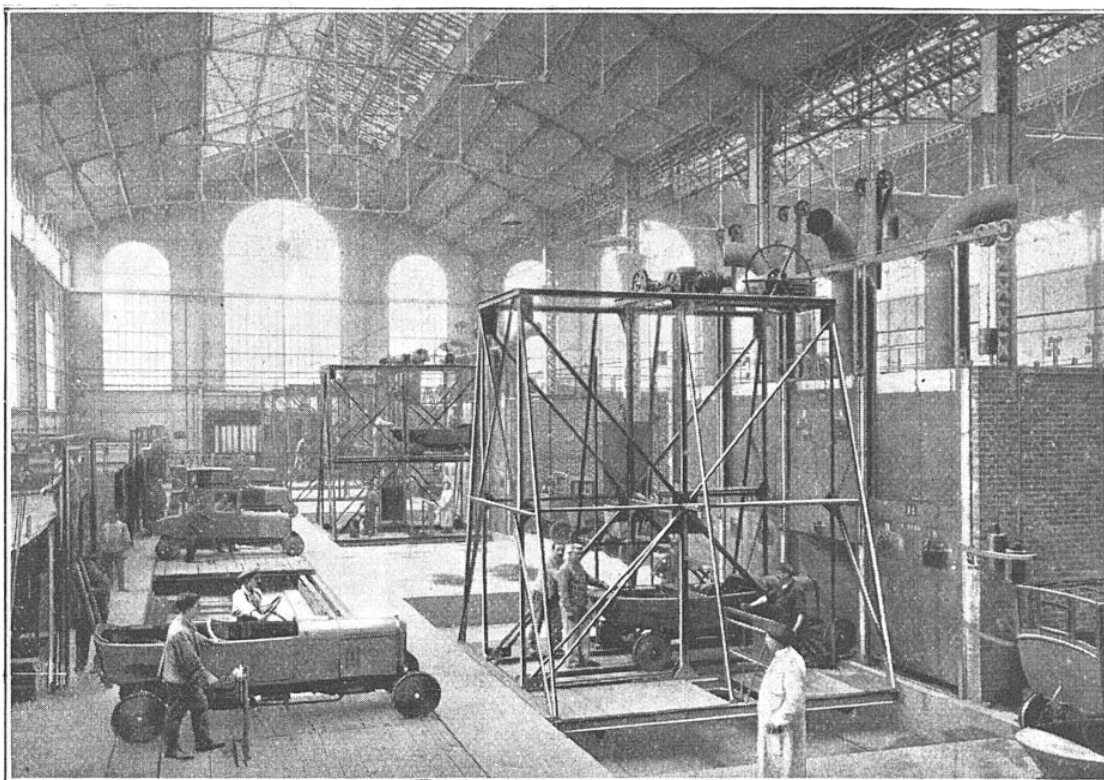
Les garnisseurs et les selliers procèdent alors à la pose des coussins, des cantines, des tapis, préparés d'avance en séries; on adapte, ici, les capotes des torpedos, là, les



NOUS SOMMES ICI DANS L'UNE DES LOGES DE L'ATELIER DE PEINTURE

*Sur la caisse nue, l'ouvrière, à l'aide du pistolet à air comprimé, projette successivement trois couches de peinture pulvérisée. Cette triple opération s'exécute avec une très grande rapidité.*





SALLE DES ÉTUVES POUR LE SÉCHAGE RAPIDE DES CARROSSERIES

*Au sortir des ateliers de peinture, la voiture est amenée par des planchers roulants et un ascenseur dans une étuve où elle séchera très promptement, puis elle passera au vernissage et à l'atelier de garnissage.*

portières et les glaces des carrosseries fermées. Enfin, le vernissage et une dernière vérification opérés, on délivre le bon de sortie. Les voitures sont prêtes à être livrées. Elles sont envoyées au magasin, constitué par une série de bâtiments, d'où elles partent soit pour la France, soit pour l'étranger.

Cette revue rapide, et forcément incomplète dans les détails, des différents services et ateliers que comporte une grande usine produisant un unique modèle à de très nombreux exemplaires, donne néanmoins une idée exacte de l'importance d'une pareille entreprise. C'est à une vingtaine d'hectares au moins qu'il faut évaluer sa superficie entièrement couverte de bâtiments clairs, aérés, groupés et disposés suivant la marche des opérations. Quelques milliers d'ouvriers sont nécessaires pour cette production intensive qui peut arriver à mettre sur le marché trente mille voitures par an. Et il est encore d'autres salles immenses que nous n'avons pas citées et qui sont non moins indispensables que les autres. Ainsi, la salle des chaudières à vapeur qui ne servent pas

seulement à la fabrication elle-même, mais aussi au chauffage des ateliers et bâtiments durant l'hiver, à l'alimentation en vapeur des étuves pour le séchage après peinture des carrosseries, pour le chauffage des bains d'émaillage et des cuves de décapage.

Un nombreux personnel administratif est aussi le complément obligatoire d'une entreprise de telle envergure et de vastes locaux sont nécessaires pour l'abriter. Enfin, pour maintenir un contact permanent avec le monde entier, une publicité intense s'impose qui utilisera les moyens les plus sûrs et les plus nouveaux, les catalogues luxueux, la grande voix de la presse, l'affiche, le film et même les inscriptions dans les airs en lettres de fumée tracées par des avions. Quelle organisation sévère exige la bonne marche de cet outillage colossal, quelle surveillance réclame cette petite armée d'ouvriers qui, du plus modeste au plus haut placé, ont chacun leur poste dans ce combat pour la plus grande production !

PAUL MEYAN.

Les photographies qui illustrent cet article ont été prises dans les usines Citroën, à Paris.



## UN NOUVEAU RÉCHAUD CATALYTIQUE

**S**UR les données que nous avons déjà eu l'occasion de décrire ici, concernant le chauffage par catalyse, un nouveau réchaud vient d'être imaginé et construit d'après le procédé de M. Louis Lumière,

membre de l'Institut. Nous rappellerons en deux mots, le dispositif de ce genre d'appareil, dont la lanterne du mineur fut une des premières applications : une spire de platine qui, introduite dans un mélange d'air et de gaz combustible (hydrogène ou oxyde de carbone) reste incandescente tant que ce mélange est renouvelé, et ne subit, du fait de la combustion, aucune altération. La catalyse est, en somme, un phénomène qui consiste en ce que plusieurs corps en présence se combinent ou se séparent sous l'influence d'un corps particulier ne prenant aucune part à la réaction qui se produit.

Ce nouveau réchaud, dont la surface chauffante peut s'élever jusqu'à 250 degrés, se compose d'un premier réservoir *A* terminé à sa partie supérieure par un tronc de cône sur lequel repose une chambre *B* de forme tronconique également. Cette chambre renversée par rapport au réservoir inférieur, porte elle-même sur sa plus grande base, un tapis d'amiante *G* imprégné de sel de platine. Le réservoir *A* est rempli d'un corps spongieux, en l'espèce du coton en nappe, que l'on imbibe d'essence à saturation. Dans ce réservoir, plonge une mèche *M* qui permet l'évaporation des vapeurs d'essence dans la chambre *B*, où elles se trouvent en contact avec l'amiante platinée qu'elles portent à l'incandescence. Il y a donc ainsi combustion sans flamme et radiation dont l'activité se maintiendra tant

que le réservoir *A* contiendra du carburant. Un léger chauffage est nécessaire pour amorcer l'appareil et produire les premières vapeurs d'essence qui donnent naissance à la réaction. Il suffit de verser sur le tapis

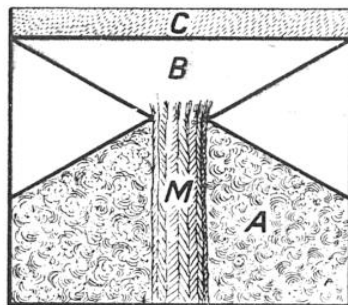
d'amiante quelques gouttes d'alcool que l'on enflamme et qui se consomment rapidement. Le rendement de l'appareil est maximum du fait que l'essence est complètement décomposée, sans résidus, sans odeur, développant sans aucune perte l'intégralité des 11.000 calories environ qui représentent son pouvoir calorifique théorique. Pour éteindre le réchaud, il suffit de le recouvrir d'un couvercle qui le ferme hermétiquement. Privé d'air, le tapis catalytique perd son activité et cesse de produire sa chaleur.

Les applications de ce principe sont nombreuses et le réchaud peut servir pour le chauffage des appartements, de l'intérieur d'un cabinet de toilette, aussi bien que pour les chauffe-plats dont nous reproduisons ci-dessous un modèle.

Par les froides nuits d'hiver, les automobilistes apprécieront ce mode de chauffage qui peut les garantir contre le gel dont les radiateurs sont trop souvent victimes. Un petit réchaud portatif, établi d'après le principe que nous venons de décrire, peut fonctionner pendant vingt-quatre heures. Si on le place, le soir venu, sous le capot

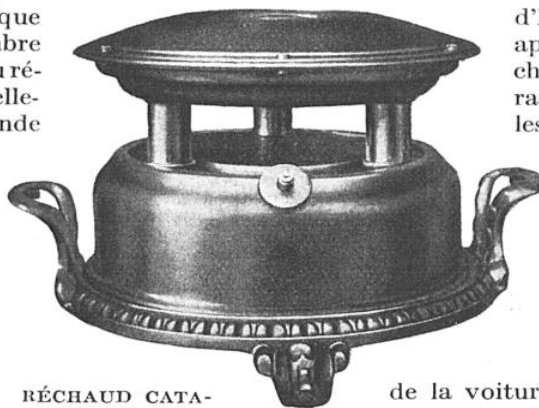
de la voiture, à côté des cylindres du moteur, il entretiendra une température suffisante pour parer à tous

les accidents possibles, conséquences de la congélation de l'eau ; il empêchera aussi l'huile de figer dans les paliers et les articulations et facilitera ainsi le matin, la mise en marche souvent difficile du moteur.



COUPE SCHÉMATIQUE DE L'APPAREIL

*A, réservoir garni de coton en nappe ; M, mèche d'évaporation ; B, réservoir vide supportant un tapis d'amiante platiné C.*



RÉCHAUD CATALYTIQUE POUR LA TABLE



# LA CRYPTOGRAPHIE ET LES MACHINES A CRYPTOGRAPHIER

Par le Lieutenant-colonel GIVIERGE

**I**L n'est personne, à notre époque, qui ne s'intéresse à la télégraphie et à la téléphonie sans fil. Les installations officielles d'émission se multiplient en nombre et en puissance. Les postes de réception, sous forme d'appareils destinés à l'écoute de concerts ou de renseignements météorologiques, sont maintenant d'une vente courante. On envisage la liaison téléphonique par ce procédé, entre particuliers. Dans certains pays, l'administration des télégraphes ne pose plus de fils, et emploie la radiotélégraphie pour transmettre aux destinations les dépêches privées qu'on lui confie.

En dehors des recherches d'ordre technique faites dans le but de gêner l'écoute elle-même, un des procédés pour la conservation du secret des communications consiste dans l'emploi de la *cryptographie*, ou des dépêches chiffrées, passées soit par T. S. F., soit par téléphone. L'utilisation d'un langage secret ou conventionnel permet, en effet, de réserver aux détenteurs de la clef de ce langage la connaissance du sujet porté au loin par

les ondes hertziennes à travers l'espace.

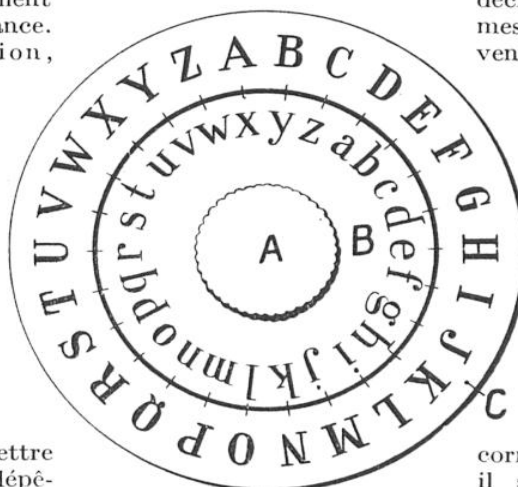
Mais l'emploi de la cryptographie soulève encore des objections. Le chiffrement et le déchiffrement des télégrammes sont considérés, et souvent avec raison, comme des

opérations fastidieuses et délicates. D'autre part, des publications récentes, en particulier les polémiques de presse au sujet de certaines questions politiques, diplomatiques ou militaires, n'ont pas laissé ignorer au public l'existence de services spéciaux, officiels ou privés, ayant pour objet la traduction des

correspondances chiffrées, et il semble résulter de ces polémiques que pas mal de cryptogrammes, même des documents d'Etat, qui auraient dû être chiffrés avec les meilleures méthodes et avec le plus grand soin, ont été traduits par des étrangers, et les ont éclairés sur des projets ou des espoirs qui

auraient dû rester rigoureusement secrets. La cryptographie, moyen compliqué, n'aurait donc pas été un moyen sûr de protection.

Un bon remède aux vices de la cryptographie semble être actuellement offert par



CADRAN POUR CHIFFRER

A, bouton moleté permettant de faire pivoter le petit cadran portant l'alphabet mobile B autour d'un axe fixé au centre du cadran portant l'alphabet fixe C. On peut ainsi faire varier la correspondance des alphabets.

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J | K | L | M | N | O | P | Q | R | S | T | U | V | X | Y | Z |
| a | b | c | d | e | f | g | h | i | j | k | l | m | n | o | p | q | r | s | t | u | v | x | y | z |

RÉGLETTÉ DITE DE SAINT-CYR ET SON COULISSEAU (AU CENTRE)

En promenant, suivant une loi convenue, l'alphabet du coulisseau devant l'alphabet de la règle, on obtient des correspondances différentes entre les lettres du texte clair (majuscules) et celles qui les représentent dans le cryptogramme, ou message chiffré.

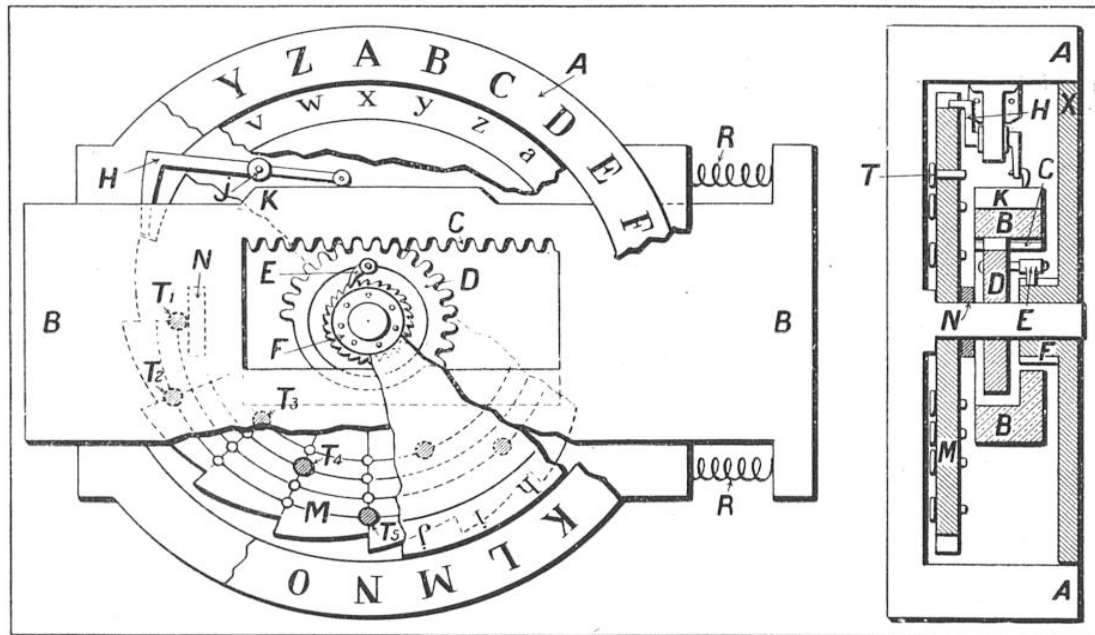


les machines à cryptographier, dont plusieurs types intéressants et vraiment ingénieux ont été brevetés depuis quelques années.

Avant d'expliquer comment ces machines fonctionnent et quels sont leurs avantages, nous croyons utile d'exposer brièvement quelques principes de cryptographie.

Le public est surtout habitué à l'emploi des codes ou dictionnaires chiffrés. Ce sont des répertoires où figurent, en face des

le même code Veslot nous permet d'envoyer à un correspondant, par le seul groupe, taxé pour un mot, *liraxconex*, la phrase : « En me référant à ma dernière lettre, j'ai encore à ajouter que je vous remercie de la complaisance que vous avez montrée dans cette affaire ». Mais le grand nombre de codes vendus dans le commerce assure déjà un certain secret aux correspondants, à cause de l'incertitude qui peut régner sur le docu-



CADRAN AUTOMATIQUE POUR CHIFFRER, VU EN PLAN ET EN COUPE

A, bâti de l'appareil portant un alphabet circulaire et un axe central ; B, poussoir entraînant par la crémaillère C la roue dentée D, qui, elle-même, à l'aide du cliquet E, fait tourner (en sens direct seulement) la roue F solidaire du cadran mobile X ; (le poussoir B, ramené par les ressorts R, ne fait pas tourner E dans son trajet de retour) ; N, butée fixée à B, et limitant son mouvement vers la gauche, et par conséquent la rotation de D, de F et de X ; T<sub>1</sub> T<sub>2</sub> etc., chevilles fixées à volonté dans les trous d'une roue M et arrêtant la butée N. La roue M avance d'un angle constant après chaque effort sur B, grâce au cliquet H basculant autour de l'axe j, quand il est mû par la portée K de B.

mots de la langue ou de phrases usuelles, des groupes de lettres ou de chiffres. L'emploi de ces dictionnaires est souvent commandé par une simple raison d'économie : un groupe de cinq chiffres, en effet, est taxé pour un mot. Il est donc plus économique de faire transmettre le groupe 21419 que la phrase : « Nous regrettons l'erreur commise dans... », que ce groupe représente dans le code Veslot, et qui comprend six mots. Bien plus, comme l'administration ne taxe que comme un mot un groupe de dix lettres, quand ces lettres forment un ensemble à peu près prononçable, les codes renferment souvent des groupes de lettres au lieu de groupes de chiffres, et

ment employé pour chiffrer, et certaines firmes ont, d'ailleurs, des dictionnaires établis pour elles seules, dont elles confient des exemplaires à des personnes sûres, et qui ne sont pas à la disposition des tiers.

En dehors des dictionnaires, il existe des procédés de cryptographie, parfois désignés sous le nom de *systèmes alphabétiques*, où les cryptologues travaillent directement sur les lettres ou les syllabes de la phrase en clair. Les procédés employés dans cet ordre d'idées peuvent rentrer dans deux grandes catégories : *transposition* et *substitution*.

Dans les systèmes de transposition, les lettres du texte conservent leur persona-



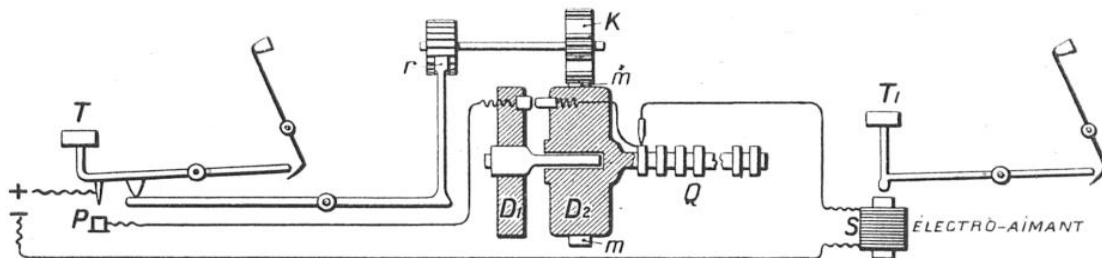
lité propre : A reste A, B reste B, mais l'ordre des lettres dans le texte est mélangé de telle sorte que la physionomie de la phrase ne soit plus reconnaissable. Le mot PARISIEN, par exemple, sera écrit IIAENSRP. La clef du système est la convention qui permet de replacer les lettres dans l'ordre. Cet ordre est souvent indiqué par une clef littérale, mot ou phrase convenue entre les correspondants et dont on numérote les lettres suivant l'ordre de l'alphabet pour indiquer l'ordre de relèvement des colonnes.

De tels systèmes peuvent être combinés à l'infini. Il suffit d'un procédé simple pour fixer l'ordre de relèvement des lettres.

Dans les systèmes de *substitution*, les

ces *substitutions simples à représentation unique* dans les romans, le *Scarabée d'or*, d'Edgar Poe, les *Hommes dansants*, de Conan Doyle, etc... La traduction, qui est généralement assez facile, est basée sur ce que, dans la plupart des langues, la lettre qui se présente le plus souvent est l'E. On admet donc que le caractère le plus fréquent représente l'E du clair. Partant de cette hypothèse, on s'appuie sur certaines remarques faites dans chaque langue sur les alliances de lettres qui se produisent le plus souvent pour deviner aisément d'autres lettres.

On peut avoir plusieurs caractères ou plusieurs groupes de chiffres pour représenter une même lettre du clair. Ainsi, A



COUPE SCHÉMATIQUE D'UNE MACHINE A CHIFFRER

T, touche d'une machine à écrire sur laquelle on frappe le clair ; P, plot recevant à ce moment le courant de la pile ; D<sub>1</sub>, disque fixe portant des plots disposés en cercle, chacun d'eux laissant passer le courant dans un des plots du disque mobile D<sub>2</sub> ; Q, série de bagues reliées chacune à un plot de D<sub>2</sub>. Le courant passe par la bague, un balai et un fil et actionne l'électro S agissant sur la touche T<sub>1</sub> qui fait imprimer la lettre du cryptogramme ; r, roue à rochet avançant d'une dent quand on frappe T et entraînant K, roue à engrenage irrégulier, faisant tourner D<sub>2</sub>, par l'intermédiaire de la denture m, suivant une loi donnée.

caractères du texte clair sont remplacés par d'autres caractères, au besoin des dessins inventés, ou des lettres d'un alphabet étranger, ou des groupes de lettres ou de chiffres. On peut se contenter d'un tableau de remplacement ou substitution d'après lesquels une lettre du clair est remplacée par un seul caractère du cryptogramme, toujours le même, et où un caractère du cryptogramme représente toujours la même lettre du texte, comme ci-après :

|   |   |   |   |   |   |   |   |   |   |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| A | B | C | D | E | F | G | H | I | J |
| b | e | k | p | i | t | c | u | l | d |
| K | L | M | N | O | P | Q | R |   |   |
| r | f | a | m | g | q | v | w |   |   |
| S | T | U | V | W | X | Y | Z |   |   |
| x | s | z | n | h | o | y | j |   |   |

On écrira, par exemple, le mot ATTAQUE : *bssbzzi*, l'A du clair étant remplacé par *b* du cryptogramme, t du clair par *s* du cryptogramme, etc... Et alors *s* du cryptogramme représentera toujours un t du clair, *b*, un A, etc... On trouvera de nombreux exemples de

peut être remplacé par 14 ou par 22 ou par 38 ; B, par 16 ou 18 ou 96. Mais si 14, 22 ou 38 représentent toujours A, etc..., la substitution qui est dite *simple à représentations multiples*, bien que beaucoup plus compliquée qu'une substitution à *représentation unique*, constitue un système encore souvent résolu par les cryptologues entraînés.

Il existe d'autres systèmes, ceux qu'on appelle des *substitutions à double clef*, où un caractère donné du cryptogramme ne représente pas toujours la même lettre du clair et où, par suite, on ne peut pas s'appuyer sur les fréquences pour décrypter. Formons, par exemple, plusieurs tableaux ou listes de substitution simple, l'une, que nous appellerons la liste ou alphabet B, où A clair sera représenté, comme ci-dessous, par *b* du cryptogramme, B, par *c*, C, par *d*, etc...

|   |   |   |   |   |   |   |   |                |
|---|---|---|---|---|---|---|---|----------------|
| A | B | C | D | E | F | G | H | (clair)        |
| b | c | d | e | f | g | h | i | (cryptogramme) |

une autre, que nous appellerons la liste ou alphabet C, où A du clair sera remplacé par *c*



dans le cryptogramme, B, par *d*, c, par *e*, etc...

A B C D E F G H (clair)  
c d e f g h i j (cryptogramme)

et ainsi de suite, suivant la même loi, chaque alphabet étant désigné par la lettre qui correspond à A du clair, et les autres lettres suivant dans l'ordre de l'alphabet.

Décidons de chiffrer la première lettre du clair avec l'alphabet B, la deuxième, avec l'alphabet C, la troisième, avec l'alphabet D, puis la quatrième avec l'alphabet B, la cinquième avec C, la sixième avec D, ainsi de suite, en employant pour cette opération trois listes de substitution simple.

Le mot ATTAQUONS sera chiffré *bvæbsæppv*. On voit que les deux A sont chiffrés avec la même lettre *b*, parce que tous deux sont été chiffrés avec le même alphabet de substitution, mais les deux T sont représentés par les lettres *v* et *æ*, et *v* représente une fois T et une fois S.

Dans la cryptographie antérieure aux machines, on utilisait ordinairement ces systèmes en employant des clefs ou mots convenus qui indiquaient, par l'ordre des lettres, l'ordre dans lequel on employait les alphabets. De bonne heure, on chercha à simplifier ces chiffrements par l'emploi d'appareils relativement peu compliqués.

On utilisa d'abord la réglette de Saint-Cyr. Figurons-nous deux réglettes accolées. Sur l'une est écrit l'alphabet en clair dans son ordre ordinaire, sur l'autre, un alphabet où les lettres peuvent se trouver dans un ordre quelconque, mais pour nous faire comprendre et nous servir de ce que nous avons dit plus haut, nous prendrons, pour ce deuxième alphabet, la série *a b c d e f*...

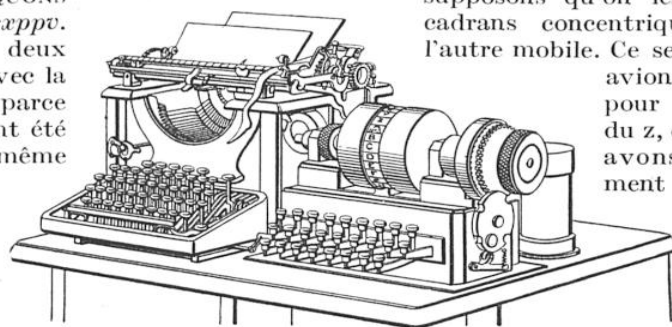
Dans une position initiale, A de l'alphabet du clair étant en face de *a* de l'alphabet de la deuxième réglette, c'est-à-dire de l'alphabet du cryptogramme, B sera en face de *b*, c, de *c*, z, de *z*. Poussons la deuxième règle d'une lettre à gauche, A sera en face de *b*, B, de *c*, etc... et nous aurons la même correspondance entre la lettre du clair, lue sur la

première règle et la lettre du cryptogramme (celle qui lui correspond sur la deuxième règle) que dans l'alphabet de substitution *b* indiqué plus haut. (Voir la figure page 223).

En poussant encore la règle d'une lettre à gauche, on aura la substitution de l'alphabet *c*, etc... L'alphabet à prendre pour chiffrer, indiqué par la clef, sera obtenu en amenant la lettre de la clef, lue sur la deuxième règle, en face de l'A de la première règle. On chiffrera alors la lettre du clair correspondante en lisant cette lettre sur la première règle et en cherchant sur la deuxième règle la lettre qui lui correspond exactement.

Au lieu d'écrire les lettres sur deux règles, supposons qu'on les écrive sur deux cadrans concentriques, l'un fixe et l'autre mobile. Ce sera comme si nous avions courbé nos règles pour amener l'A à côté du z, et tout ce que nous avons dit précédemment s'applique encore.

Les méthodes de décryptement de tous ces systèmes reposent sur la recherche de la longueur de la clef. Si, en effet, la clef est de cinq lettres, on sait que les première, sixième et onzième lettres



MACHINE A CRYPTOGRAPHIER ANGLAISE, BREVETÉE PAR LA « PATENT DEVELOPING CY. »

*Les touches d'une des machines à écrire, sur laquelle on frappe le clair, envoient seulement le courant électrique dans des électro-aimants faisant mouvoir les touches et, par suite, les caractères de l'autre machine. Un disque à plots modifie la correspondance entre la touche frappée et l'électro-aimant imprimeur.*

sont chiffrées avec un même alphabet de substitution simple, et dans chacun de ces alphabets, il y a des chances pour que le caractère le plus fréquent corresponde à E du clair. Il est donc d'un intérêt primordial de connaître la longueur de la clef, ou, autrement dit, le nombre de lettres après lequel les alphabets sont repris dans le même ordre, c'est-à-dire la période du cryptogramme. Or, on constate que, plus la période est longue, plus elle est difficile à déterminer. Avec des mots ou des phrases-clefs, les périodes ont ordinairement une longueur définie, mais, avec les cadrans, on peut obtenir mécaniquement des périodes extrêmement longues, et c'est cette possibilité que se sont efforcés d'appliquer beaucoup d'inventeurs de machines à chiffrer.

On conçoit, en effet, que l'on puisse commander le mouvement du cadran mobile par rapport au cadran fixe par un système d'engrenages. Si l'on déplace le cadran d'un angle égal après qu'on a chiffré chaque lettre, et que ce déplacement amène un décalage



d'une lettre, faisant succéder la disposition correspondante à l'alphabet C de notre exemple précédent à la disposition correspondant à l'alphabet B, puis faisant apparaître la disposition D, puis E, etc... on aura épuisé, au bout de vingt-six déplacements, toutes les dispositions correspondant à toutes les positions possibles de l'alphabet et on retombera sur la première position, qui sera suivie des autres dans le même ordre ; on aura une période de 26. Si l'on déplace le cadran mobile de deux lettres, passant de la disposition B à la disposition D, puis F, etc., on retombera sur la première au bout de treize déplacements : période de 13. Si on fait des déplacements inégaux, d'une lettre, deux lettres, trois lettres après le chiffrement de chaque caractère, on aura naturellement des périodes plus ou moins longues.

Le maniement du cadran à la main, lorsque la période des déplacements suit une loi compliquée, est malaisé et sujet à erreur, mais avec une machine, on peut augmenter sans danger la période. La figure page 224 représente un appareil de ce genre. Un poussoir entraîne le cadran mobile d'un nombre de lettres dépendant de l'enfoncement de ce poussoir (une, deux, trois lettres, etc...). Cet enfoncement est limité par la rencontre d'un taquet N avec une cheville T. Chaque fois qu'une lettre a été chiffrée, le mouvement du poussoir fait tourner un disque sur lequel des chevilles  $T_1$ , etc. sont plantées, au gré des correspondants, si bien que l'enfoncement du poussoir varie à chaque lettre.

Jusqu'à ces dernières années, on considérait comme suffisant pour la sécurité l'emploi de ces systèmes, dont certains sont déjà extrêmement difficiles à étudier, lorsqu'on n'a pas un grand nombre de cryptogrammes faits avec la même clef. Au cours de la guerre, à la suite sans doute de fuites, révélant l'activité des décrypteurs, on employa couramment des combinaisons de deux des systèmes que nous devons décrire. Ainsi, après avoir chiffré avec un dictionnaire, on fit subir à la série de nombres obtenus des substitutions ou des transpositions ayant pour but de masquer les groupes primitifs et de rendre inutile pour l'ennemi la possession d'un dictionnaire obtenu par trahison. On

mélangea, par une transposition, les lettres d'un cryptogramme obtenu par une substitution. Ou encore, on chiffrà une deuxième fois avec un cadran et une nouvelle combinaison de déplacements un texte chiffré une première fois avec le cadran que nous reproduisons à la page 223. Dans ce dernier cas, l'analyse des opérations montre que si la période du premier chiffrement est  $n$ , celle du deuxième  $n$ , le cryptogramme obtenu de la sorte présente une période de  $n \times n$ .

Ces chiffrements où l'on superpose deux procédés n'assurent encore pas une sécurité absolue, et, grâce aux conditions particulières où se produit le trafic des cryptogrammes par T. S. F. en temps de guerre, aux ressources de l'espionnage, à l'emploi, pour des chiffrements très nombreux et très rapides, d'un personnel mal instruit, à l'habileté et à l'entraînement enfin de cryptologues sélectionnés, certaines puissances possédèrent la traduction de correspondances chiffrées avec des systèmes de cette nature.

Une bonne solution du problème de la sécurité des chiffrements réside dans l'accumulation des opérations successives allongeant les périodes de telle sorte qu'une même

suite de lettres du clair ne soit jamais, dans un même cryptogramme ou dans des cryptogrammes successifs, chiffrée par la même suite de caractères (ce qui se produirait si, la première lettre de chaque suite étant chiffrée avec le même alphabet de substitution, les suivantes trouvaient les mêmes alphabets se succédant dans le même ordre). Or, ce qu'il est malaisé de demander à l'homme, la machine nous le fournit sans difficulté, comme nous allons le voir.

Le système à cadran, par exemple, sur lequel nous nous sommes étendus, a donné lieu à des brevets où il est réalisé de la manière suivante : aux vingt-six touches d'une machine à écrire sont reliés, par des fils électriques, vingt-six plots disposés en cercle, à intervalles égaux, sur un disque isolant, qui correspondent aux vingt-six lettres du cadran fixe dont nous avons parlé plus haut. Au contact de ce disque fixe se trouve un disque analogue avec vingt-six plots au contact des vingt-six plots précédents. Des fils partent de ces plots, et,

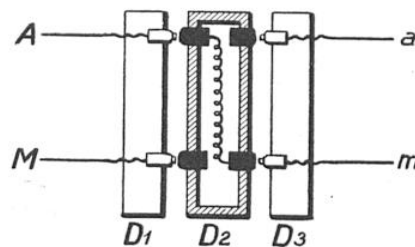


SCHÉMA DU DISQUE MOBILE A CONNEXIONS CROISÉES

*Le courant venant de la touche frappée A ne va pas par le fil a à l'électro-aimant qui imprime la lettre a ; un fil, à l'intérieur du disque  $D_2$ , le mène à un autre plot, qui est ici celui qui correspond à l'aimant imprimeur de m.*



en passant par un dispositif qui permet à l'appareil de tourner sans gêner les connexions électriques, aboutissent à des aimants faisant mouvoir les leviers portant les caractères imprimeurs de la machine à écrire. Dans une position initiale du disque mobile, et pour un dispositif donné de plots, supposons qu'en frappant la touche A, nous fassions imprimer *a*, en frappant B, *b*, etc... Faisons tourner d'une lettre le disque mobile. En frappant A, nous imprimons *b*, en frappant B, *c*, etc... C'est donc bien le système à cadran que nous avons considéré. Le mouvement du disque mobile est réglé par un équipement d'engrenages qui le fait tourner, après qu'on a imprimé chaque lettre, d'un angle correspondant, soit à une, soit à deux, soit à *x* lettres. La loi de ce mouvement peut être très compliquée, et les organes mécaniques la reproduiront sans erreurs, tandis qu'avec un cadran mû à la main, les erreurs pouvant être fréquentes.

En appliquant le même principe, on a employé des disques mobiles portant des plots sur les deux faces, mais les connexions entre les plots de la face antérieure et ceux de la face postérieure sont réalisées de telle manière que les séries des plots de ces deux faces constituent des alphabets différents. Un plot d'une face correspond, par exemple, avec celui qui se trouve à deux lettres plus loin, son voisin correspond à celui qui se trouve à six lettres. Il y aurait donc, même sans rotation, substitution des lettres ; avec la rotation, la substitution change constamment et le chiffrement se complique.

La période de tels systèmes peut facilement être augmentée. Au lieu de ne mettre qu'un disque mobile, on peut en juxtaposer plusieurs : l'action du premier sera modifiée par le second de la même manière que si l'on avait fait deux chiffrements successifs. Si le premier substituait à la lettre du clair celle qui la suit à deux rangs, par exemple,

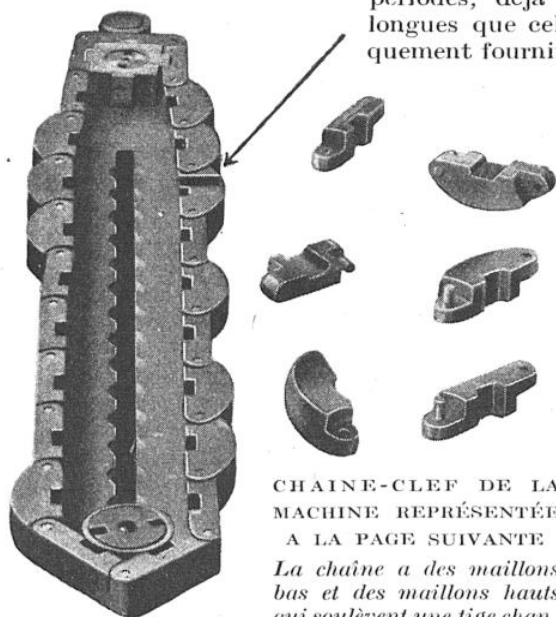
et que le deuxième substitue à la lettre qu'il reçoit du mécanisme celle qui suit cette dernière à trois rangs, il n'importera pas au résultat que l'opération qui décale la lettre du clair de  $2 + 3$  soit faite d'abord avec une impression intermédiaire de cette lettre  $+ 2$ , comme on l'aurait fait avec un cadran à main ordinaire, puis avec un nouveau chiffrement ajoutant 3 à ce décalage, ou que toute l'opération du décalage de 5 se fasse instantanément à travers la machine.

Un autre équipement d'engrenages réglera le mouvement du deuxième disque. Les deux périodes, déjà individuellement plus longues que celles que pouvait pratiquement fournir le cadran à main, se multiplient l'une par l'autre. On peut mettre autant de disques que l'on veut. Au lieu de laisser les connexions dans un ordre régulier tel que les lettres, quand tous les disques sont à une position initiale, se succèdent dans l'ordre de l'alphabet, on peut croiser ces connexions de manière que le disque qui reçoit un *a* donne un *m* et donne pour B, non pas *n* mais *k*, par exemple. (Lorsque les listes de substitution sont brouillées, le décryptement est plus difficile). On arrive ainsi à des périodes et à des mé-

langes qui semblent rendre les cryptogrammes pratiquement intraduisibles.

Nous avons décrit ici le principe sur lequel ont été basés un certain nombre de types de machines. Elles impriment le texte cryptographié, et, en général et comme vérification, impriment aussi le texte clair sur une autre bande de papier, par le fonctionnement de la première partie de l'appareil comme machine à écrire simple. De telles machines donnent des cryptogrammes que l'on peut théoriquement considérer comme indéchiffrables, mais à la condition que les correspondants soient maîtres d'éléments, tenus par eux secrets, qui empêchent tout possesseur d'une machine de même type de traduire leur correspondance.

Il faut donc que tous les appareils sor-



CHAÎNE-CLEF DE LA MACHINE REPRÉSENTÉE A LA PAGE SUIVANTE

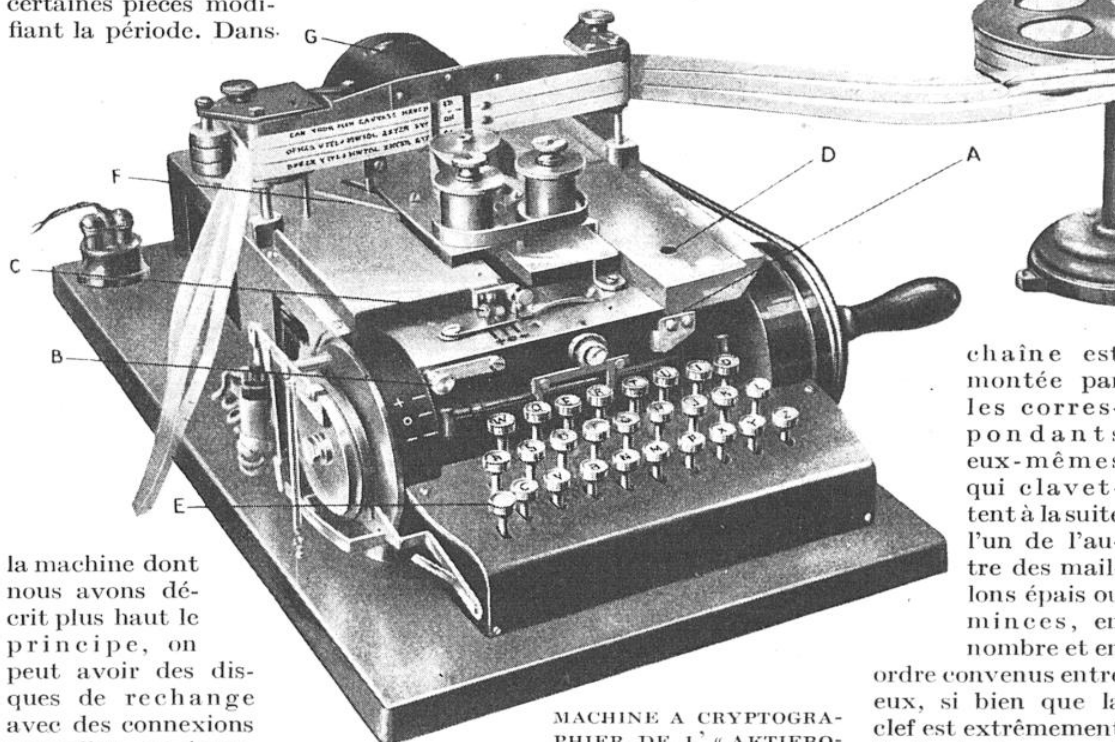
*La chaîne a des maillons bas et des maillons hauts qui soulèvent une tige changeant le sens du mouvement de l'organe dont la fonction est d'assurer la correspondance du texte clair au texte chiffré.*



tant de l'usine ne soient pas obligés de chiffrer un même texte de la même manière, sans quoi la possession par l'ennemi d'une machine de la firme ferait tomber le secret.

Généralement, les correspondants disposent de la position initiale de certains organes, et la variation du point de départ du chiffrement suffit à modifier profondément le cryptogramme. Parfois, ils peuvent, de plus, changer la loi du mouvement de certaines pièces modifiant la période. Dans

bas de la denture lorsqu'il est à une position donnée, en haut (ce qui fait tourner la denture en sens contraire) quand il est à une deuxième position où il se trouve soulevé par rapport à la première. Or, la partie inférieure de cet arbre repose sur un guide, sous lequel passent successivement des maillons d'une chaîne, maillons d'épaisseur inégale, soulevant l'axe ou le laissant retomber. Cette



la machine dont nous avons décrit plus haut le principe, on peut avoir des disques de rechange avec des connexions nouvelles, ou intervertir l'ordre des disques, ou bien encore modifier les équipages d'engrenages, ce qui change la loi.

Mais, ces changements peuvent être assez compliqués à faire. Il y a dans certains brevets, à ce point de vue, des dispositions extrêmement ingénieuses, permettant aux correspondants de faire leur *clef* sans aucune difficulté. Nous citerons, par exemple, le dispositif suivant: les organes qui jouent le rôle du cadran mobile, au lieu d'avoir un mouvement dirigé toujours dans le même sens, peuvent tourner en avant ou en arrière, suivant que les pignons d'angle, portés par un certain arbre, engrènent avec la partie supérieure ou avec la partie inférieure d'une denture circulaire portée par ce cadran mobile sur sa tranche. L'arbre engrène en

chaîne est montée par les correspondants eux-mêmes qui clavettent à la suite l'un de l'autre des maillons épais ou minces, en nombre et en

ordre convenus entre eux, si bien que la *clef* est extrêmement facile à former, et peut être transmise en tête de chaque télégramme au moyen d'une convention simple faisant con-

naître la succession de maillons adoptée pour ce cryptogramme. On obtient ainsi des machines à cryptographier qui semblent répondre aux conditions fondamentales exigées pour la sécurité de la correspondance.

Les machines dont nous venons de décrire le principe sont assez encombrantes. On a pour les usages militaires, par exemple, cherché à réaliser des appareils portatifs; la figure de la page 230 représente ainsi un cryptographe basé sur le principe des mouvements en sens contraire avec la chaîne-*clef*. La lettre du clair figure sur une règle A que l'on manœuvre au moyen d'une poignée de manière à amener cette lettre en

MACHINE A CRYPTOGRAPHIER DE L'« AKTIEBOLAGET CRYPTOGRAPH »  
*L'appareil imprime un exemplaire du clair et deux du cryptogramme, par exemple, un pour l'expédition et un pour les archives. Il est basé sur le principe appliqué dans la figure de la page 230.*



face d'un repère *R*. En même temps, par l'intermédiaire d'un fil de traction, on fait mouvoir un cylindre portant des alphabets et se déplaçant devant la fenêtre *B* où apparaît la lettre du cryptogramme. Une chaîne-clef à maillons épais ou minces a pour effet de modifier, suivant la convention qu'elle rend concrète, le sens des mouvements de la bande et, par suite, la lettre correspondant à une lettre du clair.

Il est à remarquer qu'un grand nombre de machines ne donnent pas des cryptogrammes aussi compliqués que ceux dont nous venons d'examiner la formation.

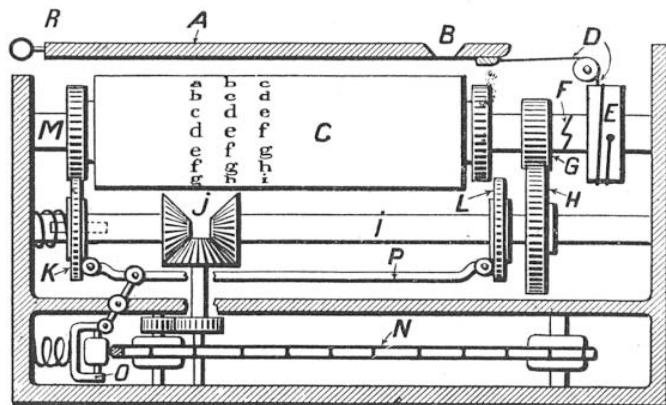
Certaines d'entre elles se contentent même de donner une substitution simple, le déclenchement de la touche *A* donnant, par exemple, toujours un *m* : en échangeant les touches au moyen d'étiquettes, on obtiendrait ce résultat avec une machine à écrire ordinaire. D'autres donnent une substitution double à période courte en employant un procédé, analogue à celui qui imprime les majuscules dans certaines machines : les leviers portent plusieurs lettres et un système à came élève ou abaisse le papier par rapport à cette série de lettres, si bien que l'attaque d'une touche fait imprimer l'une ou l'autre d'entre elles. Mais ces appareils n'assurent pas la sécurité qu'on est en droit d'exiger.

Toutefois on peut assurer qu'il existe certains types de machines à cryptographier, qui, mis dans les mains d'un dactylographe attentif (les erreurs de frappe de touches peuvent, avec certains appareils, avoir de graves conséquences) sont parfaitement aptes à donner toute sécurité pour la pratique de la correspondance secrète.

Nous ne suivrons pas les inventeurs lorsqu'ils prétendent baser l'excellence de leur machine sur le nombre de combinaisons que

l'on peut obtenir en modifiant les pièces de leur appareil. Il est des éléments du mécanisme que le constructeur peut bien modifier, mais que les correspondants ne manieront qu'avec répugnance. Si, par exemple, il faut démonter l'appareil pour changer les connexions des plots dans les disques, on admettra que, dans la pratique, cette opération ne se fera que fort rarement une fois la machine sortie de l'usine, et qu'un groupe de correspondants nous donnera constamment des cryptogrammes faits avec les mêmes disques, et ne différant que par la

position initiale de ceux-ci. Pourtant, les fabricants énoncent, dans leurs prospectus, un chiffre avec beaucoup de zéros correspondant au nombre de combinaisons possibles des lettres commandées par les connexions des plots et au total des modifications du nombre de dents des roues d'engrenages. Ces nombres « astronomiques » ne signifient pas grand'chose, à notre avis. Ce qui est impor-



MACHINE A CRYPTOGRAPHIER A MAIN

*A*, règle portant les lettres du clair, et par le fil *D*, enroulé sur le tambour *E*, faisant tourner (seulement dans un sens, grâce au rochet *F*) la roue *G* entraînant la roue *H* et l'axe *I* qui transmet le mouvement à la chaîne-clef *N*. Les maillons minces ou épais poussent le galet *O* et, par l'intermédiaire du levier *P* mettent en prise la roue *K* ou la roue *L* qui peuvent glisser sur les deux parties de l'axe *I* (tournant en sens contraire) et engrener (l'une ou l'autre), avec une des roues dentées fixées au cylindre des lettres *C* fou sur l'axe *M*. *C* a des mouvements alternatifs qui amènent les lettres du cryptogramme sous la fenêtre *B*.

tant, c'est la facilité offerte aux correspondants d'employer des clefs nombreuses, c'est-à-dire de changer facilement les éléments de départ et la période. Ceci fait, comme les télégrammes de mille lettres sont bien rares, il nous est à peu près indifférent que le constructeur nous annonce que la même série de lettres du clair ne sera représentée par la même série de lettres du cryptogramme qu'au bout de *n* trillions caractères ou au bout de *n* quintillions. Si l'on peut découvrir le moyen de retrouver les conventions que les correspondants doivent établir entre eux, et qui doivent être simples si l'on veut mettre la machine dans les mains d'une personne non cryptologue, les considérations théoriques sur le nombre des combinaisons possibles à réaliser en changeant les pièces de la machine sont sans inté-

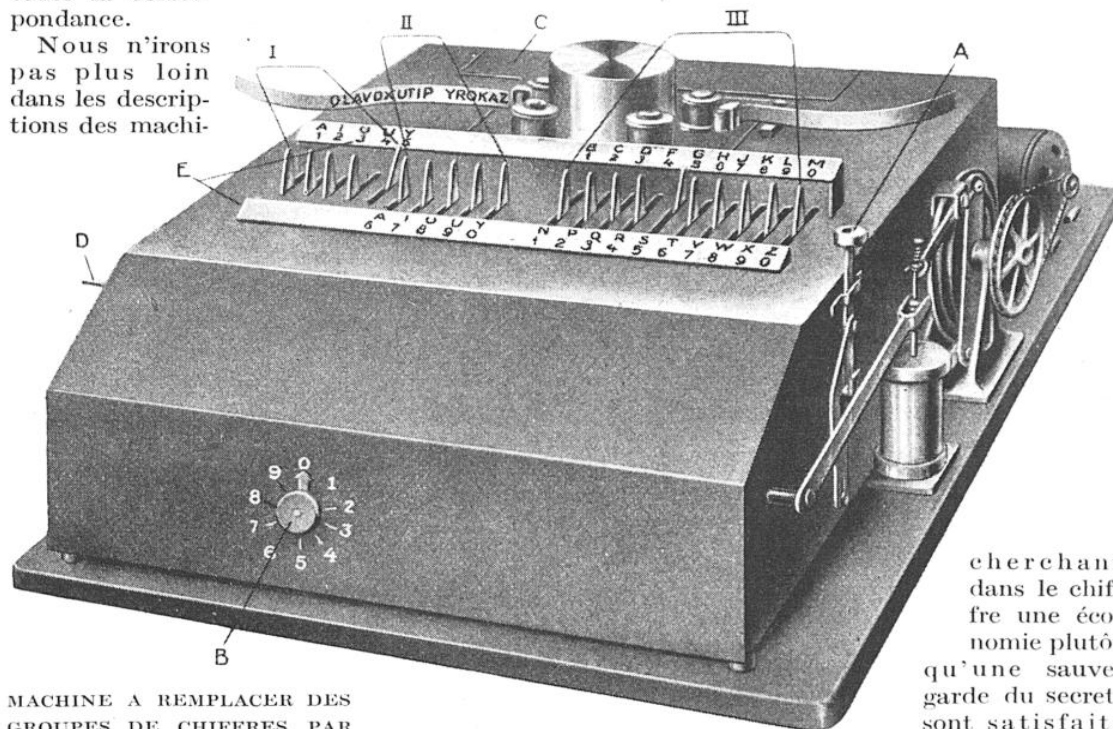


rêt. Or, il est des machines qui, par leur construction, restreignent tellement les possibilités théoriques, qu'un petit nombre d'essais, avec des éléments favorables dont disposent souvent les services de décryptement (tels que des hypothèses précises sur le contenu d'un télégramme) permet de retrouver la forme des conventions entre expéditeur et destinataire et de traduire toute la correspondance.

Nous n'irons pas plus loin dans les descriptions des machi-

ou trop coûteux. Les premiers n'assurent pas le secret. Les autres, lorsque les correspondants sont nombreux, exigent une dépense de premier établissement trop élevée.

En attendant l'apparition de machines faciles à transporter, à utiliser et d'un prix raisonnable, il est à croire que les anciens systèmes resteront pratiqués par la plupart des correspondants, aussi bien par ceux qui,



MACHINE A REMPLACER DES GROUPES DE CHIFFRES PAR DES GROUPES DE LETTRES PRONONÇABLES, EN CHANGEANT LA CORRESPONDANCE DES LETTRES ET DES CHIFFRES

I, II, III, groupes de leviers à pousser suivant les chiffres du clair. (ou, au déchiffrement, suivant les lettres du cryptogramme) ; E, indication des chiffres ou lettres ; A, touche donnant l'impression sur la bande C que l'on voit se dérouler en haut, à gauche ; D, repère donnant la position primitive de la clef.

nes. Il en est qui ont pour objet de transformer les groupes numériques donnés par les codes en groupes de lettres prononçables (économie de 50 % sur la taxe), tout en modifiant la correspondance des lettres et des chiffres d'un caractère à l'autre, ce qui assure le secret en même temps qu'une très importante économie. Une machine de ce genre est construite par les adaptateurs de la chaîne-clef que nous avons citée plus haut.

Les machines à cryptographier sont fort rares en France. Il semble, d'après les catalogues des firmes qui les construisent, qu'il en existe un certain nombre à l'étranger. Les types actuels sont, semble-t-il, ou trop simples

coûteuses, que par ceux qui, tenant à garder secrètes leurs affaires, ont des communications assez réduites pour pouvoir se contenter de systèmes classiques ou soigneusement étudiés. Cependant, les grandes administrations, faisant un emploi considérable du chiffre, ne devront pas rester indifférentes aux machines, qui peuvent, comme nous l'avons dit, remédier à certains des défauts de la T.S.F. en rendant facile et sûr l'usage de la cryptographie, et les services de décryptement trouveront, dans l'analyse des cryptogrammes chiffrés avec des machines, les éléments d'études intéressantes.

LIEUTENANT-COLONEL GIVIERGE.

cherchant dans le chiffre une économie plutôt qu'une sauvegarde du secret, sont satisfaits des codes où un groupe remplace une série de mots, et ne vont point augmenter leurs dépenses par l'achat de machines



## LA STÉRILISATION PAR L'OZONE DES PETITS VOLUMES D'EAU

**P**OUR stériliser l'eau par l'ozone, deux conditions sont indispensables : leur mélange intime pour obtenir la dissolution de l'ozone et leur contact prolongé pour donner à cet ozone dissous le temps d'agir. Nous avons déjà décrit les procédés employés dans les usines municipales pour rendre ainsi potable leur eau d'alimentation. Pour mettre ce procédé à la portée des petites installations particulières d'immeubles, d'hôtels, de casernes, de cabinets médicaux, on a créé un petit appareil manœuvrant automatiquement et pouvant fournir 30 litres d'eau ozonisée par heure pour une dépense de courant électrique correspondant à celle d'une lampe  $\frac{1}{2}$  watt 50 bougies. Il se compose d'un tube de 1 m. 95 de hauteur, à la partie supérieure duquel l'eau est débitée par un robinet réglé pour n'en admettre que le volume correspondant à la capacité stérilisatrice de l'appareil. Accolé à l'appareil est un ozoniseur tubulaire à centrage rigide où l'air s'ozonise en traversant l'effluve qui jaillit dans l'espace réservé par la différence de leurs diamètres entre le tube d'aluminium et le tube de verre qui constituent ses électrodes.

L'eau à traiter, en s'écoulant sans pression par le tube *T*, détermine un vide dans le réservoir *A* qui appelle, au travers de l'ozoniseur, par le tube *M*, de l'air qui s'y ozonise. Celui-ci, entraîné par l'eau, gagne avec elle la base de la colonne de stérilisation. Ils y pénètrent ensemble en *H* et, en remontant, se heurtent successivement à chacune des cloisons de celluloïd perforé de trous de 6 dixièmes de millimètre, *C*<sup>1</sup> *C*<sup>2</sup> *C*<sup>3</sup>; d'où mélange intime et contact suffisam-

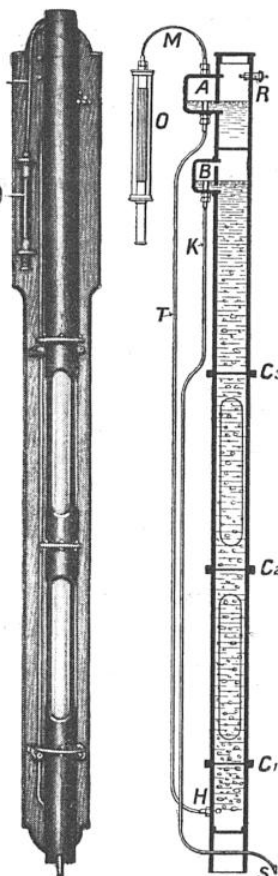
ment prolongé. Arrivée au sommet, l'eau trouve le petit réservoir *B*, d'où elle s'écoule par le tube *K* et sort de l'appareil en *S* parfaitement stérilisée, tandis que l'air, encore légèrement ozonisé, s'échappe dans l'atmosphère.

Afin d'assurer l'efficacité constante de ces stérilisateurs, il fallait établir un synchronisme parfait entre la production de l'ozone, c'est-à-dire l'arrivée du courant à l'ozoniseur, et l'arrivée de l'eau à traiter dans la colonne. Ce résultat a été obtenu à l'aide d'un dispositif ingénieux, sorte de contacteur automatique fonctionnant sous l'action de l'eau. Celle-ci, à son entrée dans le réservoir *A*, trouve deux godets de différentes grandeurs. En s'emplissant, le plus petit est entraîné par le plus gros rendu plus lourd par la quantité d'eau qu'il contient. Ce mouvement de bascule actionne un commutateur; le contact s'établit, le courant passe par les bornes, l'ozoniseur fonctionne aussitôt.

En fermant le robinet d'eau, le grand godet se vide par un petit orifice percé dans sa base, l'équilibre se rétablit; le mouvement inverse de bascule coupe le courant; l'ozoniseur s'arrête.

Ainsi donc, chacun pourra désormais, dans les régions les plus insalubres, produire à volonté une eau pure et stérilisée. Pour des besoins plus grands, il existe un appareil similaire pouvant fournir 150 litres d'eau ozonisée par heure, pour une dépense de courant égale à celle d'une lampe  $\frac{1}{2}$  watt de 60 bougies.

Cet appareil, qui mesure 2 m. 60 de hauteur totale, comporte, en outre, dans le socle, un petit dessiccateur à chlorure de calcium qui permet de récupérer l'air ozonisé



L'APPAREIL STÉRILISATEUR

*L'eau entre, par le robinet R, dans le réservoir A d'où elle s'échappe dans le tube T, aspirant, par M et à travers l'ozoniseur O, l'air extérieur. Celui-ci, entraîné par l'eau, pénètre avec elle, par H, dans la colonne, traverse successivement les cloisons de celluloïd perforé C<sup>1</sup> C<sup>2</sup> C<sup>3</sup>. L'eau, stérilisée, s'écoule de la chambre B par le tube K et sort en S.*



# UN NOUVEAU PROCÉDÉ POUR DÉCELER LA PRÉSENCE D'UN SOUS-MARIN

UNE note sur un nouveau procédé pour déceler la présence d'un sous-marin a été communiquée à l'Académie des Sciences par MM. Paul Sacerdote et Pierre Lambert. La plupart des méthodes proposées pour la solution de ce problème sont basées sur des phénomènes acoustiques. Le bruit du sous-marin est perçu à l'aide de microphones convenablement disposés. Le procédé suivant est, au contraire, basé sur la différence de la conductibilité électrique du sous-marin avec celle de l'eau de mer. Nous le décrirons pour le cas où il semble être le plus directement applicable, celui où il s'agit de révéler le passage du sous-marin dans une passe (entrée de port, goulet, détroit, etc.).

Deux câbles conducteurs, nus (non recouverts d'un isolant)  $C$  et  $C'$  (fig. 1 et 2), sont immergés dans la mer, dans toute la largeur de la passe, à peu près parallèlement et à une distance l'un de l'autre de l'ordre de la longueur moyenne d'un sous-marin. Chaque câble a l'une de ses extrémités libre et l'autre reliée à l'un des pôles d'une génératrice de courant  $D$ ; le circuit est donc fermé entre  $C$  et  $C'$  par l'eau de la mer; un galvanomètre  $G$  indique l'intensité du courant.

Si un sous-marin  $S$  vient à franchir la passe, quand il se trouve entre  $C$  et  $C'$ , la résistance de la mer entre les deux câbles est diminuée, l'intensité du courant électrique augmente, la déviation de l'aiguille du galvanomètre croît d'autant.

Mais plusieurs difficultés sont à surmonter : il est nécessaire qu'en l'absence du galvanomètre, la déviation de l'aiguille soit à peu près constante. Pour cela, il faut s'affranchir des effets de la polarisation; on y arrive aisément en employant comme génératrice un alter-

nateur au lieu d'une dynamo à courant continu. L'intensité du courant devant être considérable, il serait difficile d'avoir un galvanomètre  $G$  supportant ce courant et

cependant susceptible d'indiquer de faibles variations de son intensité. Pour tourner la difficulté, il suffit de disposer un pont de Wheatstone (fig. 3,) dont la résistance  $C$  forme l'une des branches; les résistances  $R_1$  et  $R_2$  des deux autres branches sont fixes et l'on règle la résistance  $R$  de la quatrième branche pour équilibrer le pont et ramener au zéro l'aiguille d'un galvanomètre très sensible  $G$  intercalé sur la diagonale  $MN$ . Si un sous-marin  $S$  vient à passer entre  $C$  et  $C'$ , la résistance de la mer entre  $C$  et  $C'$  est modifiée, l'équilibre du pont est détruit et l'aiguille du galvanomètre  $G$  dévie aussitôt.

Mais il n'existe pas, à notre connaissance, de galvanomètre très sensible pour courants alternatifs. On y remédie en intercalant dans

la diagonale  $MN$  du pont un détecteur à galène  $D$ ; celui-ci ne laisse passer les courants que dans un seul sens et l'on peut utiliser pour  $G$  n'importe quel galvanomètre particulièrement sensible à courant continu, de période un peu longue.

Les premières expériences ont été faites en utilisant un bassin assez petit.

Après avoir rempli ce bassin, d'environ 2 mètres sur 2 mètres d'eau, de même composition que l'eau de mer, on immerge deux câbles de cuivre  $C$  et  $C'$  (fig. 2) parallèles et à environ 1 mètre l'un de l'autre; un fil de fer  $S$  de 1 millimètre de diamètre et de 30 centimètres de longueur, que l'on introduit dans l'eau au moment voulu, représente le sous-marin. Deux autres branches du pont sont constituées par des résistances fixes  $R^1$  et  $R^2$  (fig. 3), la

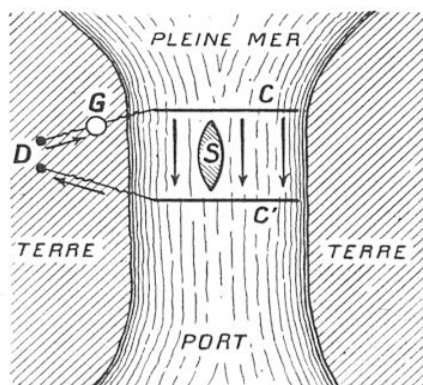


FIG. 1. - DISPOSITION DES CÂBLES ET DU GALVANOMÈTRE POUR DÉCELER LE PASSAGE D'UN SOUS-MARIN DANS L'ENTRÉE D'UN PORT

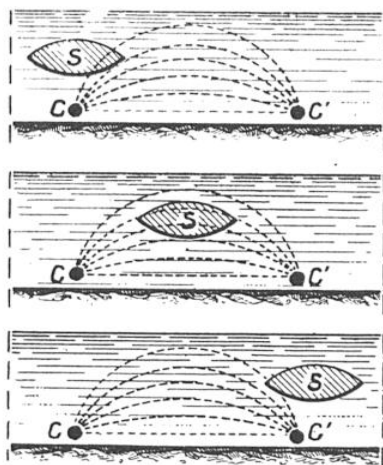


FIG. 2. - COUPE LONGITUDINALE DU BASSIN D'EXPÉRIENCE

Le courant qui passe du câble  $C$  au câble  $C'$  à travers l'eau de mer, éprouve une résistance moins grande lorsque le fil de fer  $S$  se trouve entre les deux câbles.



quatrième branche étant formée par un rhéostat à liquide  $R$ . Les deux extrémités  $P$  et  $Q$  de l'une des diagonales sont reliées aux deux pôles du secteur (courant alternatif 42 périodes). L'intensité du courant dans la branche  $P M Q$  atteint 4 ampères environ; sur l'autre diagonale,  $M N$  se trouve un détecteur à galène  $D$  et un galvanomètre  $G$  formant milliampermètre. En réglant convenablement la résistance  $R$ , on équilibre le pont et on ramène l'aiguille du milliampermètre au zéro; elle y reste à peu près immobile. Si l'on

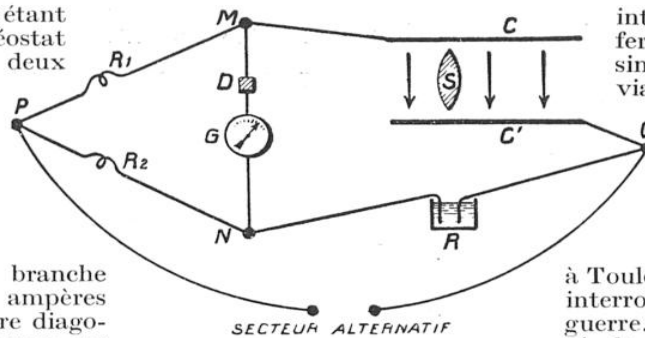


FIG. 3. — DISPOSITIF POUR PROTÉGER LE GALVANOMÈTRE

(Voir son application dans le texte.)

introduit alors le fil de fer  $S$  dans l'eau du bassin, on constate une déviation brusque et considérable (plus de 50 divisions) de l'aiguille du galvanomètre.

Des expériences ont été faites dans la mer elle-même, à Toulon, mais elles ont été interrompues à la fin de la guerre. Elles ont donné des résultats appréciables, tout en faisant apparaître quelques difficultés qui pourraient très probablement être surmontées à l'aide des moyens beaucoup plus perfectionnés dont on dispose actuellement pour déceler des courants alternatifs extrêmement faibles.

## LA CHASSE AUX POSTES CLANDESTINS DE T. S. F. A NEW-YORK

UNE application nouvelle de la télégraphie sans fil vient d'être imaginée aux États-Unis, et bien que nous ne désirions pas ajouter aux vexations que supportent déjà nos paisibles concitoyens, en proposant de l'adopter en France, nous trouvons ce moyen assez ingénieux pour le signaler à nos lecteurs.

Il s'agit, en l'espèce, d'un radio-détecteur spécial qui, mieux que le plus fin des policiers, peut déceler exactement et rapidement l'endroit où se trouve une installation émettrice de T. S. F. non déclarée.

L'un des types de cadres signalisateurs employés par les « radio-inspecteurs » américains pour repérer les postes sans licence qui troublent l'éther avec des émissions non synchronisées, est représenté par la figure ci-contre. C'est donc, en quelque sorte, une sorte de *main* spéciale que la police de New-York commence à abattre sur l'amateur clandestin dès que l'appareil de l'inspecteur reçoit du poste émetteur l'onde non admise qui ose troubler ou couper les grandes ondes officielles.

Ce cadre détecteur est employé de la même façon que celui qui sert à déterminer la position des navires en mer; c'est donc là une simple application de la radiogoniométrie introduite vers 1912 dans la T. S. F. par les ingénieurs italiens Tosi et Bellini et qui a été considérablement améliorée depuis, surtout pendant la guerre.

On sait, en effet, que les cadres

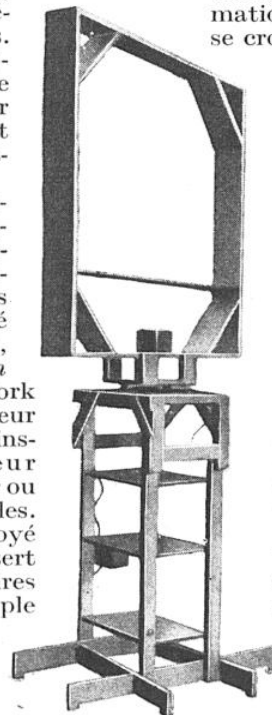
possèdent la propriété de permettre de déceler, sur terre comme sur mer, la direction d'un poste émetteur d'ondes hertziennes.

La direction dans laquelle se trouve le poste incriminé est d'abord déterminée rapidement avec une assez grande approximation et, pendant que le délinquant, se croyant en sécurité, envoie ses messages dans l'espace, sa situation est relevée par des cadres installés en deux ou trois endroits parfaitement distants entre eux.

Ces directions sont ensuite repérées sur la carte du district (arrondissement) et convergent vers une certaine région, dans laquelle se trouve, sans erreur possible, l'emplacement du poste envoyeur d'ondes non permises.

Ceci établi, les cadres et les récepteurs sont transportés dans le voisinage reconnu de la station clandestine et des observations plus exactes sont alors effectuées; ainsi, graduellement, d'une manière progressive et infaillible, le délinquant est découvert et la justice lui fait payer cher son audace.

Les « radio-inspecteurs » de New-York et des autres grandes villes américaines doivent avoir fort à faire, car la radiotélégraphie et surtout la radiotéléphonie ont pris aux États-Unis un développement extraordinaire. Les postes récepteurs d'amateurs sont généralement admis, comme en France, mais certains postes émetteurs doivent être autorisés,



L'UN DES CADRES SIGNALISATEURS



# LA CULTURE DES ÉPONGES SUR LE LITTORAL MÉDITERRANÉEN

Par le Professeur Raphaël DUBOIS

FONDATEUR

DES STATIONS MARITIMES DE BIOLOGIE DE TAMARIS-SUR-MER ET DE SFAX

**L**ES éponges sont l'objet d'un commerce mondial, en raison de leurs emplois fréquents et variés dans l'industrie, pour les soins du ménage, de la remise, de l'écurie, mais surtout pour la toilette. Jusqu'à présent, rien n'a pu remplacer l'éponge. Comme c'est un produit naturel, elle tend de plus en plus à se raréfier et, sa culture s'imposant chaque jour davantage, nous assistons heureusement aujourd'hui à la naissance de la spongi-culture pratique.

Les éponges sont des êtres bien singuliers. Fixées au fond de la mer par une sorte de pied, en apparence dépourvues de mouvement et de sensibilité, elles ressemblent, à l'état vivant, plutôt à des truffes qu'à des animaux (fig. 1).

Leur usage remonte à la plus haute antiquité, mais leur véritable nature est restée, pendant des siècles, problématique. Ce n'est que depuis le milieu du XIX<sup>e</sup> siècle qu'elle a été définitivement établie. Ce sont des animaux, mais ils occupent l'avant-dernier degré de l'échelle zoologique, dans

l'embranchement des *zoophytes*, ainsi appelé parce qu'il renferme des polypiers, comme les coraux, ayant quelque ressemblance avec des plantes pourvues de tiges et de branches

portant des fleurs. D'ailleurs, les éponges ne sont séparées des végétaux que par les protozoaires, animaux réduits à une seule cellule, tels que les infusoires, formant, avec les proto-phytes ou végétaux unicellulaires, le règne des protistes, tronc commun d'où partent, en divergeant, sans transition brusque, les deux grandes branches de la Vie : les végétaux et les animaux.

Leur organisation interne est très simple, comme le montre une coupe pratiquée dans la chair d'une éponge vivante (fig. 3 à la page suivante).

C'est, sans doute, à cause de leur voisinage des plantes que les éponges possèdent, comme beaucoup de ces dernières, la faculté de se reproduire par bouturage. On savait depuis l'antiquité que, du pied d'une éponge dont le corps a été arraché, peut naître un individu nouveau, en tout sem-

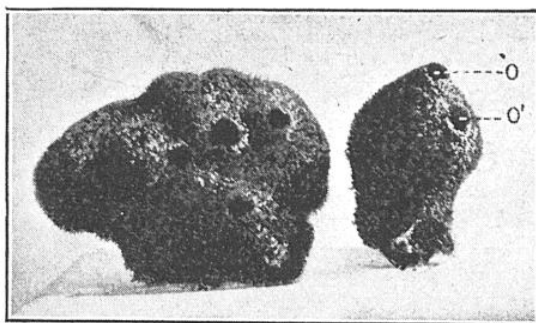


FIG. 1. — JEUNES ÉPONGES DE TOILETTE DE LA CÔTE D'AZUR

O et O', ocules et ostioles servant à l'entrée et à la sortie de l'eau transportant l'oxygène et la nourriture nécessaires à l'éponge.



FIG. 2. — LABORATOIRE DE BIOLOGIE MARINE DE SFAX  
Il a été créé en 1903 spécialement en vue de déterminer, pour les côtes tunisiennes, les conditions de la reproduction et du développement des éponges.



blable au premier ; que l'éponge arrachée peut se fixer autre part, à l'aide d'un pied nouveau, et continuer à se développer et à se reproduire. C'est vraisemblablement ce qui, en 1863, donna à un savant autrichien, Oskar Smidh, l'idée de multiplier les éponges par des fragments de quelques millimètres résultant du morcellement d'une éponge adulte au moyen d'un couteau spécial dentelé.

Les premières expériences de *spongiculture par fragmentation*

furent faites par Buccich, dans la baie de Saccolizza, sur la côte dalmate. Les menus fragments grossissaient très rapidement et donnaient bientôt une petite éponge complète, semblable à celle dont ils provenaient. Malheureusement, les expériences de Smidh et Buccich ne purent être continuées, leurs installations ayant été détruites, à plusieurs reprises, par les pêcheurs d'éponges, qui redoutaient une concurrence industrielle devant être fatale à leur métier.

Un an avant, en 1861, la Société d'Acclimatation avait songé à importer du Levant sur la côte française, pour les y propager, des éponges fines, de qualité supérieure aux nôtres. Les essais, tentés dans ce but par Lamiral, du Muséum de Paris, dans la rade de Toulon et ses environs, échouèrent complètement, parce qu'il ne connaissait pas suffisamment la biologie de l'éponge et que la surveillance subséquente des expériences avait été confiée à des fonctionnaires de la marine incompetents.

En 1889, 1890, 1891, des commerçants américains reprirent, en Floride, les très intéressantes expériences de Smidh et

Buccich, mais, également, faute de connaissances biologiques suffisantes, on ne tarda pas à les abandonner et la question de la spongiculture tomba en sommeil jusqu'en 1902.

A cette époque, pourvu d'une mission du ministère des Colonies, je m'étais rendu en Tunisie pour étudier les bancs d'huîtres perlières de son littoral et je fus chargé, par le Gouvernement du Protectorat, d'installer à Sfax, dans le golfe de Gabès, un laboratoire de biologie marine, en

vue de déterminer, pour les côtes de la Régence, les conditions de la reproduction et du développement des éponges, ainsi que les principes de la spongiculture. La haute direction scientifique et technique de cet établissement me fut confiée et, sur ma demande, mon élève et préparateur, M. Allemand-Martin, me fut adjoint comme sous-directeur. L'installation du laboratoire était des plus modestes. Il était bâti sur pilotis, à 1.200 mètres du quai des phosphates de Sfax, par deux mètres environ de fond à marée basse. Au-dessous et autour du laboratoire, on avait établi un parc à spongiculture protégé par un

brise-lames et entouré suffisamment de feuilles de palmier, pour essayer d'empêcher les larves des éponges d'aller essaimer au loin (fig. 2).

L'emplacement était bien choisi, car, à cette époque, les eaux y étaient très pures, les courants convenables, et l'on y avait constaté la présence d'éponges venues naturellement. Dans le parc furent disposés de nombreux appareils destinés à la fixation des fragments d'éponges. Les modèles les plus variés sous le rapport de la forme, de la struc-

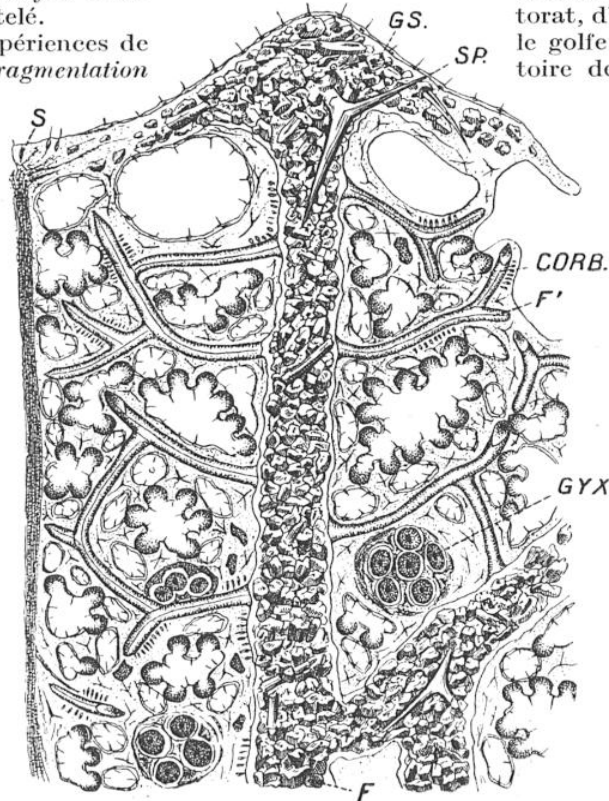


FIG. 3 — COUPE MICROSCOPIQUE D'UNE ÉPONGE  
F, fibre principale du squelette fibreux, remplie de spicules calcaires SP et de débris de ces spicules, soutenant la masse charnue de l'éponge avec les fibres secondaires F' ; GS, conuli et spongoblastes terminant les fibres principales ; CORB, corbeilles en rapport, par des canaux, avec les ostioles et les oscules, où circule l'eau mue par des cils vibratiles ; GYX, organes génitaux.



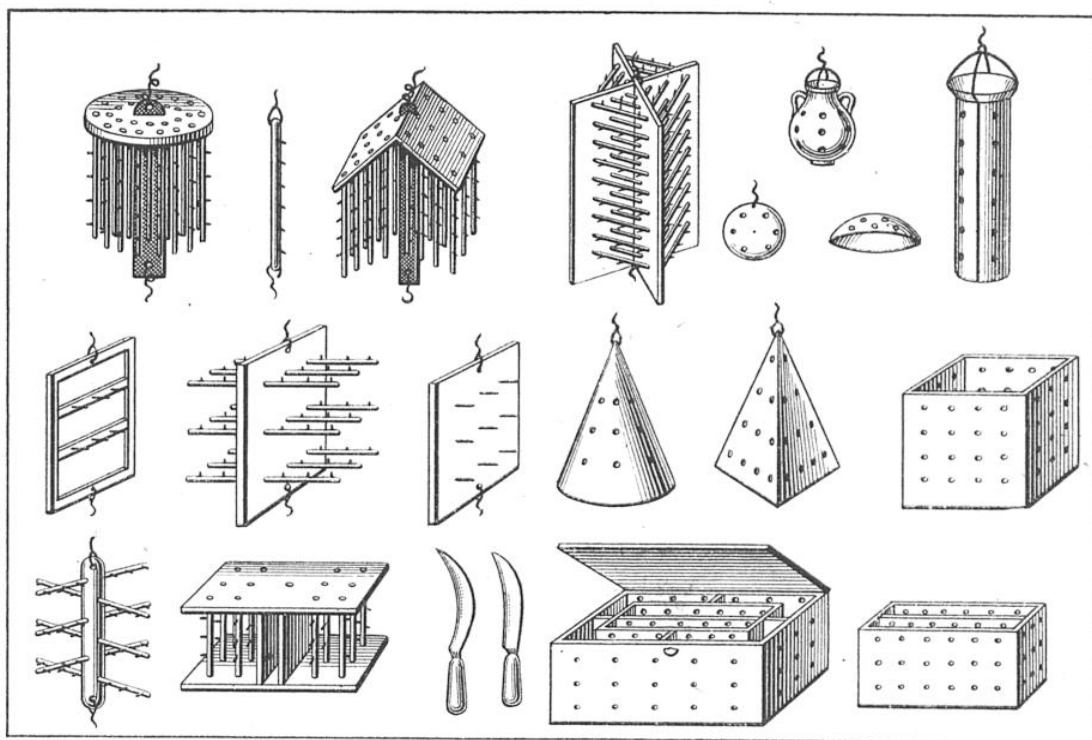


FIG. 4. — MODÈLES DIVERS DE COLLECTEURS POUR LA FIXATION DES FRAGMENTS D'ÉPONGES EMPLOYÉS AU LABORATOIRE DE SPONGICULTURE DE SFAX (TUNISIE)

ture, des matériaux de construction furent comparativement expérimentés, ainsi que les moyens les plus pratiques de fixation par fiches, épines, liens, etc. (fig. 4).

A côté des appareils de fixation des fragments, on avait suspendu, à des profondeurs variables, des collecteurs de formes et de construction différentes, le plus ordinairement en terre cuite et, au fond de l'eau, des débris de poteries, d'alcárazas, des coquilles, des rhizomes de plantes marines diverses pour la fixation des larves ou *spongiculture par essaimage*.

C'est, en effet, au moyen de larves que les éponges se reproduisent normalement. Elles proviennent d'œufs dont la formation commence en octobre et se termine en janvier, pour l'éponge commerciale *Hippospongia equina* var. *elastica* de Tunisie, que nous avons spécialement étudiée à Sfax. Les premières larves issues des œufs sont rejetées par les oscules depuis la fin de

mars jusqu'à la fin de juin, mais surtout dans la seconde quinzaine de mars. Elles se présentent sous la forme de petites vésicules ovoïdes, d'un gris jaunâtre, couvertes de cils vibratiles qui, avec la couronne de fla-

gellums qui entoure l'orifice du sac, servent à la locomotion (fig. 5). Celle-ci est rapide et influencée par l'intensité et la direction de la lumière dont elles fuient également la trop grande vivacité et l'absence. C'est dans les points modérément éclairés qu'elles se fixent sur le roc, sur des racines ou des rhizomes de végétaux marins, sur des supports de nature très variée. Une fois fixées, elles perdent

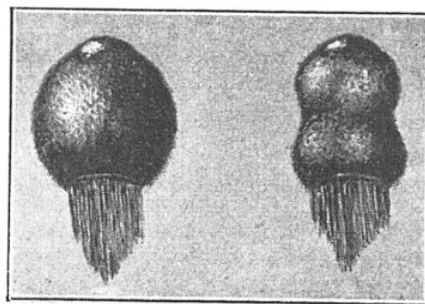


FIG. 5. — LARVES MOBILES DES ÉPONGES

leurs cils, s'étalent en plaques irrégulières, mamelonnées, noircissant très rapidement par formation d'un pigment brun. Il se forme ensuite un *osculé* et des *ostioles* permettant l'accès et la sortie, ainsi que la circulation dans les canaux et les *corbeilles* de l'eau servant à la respiration et appor-



tant les aliments composés principalement de très petits organismes vivants, venus de loin par les courants ou nés dans le voisinage immédiat des collecteurs (fig. 6).

D'après l'opinion la plus autorisée, les sexes seraient séparés chez l'éponge de toilette (*Euspongia officinalis*). Les mâles seraient beaucoup plus petits que les femelles et plus rares. On a prétendu aussi que les œufs des éponges pouvaient donner des larves sans fécondation, parthénogénétiquement. Ces deux opinions ne sont pas inconciliables, la parthénogénèse pouvant exister concurremment avec la génération sexuée dans la même espèce, chez le même individu. Mais nous avons d'excellentes raisons pour penser que seules les larves issues d'œufs fécondés donnent naissance à des larves et à des éponges viables.

Les jeunes sujets issus de larves, dans le parc du laboratoire de Sfax, acquièrent, en quatre à cinq mois, le volume d'une orange. La croissance, d'abord rapide, se ralentit beaucoup en hiver. Le grossissement commerciale d'*Hippospongia equina*, qui est de 0 m. 35, n'est atteint que dans le cours ou à la fin de la deuxième année. La grosseur de l'adulte est de 0 m. 45 à 0 m. 50 de circonférence. La température de l'eau la plus favorable à la croissance est de 15°. En plus des fragments, on conservait, dans le parc, des éponges entières parquées en attendant qu'elles eussent acquis la taille commerciale : les uns et les autres pouvaient fournir des larves, et, de cette façon, se trouvaient combinés les avantages pratiques de la spongiculture par fragmentation, de la spongiculture par essaimage et du parcage.

La récolte des éponges destinées aux expériences était toujours faite avec le plus grand soin, pour éviter les blessures ; c'est pourquoi l'usage de la drague, ou gangave, ainsi que celle du trident étaient proscrites. Les éponges, recueillies par des scaphandriers exercés ou par des plongeurs, étaient installées dans des corbeilles garnies de végétaux marins souples, en évitant tout froissement, et transportées, vers la fin du

jour, au laboratoire pour être divisées par un premier opérateur, avec toutes les précautions d'aseptie désirables pour éviter l'infection des sections. Un second les fixait immédiatement et rapidement sur les collecteurs, tandis qu'un troisième les immergeait en bonne place. Les éponges entières étaient placées dans des viviers spéciaux à compartiments pour le parcage et l'essaimage (figure 7).

Les sujets en expérience n'étaient pas retirés de l'eau ; on les observait

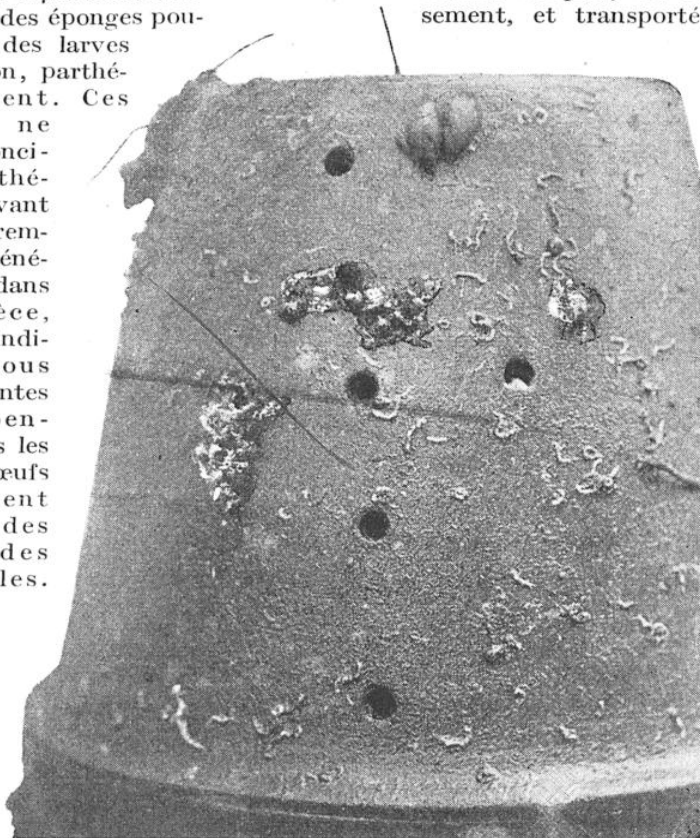


FIG. 6. — JEUNES ÉPONGES ISSUES DE LARVES FIXÉES SPONTANÉMENT SUR UN COLLECTEUR EN TERRE CUITE  
(Parc de spongiculture de Tamaris-sur-Mer)

sans les déranger, au moyen d'un appareil appelé « miroir d'eau » se composant d'un cylindre métallique dont le fond est garni d'une glace transparente et que l'on immerge de quelques centimètres pour éviter le miroitement de la surface de l'eau, toujours plus ou moins agitée dans ces parages (fig. 8).

On peut affirmer que c'est au laboratoire de Sfax que la biologie de l'éponge commerciale et la spongiculture furent, pour la première fois, étudiées d'une manière suivie, méthodique, véritablement scientifique. La connaissance de l'époque exacte de l'émission des larves et de leur évolution permit



enfin au service des pêches de la Régence d'établir un règlement rationnel de la pêche des éponges, en même temps que les principes fondamentaux de la spongiculture étaient définitivement fixés. Il avait fallu d'abord déterminer les conditions de milieu favorables à la vie de l'éponge, les meilleurs procédés de pêche, sa résistance vitale, les soins permettant le transport au loin, qui nous ont permis de recevoir des éponges vivantes à Toulon, expédiées de Sfax par notre procédé. Des essais nombreux furent faits en vue de

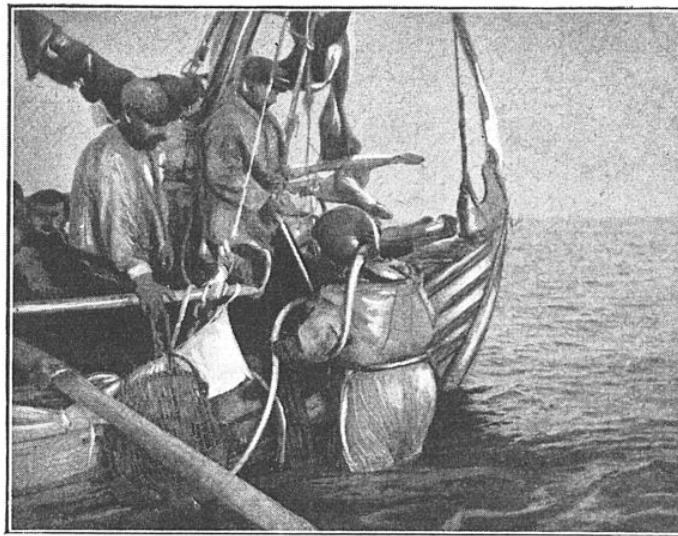


FIG. 7. — SCAPHANDRIER RAMENANT DU FOND DES ÉPONGES DESTINÉES AU PARC DE SPONGICULTURE DE SFAX

perfectionner les appareils de fixation et les collecteurs de larves. Le but visé par le Résident général, en créant le laboratoire de Sfax, était atteint et la culture de l'éponge officiellement reconnue possible par la Direction des travaux publics. Celle-ci décida, en conséquence, en 1907, que des essais, purement industriels, de spongiculture seraient

entrepris, sous la conduite éclairée du commandant du port de Sfax, M. Capriata. C'est à peu près à la même époque, que le bureau américain des pêches se livrait égale-

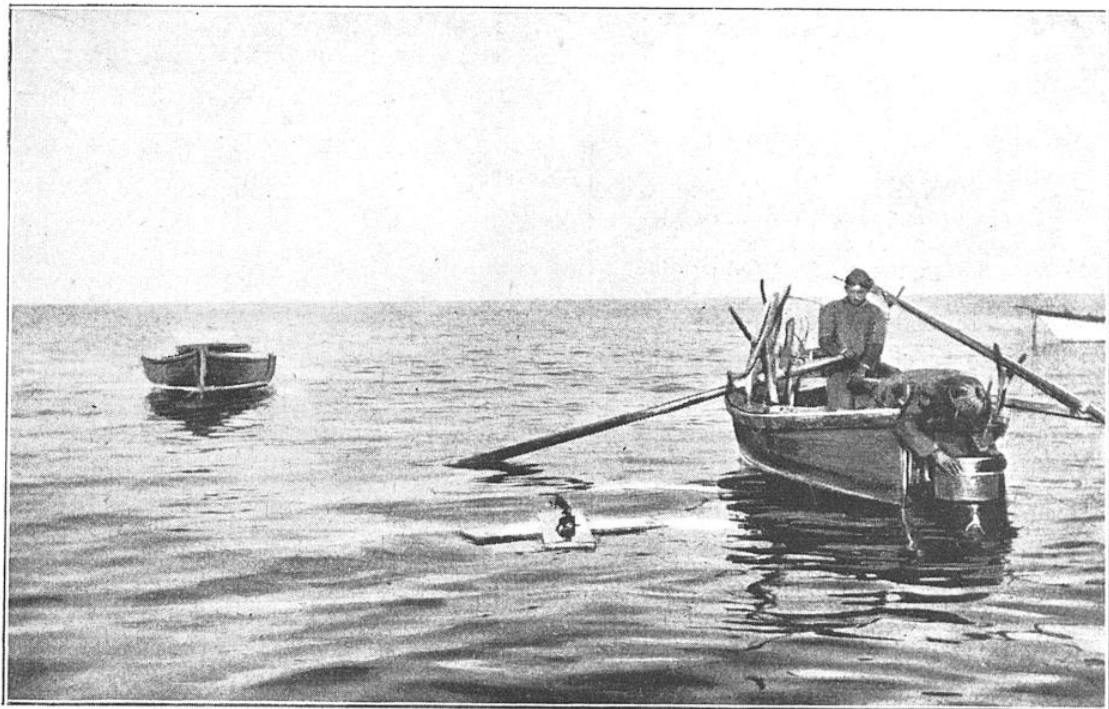


FIG. 8. — LE CANOT DU LABORATOIRE DE BIOLOGIE MARINE DE SFAX

*Un spécialiste observe, au moyen de l'appareil appelé « miroir d'eau », les éponges en expérience.*



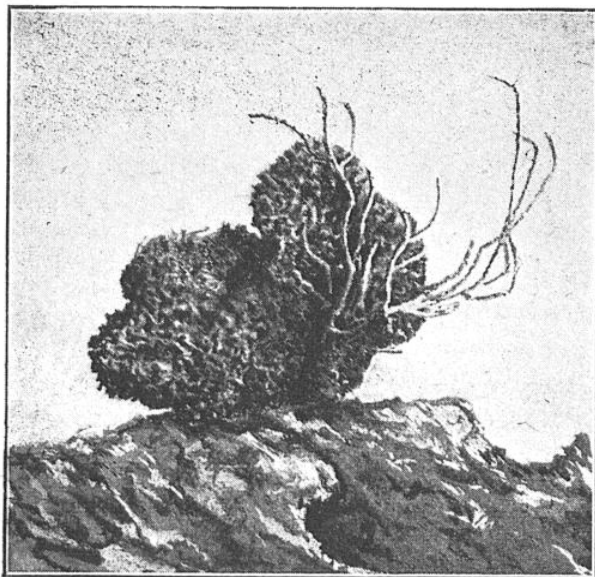


FIG. 9. — « HIPPOSpongia equina » ou ÉPONGE COMMUNE DE TUNISIE ACCOLÉE A UN POLYPIER  
Celle éponge est commercialement connue sous la dénomination de Gerby ou Zerby.

ment à des essais de spongiculture, mais par fragmentation seulement, et il estimait que celle-ci devait produire au bas mot 80 % des capitaux engagés dans une entreprise industrielle. En Tunisie, on fut moins optimiste, parce qu'en 1910, une épizootie détruisit dans le parc de Sfax une grande quantité d'éponges. Elle n'était pas due, comme on l'a prétendu, à tort, au mauvais choix de l'emplacement, puisque les expériences faites jusqu'à cette époque avaient été suivies de succès, mais uniquement à ce que de grands travaux de dragages, entrepris pour élargir le port de Sfax, avaient pollué considérablement les eaux.

Entre temps, j'avais institué des expériences sur la Côte d'Azur, qui furent continuées jusqu'à ce jour, mais très péniblement, faute de ressources suffisantes. On rencontre en France et en Corse, outre l'espèce grossière commune en Tunisie, *Hippospongia equina*, des éponges fines de toilette très estimées, connues sous les dénominations commerciales de : « syrienne bâtarde », « demi-syrienne », « oreille d'éléphant », « vraie syrienne ». Ce sont des variétés d'*Euspongia officinalis* (figures 10 et 11).

Ce sont celles que j'ai employées, à Tamaris-sur-Mer, pour mes essais de

spongiculture par fragmentation et par essaimage. Cette dernière méthode m'a donné des résultats encourageants que j'ai fait connaître particulièrement au V<sup>e</sup> Congrès National des Pêches maritimes, en 1909, au IX<sup>e</sup> Congrès International de Zoologie de Monaco, en 1913, et dans diverses communications à l'Association Française pour l'Avancement des Sciences. Mes efforts ont visé principalement à perfectionner les collecteurs, à étudier l'influence des courants, de l'éclairage sur la fixation et sur le développement des jeunes éponges, surtout à déterminer les causes multiples de destruction des larves et des jeunes éponges et les moyens de protection qu'il convient d'employer.

L'ensemble de nos recherches, tant en Tunisie qu'en France, nous a conduit à cette conclusion pratique que, pour obtenir des résultats rémunérateurs, et ils peuvent être considérables, il faut pratiquer simultanément la culture par fragmentation, la culture par essaimage, le parcage avec l'acclimatation des éponges fines de la Tripolitaine et de la Syrie. Pour cela, certaines études, d'ordre accessoire, sont encore nécessaires, mais la question est fort avancée, et il est désirable que la France conserve l'avance qu'elle a su conquérir. Sous ce rapport, on

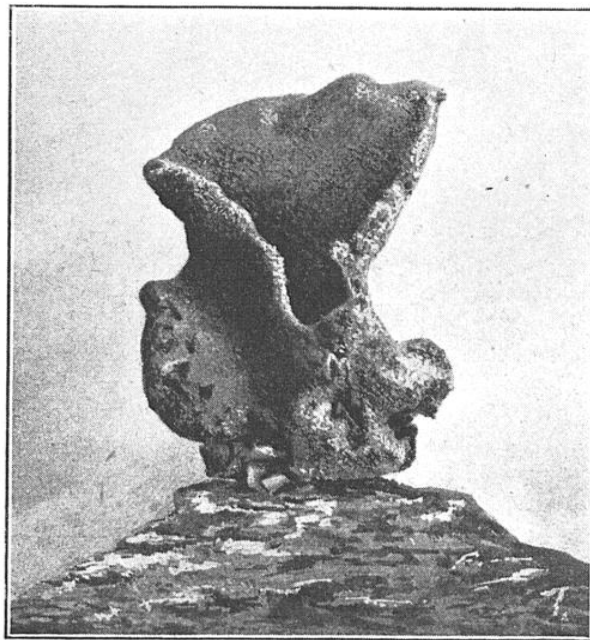


FIG. 10. — L'OREILLE D'ÉLÉPHANT (CÔTE D'AZUR)



apprendra avec satisfaction que le Gouvernement Tunisien va consacrer une première somme de 37.000 francs, pour faire reprendre et continuer nos recherches personnelles, poursuivies jusqu'à ce jour, et celles que nous avons faites avec M. Allemand-Martin, jusqu'en 1911. Cette dépense ne grèvera pas le budget du Protectorat, parce qu'elle est couverte par des amodiations intelligemment comprises de certains territoires de pêches et de mariculture. Que ne procède-t-on de même en France et en Corse, en mettant en adjudica-

tion de vastes et nombreux territoires du domaine maritime inutilisés. Les efforts si péniblement poursuivis sur la Côte d'Azur, faute de ressources et d'encouragements, pourraient alors, en coopérant étroitement avec ceux de la Tunisie, doter le pays d'une très importante source de revenus. Elle pourrait être encore considérablement accrue si, au lieu d'attribuer, parcimonieusement et comme à regret, de minuscules parcelles du domaine maritime à des savants, pourtant spécialisés dans les études de biologie marine, on mettait à leur disposition des espaces choisis par eux, assez étendus,

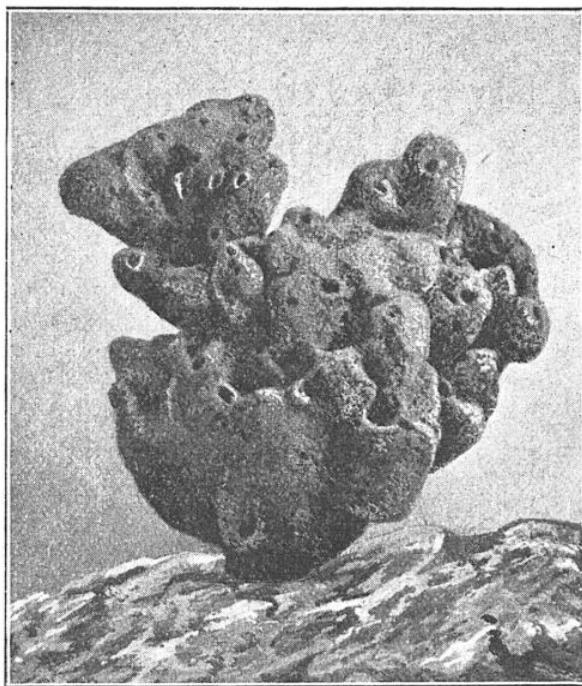


FIG. 11. — VARIÉTÉ D'ÉPONGE FINE DE L'«EUSPONGIA OFFICINALIS» DE LA CÔTE D'AZUR

avec des ressources convenables en personnel et en argent, car, concurremment à la culture de l'éponge, on peut, sur la Côte d'Azur, sur celle de l'Algérie et de la Tunisie, poursuivre l'élevage d'une foule de ces invertébrés comestibles marins que les Napolitains appellent *frutti di mare*, viourlets, oursins, clovisses, praires, palourdes, huîtres, etc., et surtout celle de ce précieux aliment qu'est la moule, si malencontreusement calomniée à la suite de quelques rares accidents causés par des produits avariés. La moule de Provence (*Mytilus gallo-provincialis*) est la plus belle du monde et nous sommes encore actuellement tributaires de l'étranger, pour plus d'une dizaine de millions de francs par an, de cet excellent aliment ! On y pourrait adjoindre la culture des amorces de pêche (vers, crustacés, etc., qui, devenant de plus en plus rares, atteignent des prix excessifs), et la fabrication des perles dites « japonaises ».

Tels sont les vœux que j'ai émis au Congrès National des Pêches Maritimes de Marseille ; puissent-ils être entendus de ceux qui ont le devoir d'accroître, sans dépenses nouvelles, la prospérité nationale.

RAPH. DUBOIS

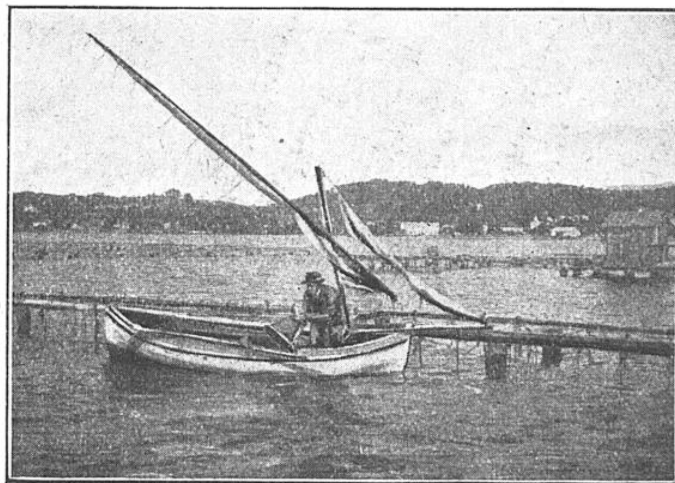


FIG. 12. — LE GARDIEN DU PARC DE SPONGICULTURE ET DE MYTILICULTURE DE TAMARIS RETIRANT DE LA MER UN COLLECTEUR D'ÉPONGES



# LA TÉLÉGRAPHIE OPTIQUE PAR LES ONDES ULTRA-VIOLETTES

Par ANDRY-BOURGEOIS

INGÉNIEUR CIVIL DES MINES (E. S. E.)

PARMI les nombreux et divers moyens de communication à distance qui peuvent être utilisés par les armées en campagne, outre la signalisation optique par radiations infra-rouges, qui a été déjà décrite dans *La Science et la Vie*, nos 48 et 52, nous devons citer particulièrement les intéressants procédés inventés et mis au point par le savant professeur R. H. Wood, de la John Hopkins University de Baltimore (Etats-Unis). Les beaux travaux sur l'optique, géométrique et physique, du professeur Wood, sont devenus classiques. Il était donc fort naturel qu'il s'occupât de la signalisation optique et qu'il ait pu établir des dispositifs, autant remarquables par leur simplicité que par leur efficacité, pour utiliser les radiations invisibles ultra-violettes. Le professeur Wood a d'abord perfectionné le dispositif classique de la télégraphie optique usité dans les tranchées durant la

guerre. Dans un système particulièrement portable, employé dans l'armée, les signaux lumineux sont produits par une lampe électrique disposée à l'intérieur d'un tube,

permettant l'orientation exacte du faisceau lumineux. Une jumelle (viseur) solidaire de ce système sert au soldat à recueillir les réponses de son correspondant et les piles servant à alimenter la lampe sont suspendues à sa ceinture (fig. 1).

Rappelons, à ce sujet, la proposition classique en optique, sur laquelle les Allemands et les Français se sont basés pour établir un ingénieux appareil de télégraphie optique :

Quand un faisceau lumineux tombe sur un système de deux miroirs plans rectangulaires, perpendiculairement à l'arête commune de ces miroirs, il est réfléchi et renvoyé dans une direction absolument parallèle à sa direction d'incidence (fig. 2), et cela quelle que soit l'orientation du système par

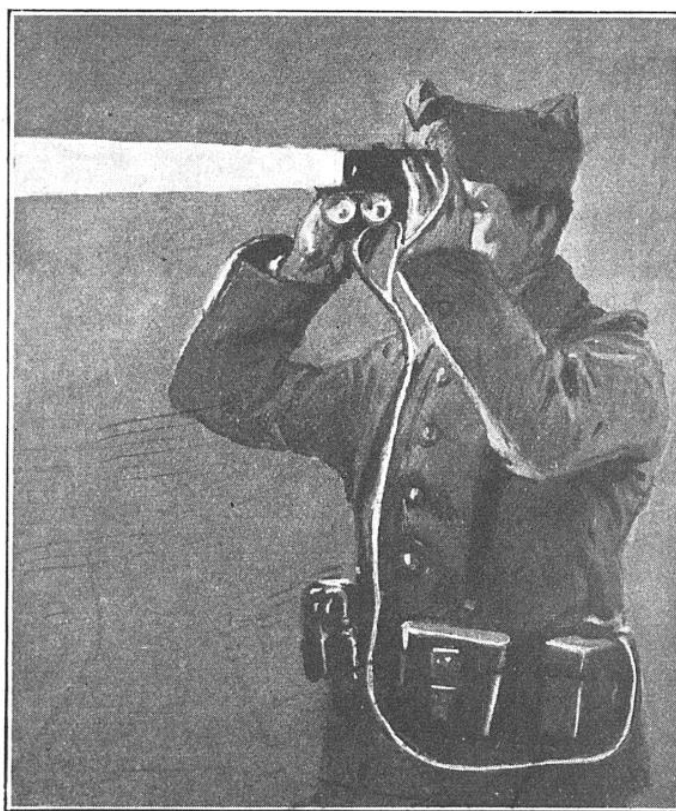


FIG. 1. — SYSTÈME PORTATIF DE LAMPE ÉLECTRIQUE EMPLOYÉ EN CAMPAGNE POUR LA TÉLÉGRAPHIE OPTIQUE PAR LES ONDES ULTRA-VIOLETTES

*La lampe est enfermée dans un tube parallèle à l'axe des jumelles. L'orientation du faisceau de lumière est ainsi automatiquement et invariablement assurée.*



rapport au faisceau incident.

Tous les appareils de télégraphie optique sont basés sur ce même principe, fort simple.

Supposons que le faisceau d'un projecteur soit dirigé vers un point élevé quelconque (colline, clocher, observatoire), où peut se trouver un observateur muni d'un pa-

reil système optique récepteur qui, dans la pratique, est formé par trois prismes à réflexion totale, dont les surfaces réfléchissantes forment trois plans rectangulaires, c'est-à-dire un trièdre trirectangle. Quelle que soit alors l'orientation de cet appareil

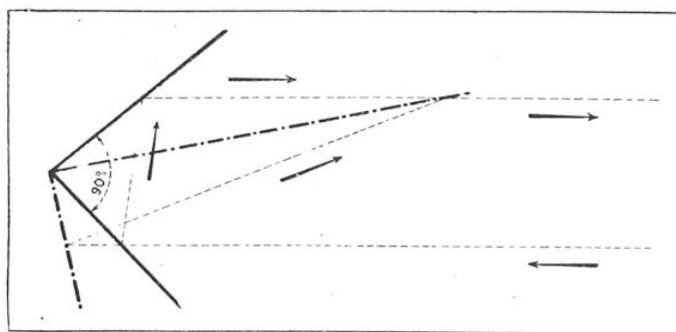


FIG. 2. — PRINCIPE DE LA TÉLÉGRAPHIE OPTIQUE

*Un faisceau lumineux, tombant sur un système de deux miroirs plans rectangulaires, est réfléchi et renvoyé dans une direction absolument parallèle à celle de son incidence. Cette réflexion subsiste, si l'on modifie l'orientation du système par rapport au faisceau incident.*

récepteur, s'il est dirigé, seulement d'une façon approximative, vers la source lumineuse émettrice, il renverra un faisceau lumineux exactement dans la direction du projecteur.

Un observateur qui sera placé à côté de l'appareil de projection apercevra donc un point brillant, sorte de petite étoile, s'allumer dans le cône lumineux de son appareil. Si le correspondant, à l'aide d'un volet, masque le trièdre, il pourra donc télégraphier optiquement en faisant se succéder, plus ou moins rapidement, des éclaircissements longs

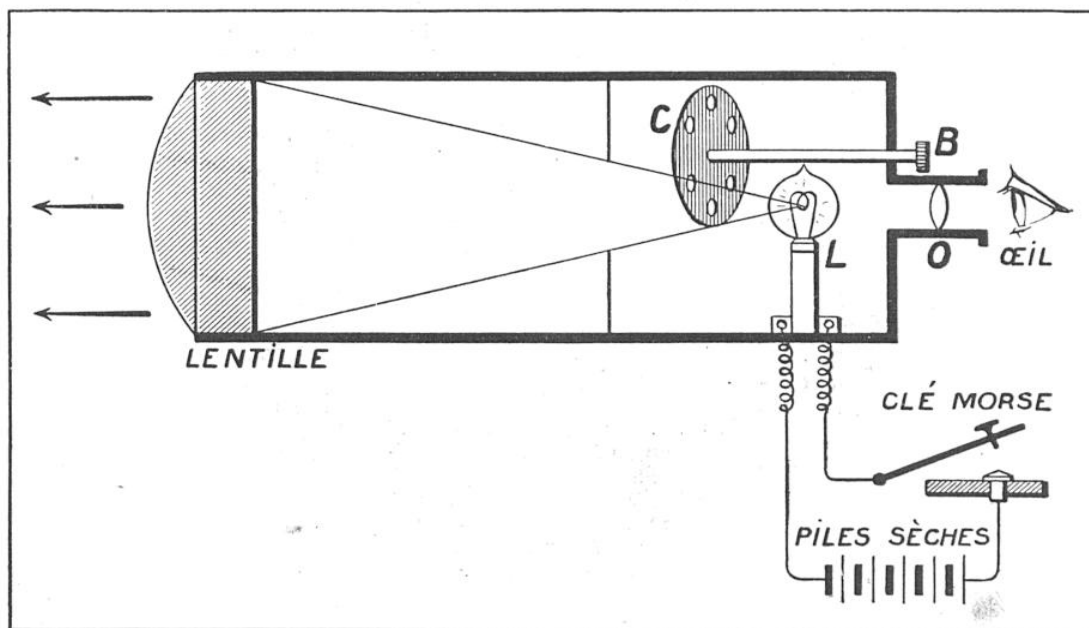


FIG. 3. — APPAREIL DE WOOD, DIT L'« ŒIL ÉLECTROCHIMIQUE »

L'appareil consiste en une lentille achromatique, au foyer de laquelle se trouve une forte lampe électrique L, à filament de tungstène, et renfermant un gaz neutre (azote ou néon), pour permettre d'élever le voltage de la lampe sans désintégration du filament métallique. La lampe L est alimentée par des piles sèches ou par de petits accumulateurs. Une clé Morse sert pour la signalisation, en établissant ou rompant le courant traversant la lampe. Un disque perforé C, servant d'obturateur, peut être déplacé circulairement au moyen du bouton moulé B. On place l'œil derrière l'oculaire O pour viser exactement le poste récepteur, situé à des distances pouvant atteindre 30 kilomètres. Wood a remplacé la lumière visible par le rayonnement ultra-violet invisible, et c'est précisément cela qui constitue la nouveauté de l'appareil.



ou brefs, suivant le code adopté (généralement le Morse). On voit de suite un des avantages de ce système de communication optique ; il n'est plus besoin, pour le transmetteur, de transporter une source de lumière ni de régler avec soin la direction du faisceau de sa lampe ; pourvu qu'il dirige son appareil vers le récepteur, il peut être assuré que le correspondant recevra son message.

Le secret de la correspondance est bien gardé, puisque le faisceau réfléchi est renvoyé rigoureusement dans la direction du projecteur et que, à un ou deux degrés à droite ou à gauche, on ne reçoit pas les rayons en retour. Plus le faisceau lumineux est étroit, plus le réglage des deux postes « émetteur et récepteur », en direction, est difficile, mais aussi, alors, plus le secret des communications est assuré ; un observateur placé sur le côté du faisceau, à quelques mètres seulement, ne peut intercepter aucun des signaux ainsi transmis.

Outre ces appareils portatifs, montés sur trépied, à prisme trièdre trirectangle, logés dans une boîte munie d'un volet obturateur, servant à intercepter la lumière pour l'échange des signaux rapides ; on a construit des réflecteurs puissants à prismes trièdres multiples, six en général, destinés à transmettre dans toutes les directions simultanément. Ces dispositifs sont aussi employés en mer pour la transmission d'ordres secrets que l'on ne peut radiotélégraphier.

Le perfectionnement important introduit d'abord par le professeur Wood, dans tous les appareils de télégraphie optique, fondés sur le même principe, a consisté à développer la précision du pointé de l'appareil du poste émetteur, de manière à pouvoir par suite diminuer la largeur du faisceau lumineux projeté dans l'espace, et mieux assurer ainsi le secret des communications, la source signal n'étant visible que du poste récepteur. L'appareil Wood est constitué (fig. 3) par une lentille achromatique, au foyer de laquelle on place une lampe à incandescence *L*, à filament

métallique-spirale, (généralement en tungstène) dans une atmosphère d'azote ou de néon, qui prévient la distillation du filament et permet de pousser fortement le voltage de la lampe. Cette lampe est alimentée par une batterie de cinq piles sèches (ou de petits accumulateurs) et commandé par une clé

morse ordinaire pour la signalisation.

Entre la lampe et la lentille de projection *O* on installe un disque obturateur *C*, sorte de grille à petits trous, que l'on déplace circulairement par un petit bouton moleté *B*.

*Réglage.* — Enfin, derrière le filament de

la lampe se trouve placé un oculaire *o* permettant de viser bien exactement le poste récepteur. En fait, quand on regarde par cet oculaire, on aperçoit sur le fond du panorama, le filament qui projette son image ; il suffit alors de diriger, de pointer l'appareil de façon à faire coïncider le poste récepteur et l'image du filament émetteur pour avoir effectué le réglage. Avec cet appareil perfectionné la signalisation a pu être faite jusqu'à des distances de 30 kilomètres : la largeur du faisceau à 2 kilomètres n'étant pas supérieure à 2 mètres.

*Critique de la méthode.* — Le point faible de cette méthode est que si les tranchées sont très voisines, il devient alors presque impossible de communiquer ainsi optiquement avec le poste récepteur sans que l'ennemi s'en aperçoive et ne reçoive ainsi les signaux visibles, ce qui est loin d'être le but désiré.

Le professeur Wood a eu l'heureuse idée de modifier ce système défectueux en utilisant, pour les transmissions optiques, la lumière invisible,

principalement la lumière ultra-violette, comme l'ingénieur français, M. A. Charbonneau, l'avait fait avec les rayons infrarouges pour radiotélégraphier aux armées.

*Ecran filtrant.* — Afin d'utiliser les rayons ultra-violets, et c'est là la partie la plus intéressante des recherches du professeur Wood, ce savant est arrivé à préparer un verre tout à fait opaque aux rayons visibles, mais complètement transparent pour les

#### EXEMPLE DE SIGNALISATION NAUTIQUE PAR RAYONS ULTRA-VIOLETS

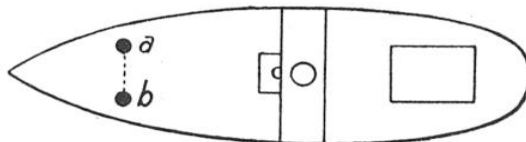


FIG. 4. — Les deux feux *a* et *b* sont installés à l'avant du navire.

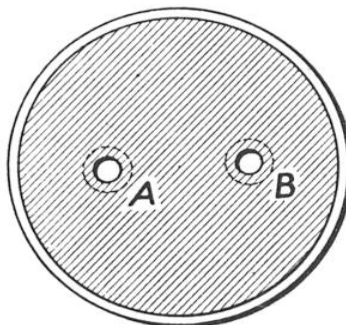


FIG. 5. — Un observateur placé face au bâtiment, représenté ci-dessus, voit, dans son appareil, les feux en *A* et *B*. L'écartement de ces images *A* et *B* donne le moyen de calculer l'emplacement du navire repéré.



radiations rapides ultra-violettes. Ce verre, filtrant et absorbant, est à base de silicate de soude et d'oxyde de nickel ; il est, par suite, parfaitement opaque à l'œil.

L'appareil avec son écran, absorbant seulement les radiations visibles, est ce qu'on appelle improprement *l'œil électro-chimique de Wood* (Voir la figure 3, page 243).

**Détecteur.** — Pour déceler les radiations qui le traversent, c'est-à-dire le rayonnement ultra-violet, il faut se servir au poste récepteur d'un détecteur qui soit sensible à son action actinique.

M. Wood s'est alors servi de la fluorescence — bien connue de tous les radiographes — du *platino-cyanure de baryum* cristallisé. Dans ces conditions, et grâce au dispositif employé, le secret des communications se trouve parfaitement assuré et la portée de l'appareil est d'environ 8 à 10 kilomètres de distance :

**Applications à la marine.** — Pour les applications marines, il est nécessaire d'augmenter tout à la fois la portée à 25 kilomètres et l'intensité du rayonnement, du faisceau invisible ultra-violet à l'aide de lampes à vapeur de mercure. Tout d'abord, la nécessité, afin d'éviter le torpillage par sous-marins, de faire naviguer les navires plutôt la nuit et en convois protégés, a été une source de difficultés techniques et pratiques. Il était, en effet, fort difficile d'assurer parfaitement l'ordre de la marche du convoi d'un grand nombre de bâtiments sans feux de position pour ne pas signaler au sous-marin ennemi, aux aguets, le passage d'une flotte marchande avec son escorte protectrice.

Le professeur Wood a résolu fort habilement ce difficile problème à l'aide du dispositif suivant que nous allons indiquer.

**Principe.** — Ce dispositif consiste à entourer une lampe à vapeur de mercure, riche en radiations ultra-violettes, d'une chemise de verre spécial silicaté que nous venons d'indiquer, de manière à réaliser un faisceau assez intense de rayons ultra-violets qui seront projetés invisiblement fort loin, dans l'espace. Alors, si sur les bâtiments du convoi, on a installé une lunette munie d'un écran au platino-cyanure de baryum, on pourra apercevoir une image phosphorescente de la lampe sur cet écran détecteur d'ultra-violet. Si chaque navire porte à l'avant, deux feux *A* et *B*, on percevra deux images *a* et *b*, dont on pourra, d'après l'écartement *ab* et si on connaît la largeur *AB* sur le bateau observé, déduire très exactement la position du bâtiment repéré (voir fig. 4 et 5, page 244).

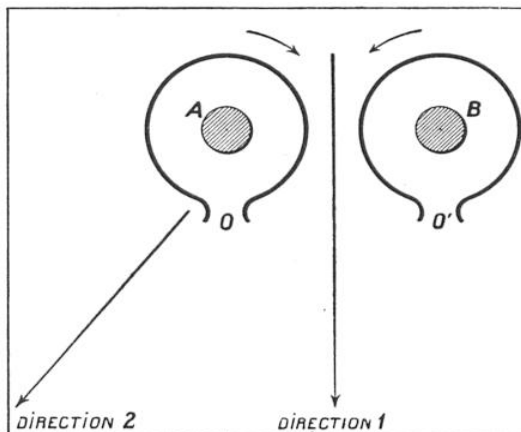


FIG. 6. — REPÉRAGE D'UN BATIMENT SITUÉ HORS DE L'AXE DU NAVIRE OBSERVATEUR. Chacun des deux feux *A* et *B*, signaux du navire, est entouré d'une chemise opaque, comportant une petite fente *o o'*. Les chemises sont animées d'une vitesse de rotation synchrone et en sens inverse. L'observateur placé dans la direction 1 aperçoit simultanément les foyers lumineux *A* et *B* ; au contraire, s'il se trouve dans la direction 2, il voit d'abord le signal *B*, puis *A* ensuite, c'est-à-dire les deux feux successivement. Ceci permet d'apprécier la position exacte des deux navires vis-à-vis l'un de l'autre.

Si chaque navire porte à l'avant, deux feux *A* et *B*, on percevra deux images *a* et *b*, dont on pourra, d'après l'écartement *ab* et si on connaît la largeur *AB* sur le bateau observé, déduire très exactement la position du bâtiment repéré (voir fig. 4 et 5, page 244).

Ce repérage devient impossible quand le navire observateur n'est plus dans l'axe du navire repéré ; en effet, s'il se trouve sur les côtés, la mesure de *ab* est impraticable. Wood a tourné très simplement cette nouvelle difficulté. Pour cela, on enveloppe complètement chacune des deux lampes, chacun des deux feux *A* et *B*, signaux d'un même navire, avec une chemise opaque ne comportant qu'une petite fente *oo'* (fig. 6).

Les deux chemises tournent en sens inverse avec une vitesse de rotation synchrone. Par suite, lorsque l'observateur se trouve situé dans la direction 1, il aperçoit les deux points lumineux *A* et *B*, simultanément, tandis qu'au contraire, s'il se trouve dans la direction 2 étant placé de côté, il aperçoit le signal *B* d'abord, puis *A* ensuite, donc les deux feux successivement. On a ainsi un moyen de direction et d'appréciation de la position exacte des deux bâtiments — ce qui est fort précieux pour éviter tout abordage.

**Bouées indicatrices.** — Pour l'entrée d'un port, d'un chenal, d'une passe quelconque, on peut se servir de bouées indicatrices peintes avec une substance fluorescente. Alors, si sur le navire on a installé un projecteur de rayons ultra-violets, lorsque la bouée sera balayée et insolée par le faisceau



de radiations invisibles ultra-violettes, elle s'illuminera et pourra être aisément repérée, ce qui facilitera l'entrée des ports, principalement en cas de temps brumeux.

*Atterrissage des avions.* — L'aviation elle-même peut aussi retirer un grand avantage de l'emploi des rayons ultra-violettes, afin de faciliter l'atterrissage des avions par le repérage aisé des champs d'aviation.

L'aviateur qui cherche à atterrir, en repérant le terrain, l'examine alors avec une lunette portant un écran fluorescent et par la luminosité des points, images des lampes à mercure du terrain. il peut ainsi le repérer plus facilement. L'expérience a prouvé que, même à 3.000 mètres d'altitude, les signaux pouvaient être aisément perçus.

*Fluorescence.* — Il n'y a pas que le platino-cyanure de baryum qui puisse devenir fluorescent sous l'action des rayons ultra-violettes, le professeur Wood a montré que d'autres substances possédaient cette propriété qui est très générale. La vaseline prend une fluorescence d'un violet pâle, de même que les cristaux de spath fluor, le verre d'urane; des matières colorantes telles que : la rhodamine, l'esculine et la fluorescéine, présentent des teintes magnifiques sous le rayonnement invisible ultra-violet, particulièrement vibrant.

*Liquides fluorescents.* — Ainsi la fluorescéine jaune donne une splendide fluorescence verte; l'éosine rose pâle (obtenue en diluant de l'encre rouge) donne une fluorescence orangée extrêmement chatoyante.

Une solution cramoisie de rouge de Magdala donne une fluorescence écarlate; enfin, la quinine incolore donne la teinte superficielle bleue bien caractéristique.

On peut rendre facilement toutes ces colorations plus frappantes encore, en réfléchissant la lumière invisible ultra-violette verticalement, dans un récipient contenant le liquide fluorescent (ammoniaque dilué dans l'eau) on y jette les grains de la matière colorante. Une lentille de quartz *L*, placée

juste au-dessus du vase (fig. 7), sert à concentrer le faisceau *UV* en un cône lumineux effilé pénétrant dans le liquide.

De simples fractionnements d'écorce de marron d'Inde ou d'écorce de frêne, produiraient les mêmes phénomènes de fluorescence et de brillant éclat si remarquables.

Pour conclure, on peut dire que les belles recherches de Wood bien que dirigées d'abord vers des objectifs militaires, télégraphie optique dans les tranchées, n'en ont pas moins fourni des résultats d'une utilité incontestable, qui pourront nous servir en temps de paix,

car elles nous rendent davantage maître de cette énergie extrêmement vibratoire que possèdent les radiations ultra-violettes.

*Production des rayons ultra-violettes par étincelles.* — Outre les beaux travaux du professeur Wood, nous devons signaler que M. Lippmann, en mai 1914, a présenté une note de M. de Kowalski, de Friborg, dans laquelle ce dernier décrit un procédé économique de production des rayons ultra-violettes qu'il nous semble utile d'indiquer ici. Ce procédé, très simple, est basé sur l'emploi de l'étincelle oscillante, comme source

pratique des radiations ultra-violettes.

L'auteur a constaté que pour cette expérience, le métal *Invar* (acier au nickel), que l'on peut employer comme protection du rayonnement invisible infra-rouge, convenait bien mieux que l'aluminium. L'énergie mise en jeu est plus grande avec l'*Invar*. Enfin, il n'est pas nécessaire de disposer d'une haute fréquence; une vingtaine d'étincelles seulement à la seconde fournissent un excellent rendement pour la télégraphie optique secrète des armées en campagne.

*Conclusion.* — Ainsi, les radiations invisibles, à basse et haute fréquences, des deux extrémités du spectre solaire, peuvent aussi nous servir pour télégraphier sans fil, à travers l'espace, mais pour des distances ne dépassant pas 25 à 30 kilomètres.

ANDRY-BOURGEOIS

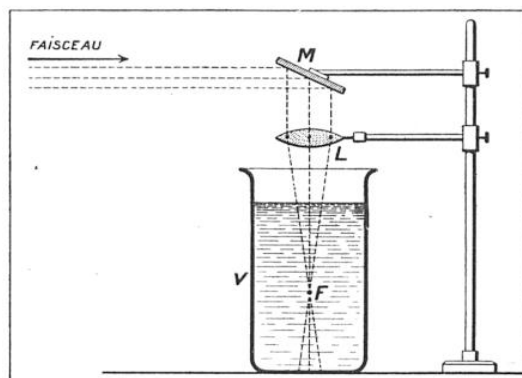


FIG. 7. — EXAMEN DES LIQUIDES FLUORESCENTS PAR LES RAYONS ULTRA-VIOLETS

*Pour observer facilement les fluorescences colorées de certains liquides, on réfléchit la lumière invisible ultra-violette verticalement dans un vase contenant le liquide fluorescent. On y projette les grains de la substance colorante. La lentille de quartz *L*, placée au-dessus du récipient, sert à concentrer le faisceau ultra-violet invisible en un cône lumineux, effilé, pénétrant dans le liquide; *M* est le petit miroir réfléchissant le faisceau.*



# LE FULMINATE DE MERCURE ET SON EMPLOI DANS LA CAPSULERIE

Par Clément CASCIANI

**V**ERS le début, de la Restauration se répandit en France l'usage, pour la mise de feu dans les armes de luxe, des *capsules fulminantes*, inventées en 1815 par un armurier anglais, sortes de petits dés de cuivre portant au fond une couche de composition fulminante : placée sur une cheminée dans laquelle est percée la lumière, elle est écrasée directement par le choc du chien agissant à la façon d'un marteau. Ce système se généralisa, dans les années qui suivirent, pour les armes de la chasse, mais ce ne fut qu'en 1840 qu'il devint réglementaire dans l'armée, et l'usage de la capsule, soit seule, soit incorporée à la cartouche complète pour le chargement par la culasse, ne cessa pas, dès lors, de faire partie de l'armement dans la plupart des pays.

La poudre fulminante, formée de chlorate de potasse, puis de fulminate d'argent, et enfin de fulminate de mercure, avait d'abord été employée sous forme de pastilles ou grains recevant le choc du mécanisme de percussion ; ce fut un progrès considérable de la déposer en couche mince dans le fond même des capsules.

Les fulminates sont des composés détonants qu'Howard a découverts en chauffant des azotates de mercure ou d'argent avec l'alcool et l'acide azotique. Ils détonent violemment par la chaleur, la percussion, l'acide sulfurique concentré. Le fulminate d'argent est plus sensible encore au choc que le fulmi-

nate de mercure ; son maniement est très dangereux. Aussi ne l'emploie-t-on que rarement et en très petite quantité. Le fulminate de mercure est bien plus important ; c'est lui qui sert à peu près exclusivement à faire

les amorces des cartouches de fusils, des détonateurs, etc. Il cristallise en aiguilles solubles dans l'eau bouillante, et l'on ne doit le manipuler, quand il est sec, qu'avec des précautions extrêmes, afin d'éviter les accidents ; un gramme donne, par l'explosion, 155 centimètres cubes de gaz évalués à 0 degré

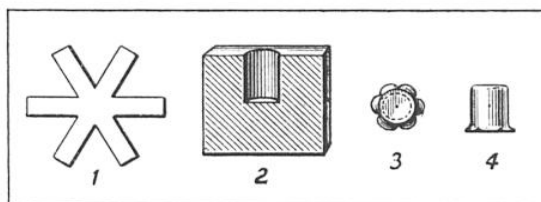
et à 760 millimètres de pression.

Il se prépare dans le laboratoire en dissolvant une partie de mercure dans 12 parties d'acide azotique, puis en versant la solution dans 11 parties d'alcool à 85°. On porte à une ébullition très modérée et on laisse refroidir. Le sel se dépose : on le lave, on le pose, humide, sur une assiette plate et on le dessèche ensuite au bain-marie.

Dans la fabrication industrielle, le procédé mis en œuvre est le même, sauf certaines modifications dans la manière d'opérer, nécessitées par la production sur une grande échelle. De plus, suivant les centres de fabrication, on remarque certain-

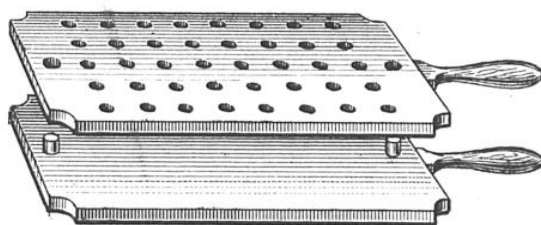
nes différences, ne portant, d'ailleurs, que sur des détails, dans le processus opératoire.

M. Lenoble, inspecteur départemental du travail à Valence, qui a eu à surveiller une importante fulminaterie ayant fonctionné pendant la guerre dans la Drôme, a publié,



FABRICATION DES ALVÉOLES DE CAPSULES

1, étoile à six branches découpée à l'emporte-pièce dans une feuille mince de cuivre ; 2, matrice à alvéoles vue en coupe ; 3 et 4, alvéole en forme de chapeau à six ailettes, vue en plan et en élévation.

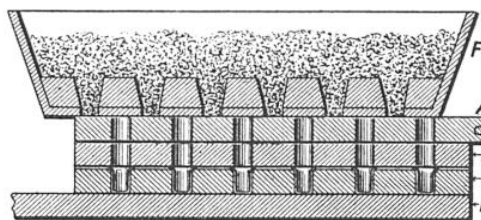


« MAIN » POUR LE CHARGEMENT A LA MAIN DES ALVÉOLES DE CAPSULES

Les alvéoles sont placées dans les trous de la plaque supérieure et leur fond repose sur la surface de la plaque inférieure quand les deux plaques sont rapprochées au moment du dépôt de la charge.



VUE EN COUPE DE LA TRÉMIE A TIROIR POUR LE CHARGEMENT MÉCANIQUE

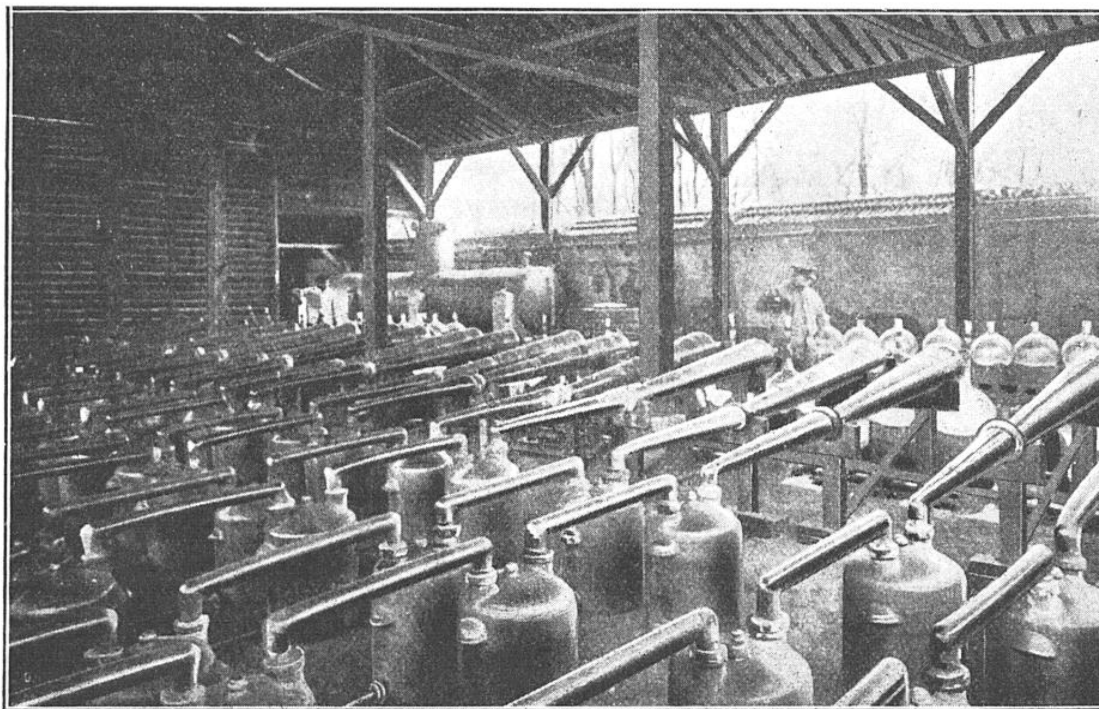


A, tiroir susceptible d'être animé d'un mouvement de va-et-vient de telle manière que les trous dont il est percé soient alternativement en regard de ceux du fond de la trémie et de ceux de la plaque inférieure fixe C, lesquels sont tous en nombre égal; B, plaque supérieure de la « main » dans les trous de laquelle sont placées les alvéoles à remplir de fulminate; D, tige articulée donnant au tiroir le mouvement alternatif; E, socle, ou plaque inférieure de la « main »; F, trémie remplie de fulminate de mercure. — Dans la position de la figure, les trous du tiroir se voient en regard de ceux de la plaque inférieure C, une poussée de la tige D les mettra au-dessous de ceux de la trémie où ils se rempliront de fulminate; un mouvement en sens contraire les amènera au-dessus des alvéoles où ils se videront de la charge de fulminate qu'ils ont transportée.

dans le *Bulletin de l'Inspection du travail*, sur cette fabrication, une intéressante étude dont nous résumerons la principale partie :

A l'usine, l'acide nitrique à 40° B, contenu dans une cuve de grès, s'écoule à travers un filtre d'amiante dans des ballons de verre à fond plat. Le mercure, filtré de son côté, est ajouté dans ces ballons par doses de 400 à 900 grammes. Aussitôt en contact, l'acide et le mercure réagissent en dégageant des vapeurs de bioxyde d'azote qui, en présence de l'oxygène de l'air, deviennent rutilantes.

La solution verte de nitrate acide de mercure reste dans le ballon. L'alcool est placé dans de grands ballons de verre de 30 à 60 litres, où l'on verse la solution de nitrate acide ; il se produit un abondant dégagement de vapeurs blanches, et, au bout d'une heure, il ne reste plus dans le ballon qu'un précipité blanc de fulminate surmonté d'un liquide acide incolore. On laisse refroidir, on décante, on lave le fulminate à grande eau, puis on le transporte dans des passoires en grès garnies de molleton où il subit un lavage

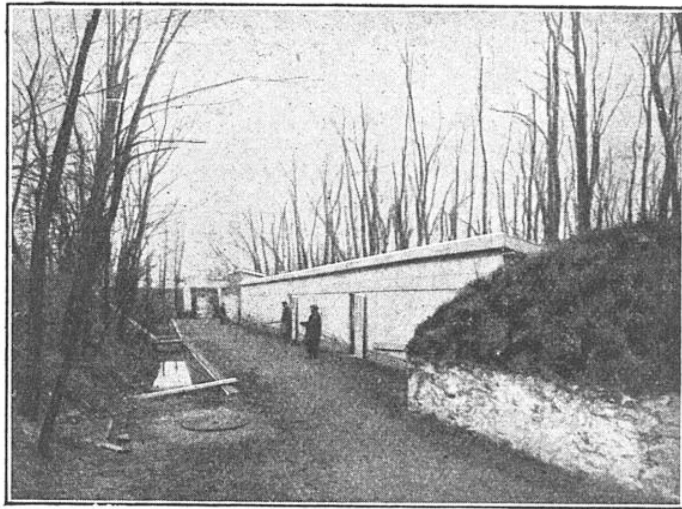


FABRICATION DU FULMINATE DE MERCURE A L'USINE DES BRUYÈRES-DE-SÈVRES

Les réactions s'opèrent dans les ballons de verre. Les vapeurs dégagées sont reçues dans les récipients cylindriques en grès à deux tubulures, où l'alcool est récupéré.



définitif, prolongé jusqu'à ce que les eaux de sortie soient parfaitement neutres. La poudre humide est tamisée sous l'eau, filtrée sur flanelle, puis essorée dans le vide. Jusque-là le fulminate humide a pu être manipulé sans grandes précautions. Il est alors étendu en couches minces sur des planchettes de bois et porté au séchoir, chauffé par radiateurs à eau chaude. Après une heure environ, le fulminate en sort sous forme de poudre blanche, particulièrement sensible au moindre choc. Chaque planchette porte 250 grammes de fulminate; chaque séchoir ne contient que quatre planchettes et est séparé des voisins par des murs résistants; le fond est également formé par un mur épais, tandis que la quatrième face des séchoirs n'est qu'une simple paroi de toile pour canaliser le souffle en cas d'explosion. Pour éviter les brûlures et la respiration des vapeurs irritantes, chaque ballon est calé dans un panier à deux poignées pour le transport et est surmonté d'un tube en grès avec tubulure latérale se continuant par une canalisation étanche où les vapeurs sont entraînées vers une cheminée. Les deux réactions successives s'opèrent dans ces ballons, alignés sous un auvent où l'air circule librement. Le fulminate sec est alors tamisé sur des tamis de crin pour fournir la poudre fine nécessaire aux amorces. Les tamis imaginés par M. Heil-



SÉCHOIR A FULMINATE CHAUFFÉ A LA VAPEUR

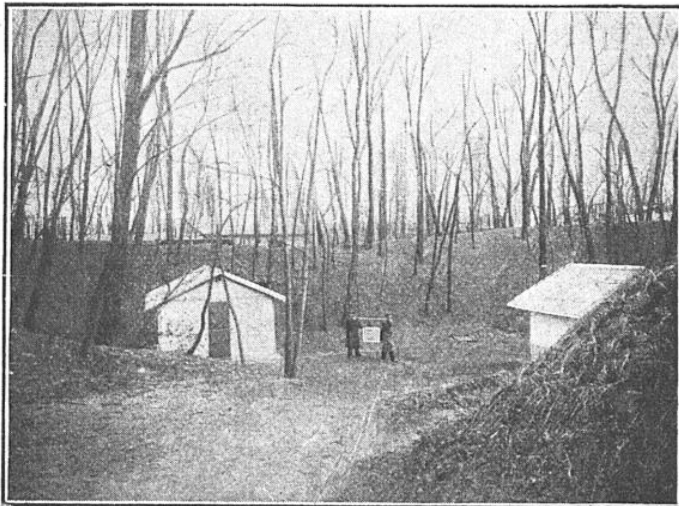
mann, directeur de l'usine, sont maintenus par groupes de quatre dans des cercles de caoutchouc reliés à une tringle qui permet de les secouer à distance. A chaque tamis est fixé un sac conique en baudruche dont la pointe inférieure repose dans une sèbile en caoutchouc. La tringle traverse le mur de protection derrière lequel l'ouvrier met l'appareil en mouvement. Lorsque le tamisage est terminé, la poudre réunie dans le sac, est versée doucement dans la sèbile sans soulever de poussière. Les tamis sont très fréquemment nettoyés pour enlever les particules qui risqueraient de provoquer une explosion.

Les fulminateries sont toujours établies dans des lieux déserts, loin de toute habitation, afin de limiter les dégâts en cas d'accident.

La Société française des Munitions a établi la sienne au lieu-dit les Bruyères-de-Sèvres, en plein bois. Là se fait également le chargement des alvéoles.

Cette même société possède à Issy-les-Moulineaux son usine pour toutes les autres opérations concernant la fabrication des capsules, que nous allons passer rapidement en revue, en commençant par la formation des alvéoles destinées à recevoir la composition fulminante.

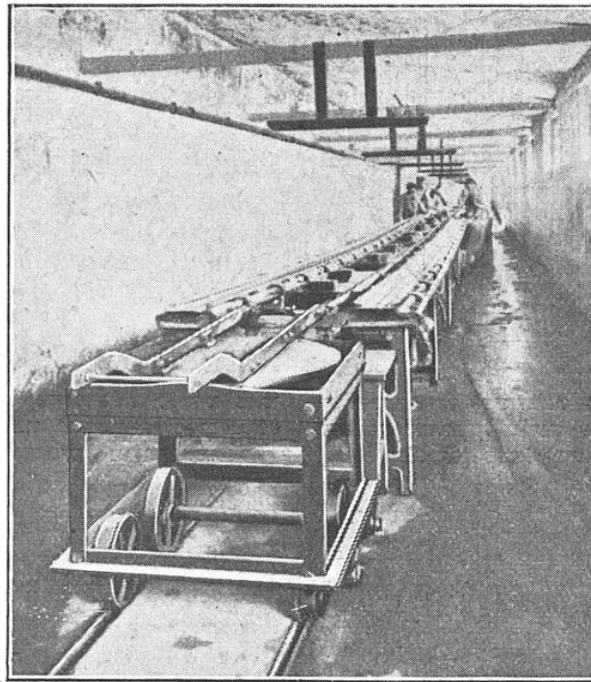
Les premières capsules pour fusils de guerre, dont le modèle fut adopté en 1840, avaient la forme d'un dé ou godet conique, muni d'un rebord fendu en étoile.



POUDRIÈRES INSTALLÉES DANS UN ENDROIT ISOLÉ



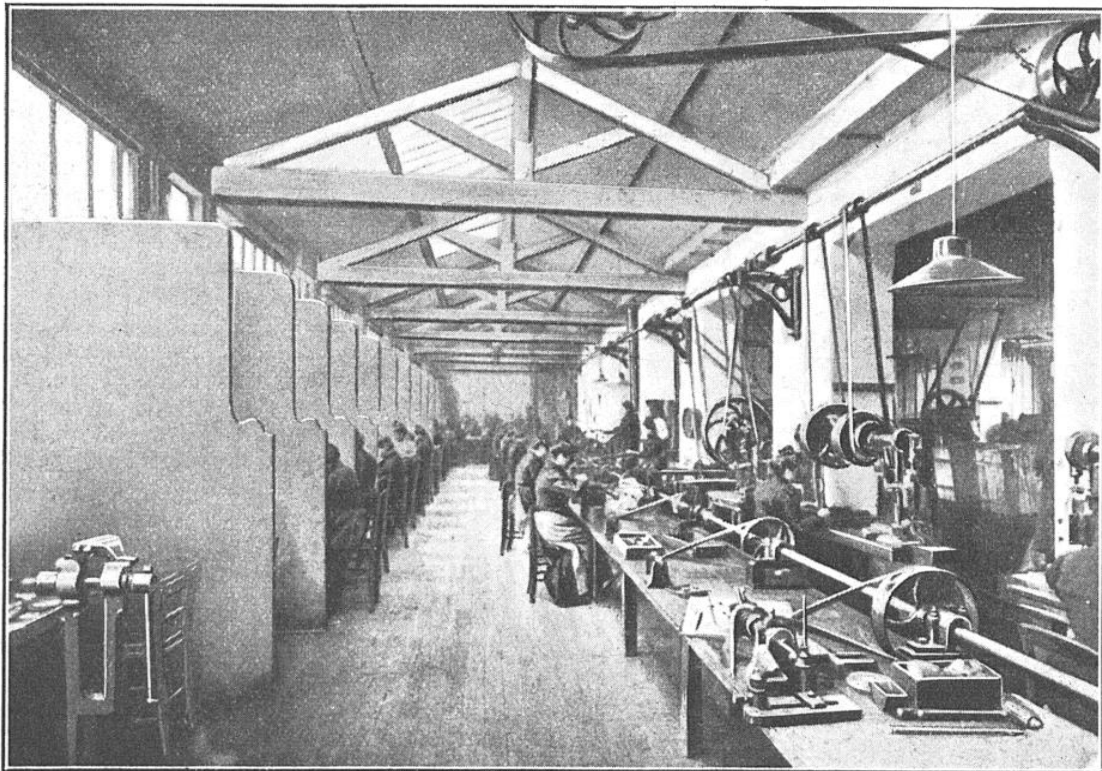
Ces fentes se prolongeaient dans la partie cylindrique, pour prévenir les éclats, au moment de l'explosion, en assurant l'épanouissement du cuivre, et pour faciliter l'extraction après le tir, en permettant au métal de se fendre sous l'action du chien et d'adhérer, par suite, moins fortement à la cheminée de l'arme. La charge de poudre fulminante, formée de 2 parties de fulminate de mercure et de 1 partie de salpêtre, était de 4 centigrammes; elle était recouverte d'une goutte très



BANC DE CHARGEMENT DES CAPSULES

faible de vernis à la gomme-laque pour la préserver de l'humidité.

En 1866, la disposition de la capsule fut modifiée de manière à faire partie intégrante de la cartouche du fusil à aiguille, qui venait d'être adopté. En forme de chapeau, elle présentait une alvéole tournée du côté de la charge, portant la poudre fulminante dans son fond percé de deux petits trous. Les six fentes divisaient le chapeau en six ailettes et se prolongeaient suivant les génératrices de l'alvéole dans le but



ATELIER OU S'EFFECTUE LE CHARGEMENT DES CARTOUCHES POUR FUSILS DE CHASSE

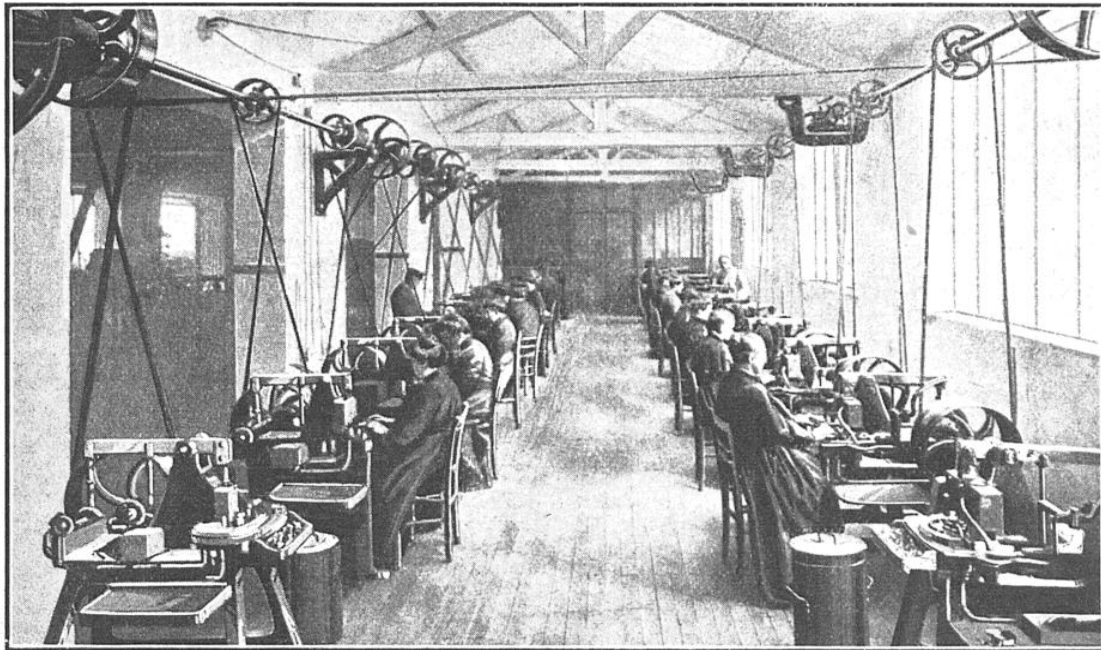


de prévenir les éclats, comme il est dit plus haut. La charge de poudre fulminante était de 15 milligrammes, ayant la composition suivante : 2 parties de fulminate de mercure, 1 partie de salpêtre, 1 partie de sulfure d'antimoine. Cette capsule, enfin, se réduisit à une alvéole sans rebord dans la cartouche métallique des fusils modèle 1874 et 1886, où l'aiguille a été remplacée par un percuteur moins fragile. Dans ces armes, la détonation de la poudre fulminante est provoquée par l'intermédiaire d'une pièce métallique, appe-

cyanures et les ferrocyanures métalliques.

Quand les capsules sont destinées à être expédiées dans des pays exceptionnellement humides, elles sont imperméabilisées au moyen d'une feuille d'étain très mince dont on recouvre la composition fulminante.

Comme pour les fusils de guerre, la capsule se trouve naturellement comprise dans les cartouches de chasse, soit à broche, soit à percussion centrale, pour les fusils se chargeant par la culasse, actuellement très en usage ; elle se réduit alors à une alvéole ayant



CONFECTION DES CAPSULES-CARTOUCHES POUR LES CARABINES FLOBERT

lée *enclume* ou *enclumette*, qui est formée par emboutissage du métal même du culot, et contre laquelle la poudre se trouve comprimée par l'effet du choc du percuteur.

Les capsules de chasse sont de dimension moindre que celles de guerre et n'ont généralement pas de rebord. L'alvéole cylindrique formée par emboutissage est, soit unie, soit pourvue de minces cannelures. Parfois, enfin, elle est fendue comme celle des capsules destinées aux cartouches des fusils de guerre.

La composition fulminante varie suivant les marques et les usages auxquels elle est destinée. Pour les fusils à piston, elle est formée de deux tiers de fulminate de mercure et un tiers de salpêtre, ou bien d'un mélange spécial, dit fulminate Gaupillat, qui comprend du chlorate de potasse et des produits divers tels que le soufre, les sulfo-

les dimensions strictement suffisantes pour recevoir la composition fulminante.

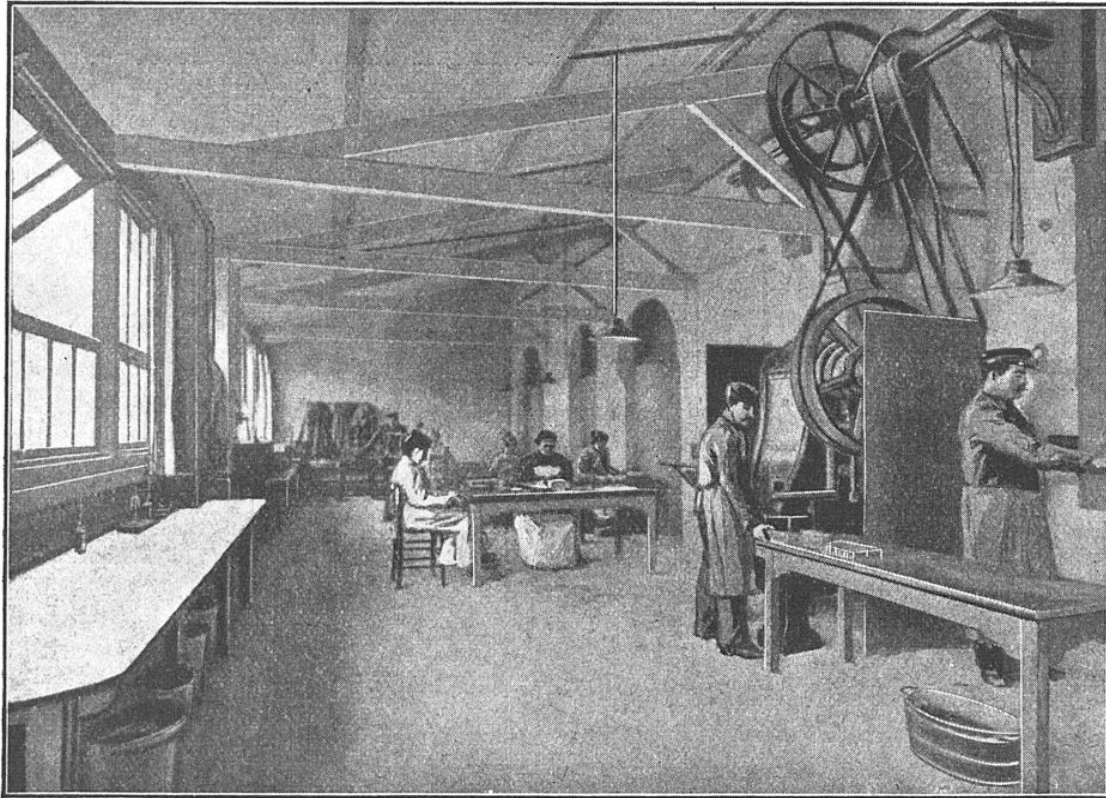
La confection des alvéoles comprend le découpage à l'emporte-pièce de bandes de feuilles de cuivre rouge, puis l'emboutissage des parties découpées à l'aide d'une machine spéciale dont il existe plusieurs modèles présentant des dispositifs assez divers, mais comprenant toujours finalement un poinçon qui, par un mouvement alternatif (vertical ou horizontal), détache dans la feuille de métal une rondelle et l'emboutit ensuite dans une matrice. Pour les capsules fendues à chapeau, le poinçon présente la forme d'une étoile à six pans, de la forme indiquée page 247. Lors du refoulement dans la matrice, le centre de la rondelle est retenu par une tige à épaulement, placée dans l'axe du poinçon, et dont le téton présente la



forme intérieure de l'alvéole ; les pans se rabattent sur les parois et les extrémités s'étalent horizontalement sur l'épaule, de sorte que l'alvéole ainsi formée est coincée entre la surface extérieure du téton qui la remplit et le poinçon. Celui-ci, en remontant, entraîne l'alvéole par frottement et la laisse échapper au moment où une tige, ajustée dans sa cavité centrale, bute contre une vis

par un triage extrêmement soigné, on écarte toutes celles présentant des défauts, telles que bavures, saillies ou fond percé.

Le chargement comprend le placement des alvéoles dans les *mains*, leur remplissage, la compression de la charge, le décrochage des capsules et le nettoyage des *mains*. Auparavant, on a préparé la composition fulminante en mélangeant, dans les propor-



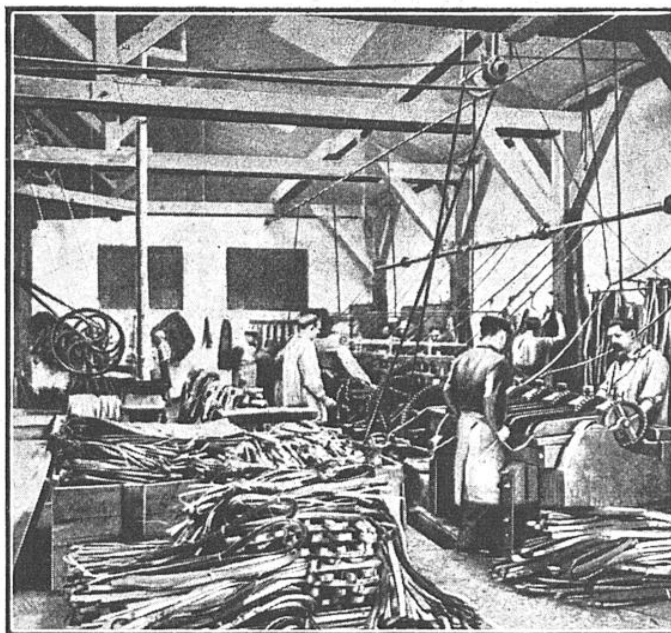
ATELIERS DE FABRICATION DES DÉTONATEURS EMPLOYÉS COMME SIGNAUX D'ALARME  
SUR LES VOIES FERRÉES ET APPELÉS VULGAIREMENT « PÉTARDS »

placée *ad hoc*. Pour les capsules non fendues, le poinçon présente simplement un téton ayant la forme intérieure de l'alvéole, lequel emboutit le cuivre dans une matrice de forme appropriée. Quand la capsule doit être cannelée, la matrice présente des cannelures en saillie qui se reproduisent en creux dans la paroi de l'alvéole. Avant leur utilisation, on fait tourner les alvéoles dans un baril à moitié rempli de sciure, pour enlever les bavures qui pourraient donner lieu ultérieurement à des accidents. Puis on les décape en les plaçant dans un sac que l'on ne remplit qu'à moitié et auquel on imprime un rapide mouvement de rotation. Enfin,

tions indiquées plus haut, le fulminate de mercure, auquel on fait subir, au moment de l'emploi, un dernier lavage suivi d'un égouttage, avec le salpêtre trituré dans un baril tournant pour être réduit en poudre fine et passé au tamis de soie n° 1 (1.600 trous par carré de 2 centimètres de côté). Le mélange se fait sur une table de marbre au moyen de spatules en corne ; il est suivi d'un broyage avec une molette en bois dur en ajoutant de l'eau afin de prévenir l'explosion. Après un broyage de cinq à six minutes, le mélange est mis en briquettes, desséché à un degré déterminé, puis concassé en morceaux très fins avec des molettes en liège



sur du papier sec. Les grains qui en résultent sont passés au tamis de soie n° 1, et ils doivent alors couler régulièrement entre les doigts comme du sable fin très sec. La composition doit être utilisée sans retard, car sa conservation présente de grands dangers et ses propriétés détonantes s'altèrent assez rapidement. L'addition de trisulfure d'antimoine se fait au moment même

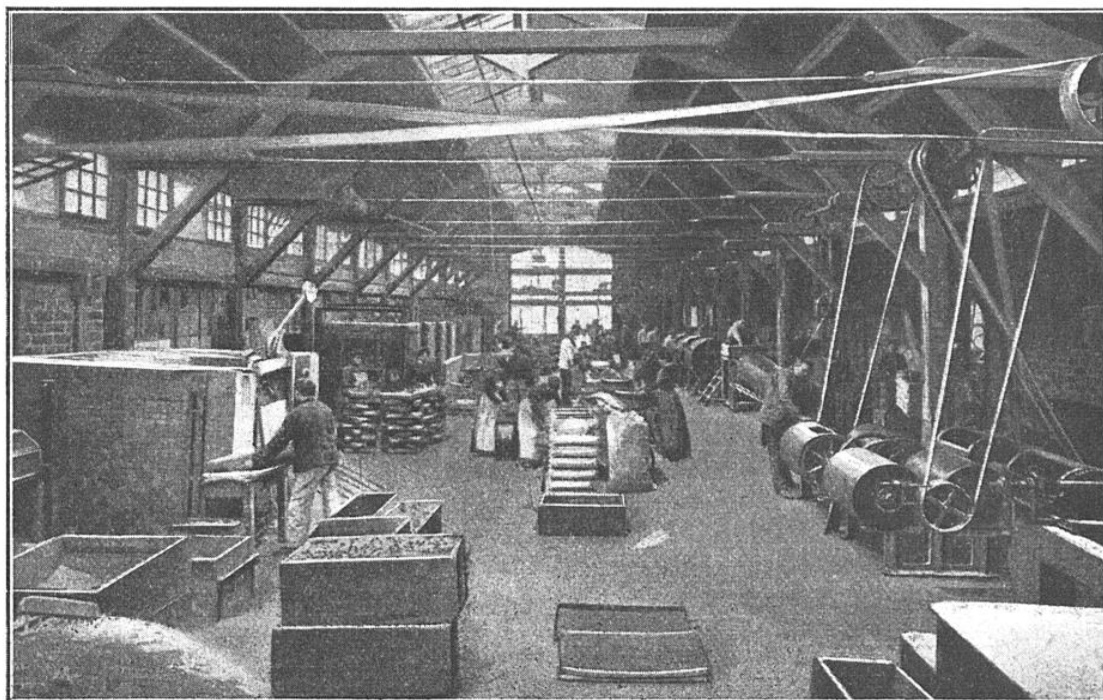


LAMINOIRS A CUIVRE A L'USINE D'ISSY-LES-MOULINEAUX

de l'emploi par mélange à sec au moyen de barbes de plumes, ou par va-et-vient dans des sortes de boîtes à section carrée manœuvrées à travers le mur de protection,

et le tout est versé avec précaution dans une boîte en gutta-percha.

Les alvéoles, entre temps, ont été placées dans les *maines*, qui sont des plaques d'acier munies d'une poignée, et formées de deux parties assemblées à l'aide de deux goupilles; la plaque supérieure est percée de trous équidistants laissant dépasser seulement le bord supérieur des alvéoles, la plaque inférieure porte en relief, au-dessous de chaque trou, la marque de fabrique. Une première ouvrière, dite *remplisseuse* (ce sont des femmes qui font ce travail), répartit

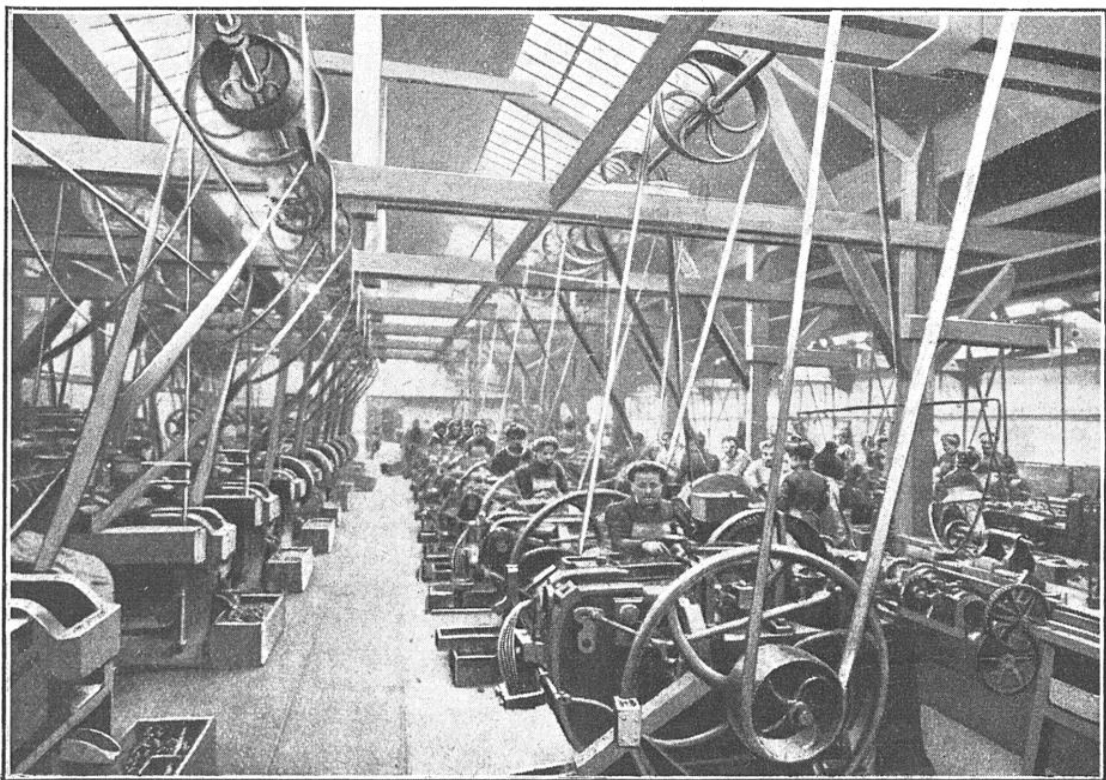


VUE GÉNÉRALE DU HALL DES FOURS A RECUIRE ET DES BAINS DE DÉROCHAGE





ÉTIRAGE DES TUBES EMPLOYÉS POUR LA CONFECTION DES CARTOUCHES



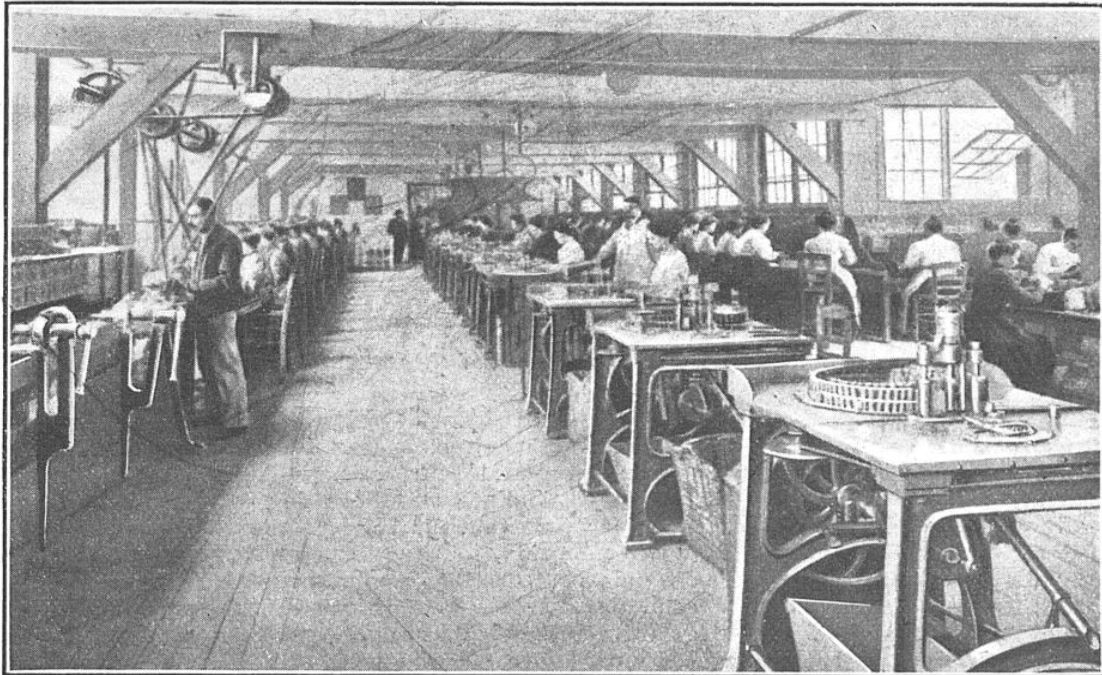
L'OPÉRATION DE L'ÉTIRAGE DES TUBES EST SUIVIE DE CELLE DE L'EMBOUTISSAGE



les alvéoles dans les trous, de manière que le fond soit, en bas, en contact avec la plaque inférieure de la main. Une *trieuse* retire ensuite les alvéoles défectueuses à l'aide de pinces et les remplace par d'autres.

On peut alors remplir à la main, avec une cuiller, les capsules de composition, mais ce procédé est lent et peu pratique, et il vaut beaucoup mieux, surtout quand il s'agit d'une production importante, utiliser une *trémie*, qui est formée d'une boîte rectangulaire en bronze dont le fond *A* est percé de trous

levier, tous ses trous se vident, d'abord dans ceux de la plaque *B*, en concordance avec les siens, puis finalement dans les capsules amenées dans la main même, avec leurs orifices en regard des trous de la plaque *B*. (Cette dernière pourrait à la rigueur être supprimée, et certaines trémies en sont dépourvues). Le chargement est ainsi automatique et rapide, mais il doit être entouré de grandes précautions, car c'est la partie la plus dangereuse de la fabrication. La trémie est montée sur un châssis en bronze et placée



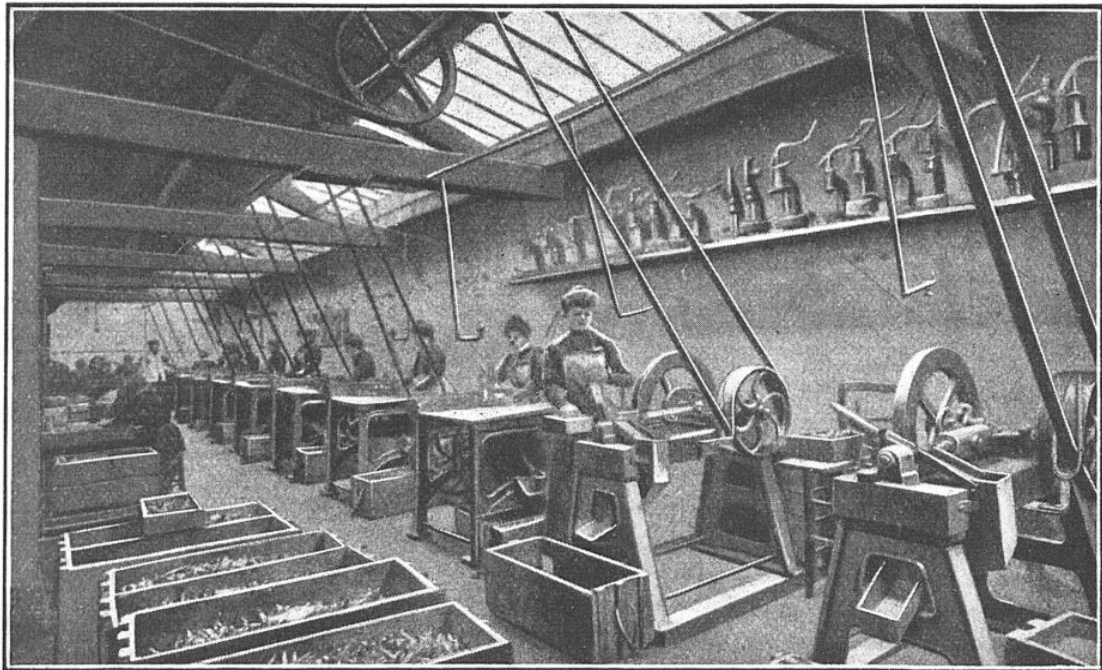
OUVRIERS ET OUVRIÈRES PROCÈDENT À L'AMORÇAGE DES CARTOUCHES DE CHASSE

disposés comme ceux des mains (fig. page 248) et se trouve placé au-dessus d'un second fond *B*, disposé de la même manière, mais dont les trous sont reportés de quelques millimètres en avant. Une plaque *C*, ou *tiroir*, percée de trous semblables, peut glisser entre les deux fonds de manière que ses propres trous se trouvent à volonté en regard des trous du fond supérieur ou de ceux du fond inférieur. La trémie ayant été chargée à sa partie supérieure de composition fulminante, la plaque-tiroir, dans sa première position, c'est-à-dire quand ses trous sont en concordance avec ceux du fond de la trémie, recueille dans chacun de ses trous la charge d'une capsule, et, dans sa seconde position, qu'on lui fait prendre en agissant sur elle à distance au moyen d'un

dans une cabine limitée sur trois côtés par des murs de 70 centimètres d'épaisseur et largement ouverte sur le quatrième. L'ouvrière chargée de la manœuvre du levier se tient derrière le mur de fond ; elle y est protégée, de plus, par un écran en tôle d'acier. Des dispositifs de sécurité ne lui permettent de pénétrer dans la cabine que lorsque le chargement est terminé. De plus, elle est habillée d'une combinaison pour soulever le moins de poussière possible et chaussée de pantoufles à semelles en caoutchouc. Après deux charges, elle nettoie la trémie avec un pinceau mouillé, et, enfin, les trémies sont fréquemment noyées pour procéder à leur nettoyage sans danger. On a pu ainsi réduire les accidents au strict minimum.

On procède ensuite à la compression de





DANS CET ATELIER, ON AMORCE LES DOUILLES DE CARTOUCHES DE GUERRE

la charge versée dans les alvéoles afin qu'elle reste adhérente et présente une épaisseur régulière. La main garnie est portée sur le socle d'une presse à comprimer, qui comprend une tige d'excentrique, mue par l'intermédiaire de deux engrenages au moyen d'un volant à manivelle, qui porte des poinçons en nombre correspondant à celui des alvéoles fixées dans la main ; dans le mouvement d'abaissement de la tige d'excentrique, les poinçons entrent dans les alvéoles, et la composition fulminante se trouve tassée, à une pression déterminée, d'après la course même de la tige d'excentrique. En même temps, la marque de fabrique, qui est en relief sur la plaque inférieure de la main, s'imprime en creux sur le fond de la capsule. Il est assez curieux de remarquer que cette substance, si sensible au moindre choc, peut supporter sans dommage une pression relativement forte, donnée, il est vrai, lentement. La presse, d'ailleurs, est munie d'un masque en tôle en vue des explosions possibles, car, au cours de la compression, il se produit souvent des détonations partielles de quelques capsules ; mais elles ne se propagent pas et n'ont d'autre inconvénient que de noircir plus ou moins les capsules voisines.

Dans le mouvement de relèvement des tiges de la presse, les poinçons se trouvent dégagés ; on retire la main et on fait tomber

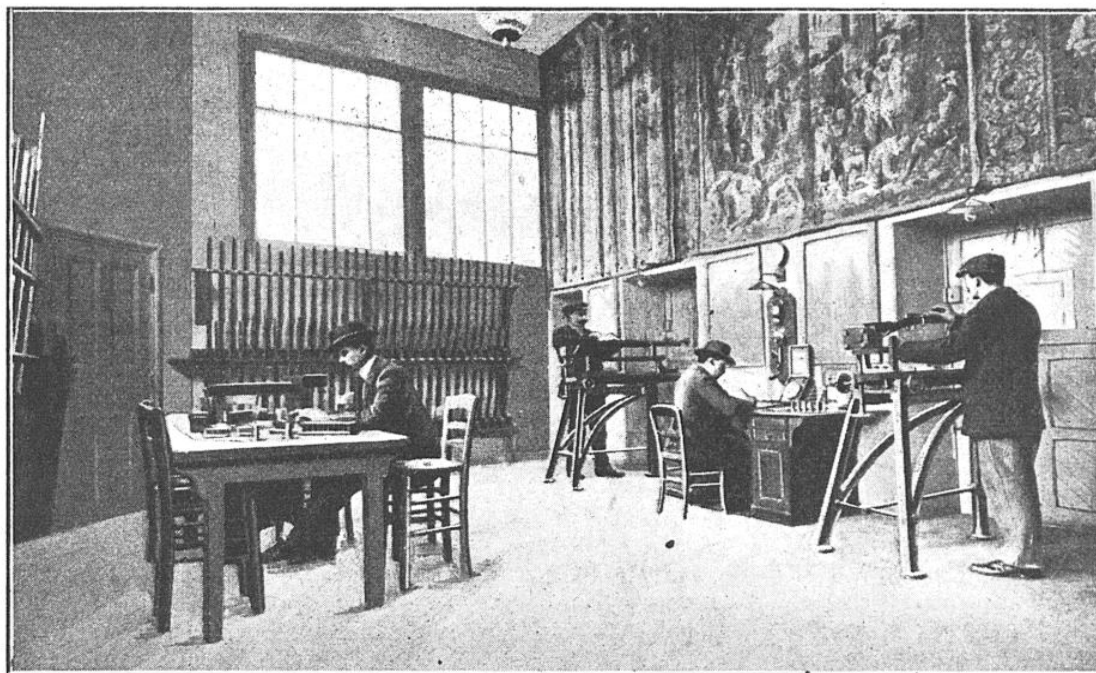
les capsules fabriquées sur un tamis à mailles de cuivre, en les faisant rouler avec le plus grand soin sur une feuille de caoutchouc inclinée et percée de nombreux trous afin de pouvoir rejeter celles dont la composition, mal tassée, s'échappe plus ou moins.

On termine la fabrication par le vernissage à la dissolution alcoolique de gomme-laque : les capsules sont placées, leur orifice tourné vers le haut, dans les 500 trous d'une plaque de tôle, dite planchette à vernir ; une autre plaque porte 500 poinçons disposés comme les trous de la planchette à vernir et en concordance avec eux ; elle est, de plus, munie de deux poignées qui permettent de la saisir pour plonger les poinçons dans le vernis dont ils retiennent chacun une goutte. On la porte alors au-dessus de la planchette garnie, et, grâce à des guides convenablement disposés, on la descend de telle façon que chaque poinçon s'engage dans une capsule et y dépose une goutte de vernis.

L'épreuve de recette se fait au moyen d'un petit « mouton » d'un poids déterminé, qui doit, en tombant d'une hauteur fixée comme minimum, faire détoner la capsule placée dans des conditions identiques à celles où elle se trouverait au moment de son emploi.

Les capsules reconnues défectueuses sont déchargées en les plongeant dans l'eau





LA SALLE OU L'ON ESSAIE LES MUNITIONS POUR ARMES PORTATIVES, DITE SALLE DE TIR

chaude jusqu'à ramollissement de la composition, qui peut alors facilement s'enlever au moyen d'une pointe de bois ou de corne sans produire aucun frottement ou choc dangereux. Ou bien, comme ce procédé est assez lent, on procède à leur « démolition » par la chaleur ; on en jette quelques poignées dans une marmite en fonte dont le couvercle est percé de petits trous et que l'on chauffe ; des détonations successives se produisent, et lorsqu'elles ont cessé, on ajoute de nouvelles capsules jusqu'à ce que la marmite soit pleine ; on la vide lorsqu'il ne se produit plus de détonation. Quand on a des fortes quantités de capsules à démolir, on opère plus rapidement en utilisant un four sur la sole duquel on les verse en une couche bien régulière de quelques centimètres et que l'on chauffe graduellement jusqu'à la température de déflagration de la composition, soit 180 à 190°. Le four étant complètement fermé à la hauteur de la sole, ne laissant qu'un étroit passage pour manœuvrer un râteau permettant de renouveler les couches de capsules en contact avec la sole, et une cheminée évacuant les produits de la déflagration, l'opération se poursuit sans danger et est assez rapidement terminée.

Nous n'avons parlé dans cet article que des capsules au fulminate de mercure pour fusil, mais elles ont aussi d'autres applications ;

on en fait des détonateurs pour signaux d'alarme sur les voies ferrées ; on leur donne alors un fort volume. En les munissant par sertissage d'une petite balle de plomb, elles servent de cartouches pour les carabines Flobert. Le fulminate de mercure s'emploie aussi dans la fabrication des étoupilles de l'artillerie, des pétards de mines, etc... Cet explosif est souvent remplacé, dans les amorces bon marché, par le chlorate de potasse, seul ou en mélange avec le fulminate, ce qui augmente encore la sensibilité au choc de celui-ci.

Les amorces en papier de canouil et celles de Blanchon, pour jouets d'enfants, briquets, etc., sont formées de quelques milligrammes d'une pâte faite de chlorate de potasse, de phosphore amorphe et de craie, déposée entre deux petits carrés de papier gommé. Enfin, mentionnons les amorces chimiques, qui sont faites d'un mélange de chlorate de potasse et d'un corps combustible sur lequel on fait tomber une goutte d'acide sulfurique concentré ; les amorces au potassium et au sodium qui s'enflamment au contact de l'eau, et les amorces électriques qui sont de deux genres : amorces à étincelles et amorces à fil porté à l'incandescence par le passage du courant. Nous n'avons pas à nous en occuper autrement ici : il nous suffit de les signaler.

CLÉMENT CASCIANI.



## UN CURIEUX MONOCYCLE AUTOMOBILE

Ce n'est certainement pas la commodité ni le confort qu'a recherché l'inventeur de ce véhicule automobile à une seule roue que représente la couverture de ce numéro. Il a plutôt visé l'économie aussi grande que possible des différents organes et accessoires que comporte, à l'ordinaire, un châssis automobile. Il ne pouvait toutefois disposer de moins d'une roue ; aussi celle qu'il emploie est d'un modèle assez grand pour que le conducteur s'y puisse loger tout entier. Voici comment cet engin exceptionnel est constitué.

Sur un cercle d'acier sont fixés, de façon rigide, le moteur et ses accessoires, ainsi que le siège du conducteur. À la périphérie, extérieurement, un certain nombre de galets supportent la grande roue, munie de son pneumatique, dont la jante repose sur la gorge de ces galets. Ces deux éléments concentriques, cercle et roue, peuvent donc

tourner, indépendamment l'un de l'autre, la roue autour du cercle. Toutefois, ce dernier, chargé du poids que représentent les organes moteurs, le siège du conducteur et le conducteur lui-même, groupés dans un petit secteur du cercle, se trouve en quelque sorte immobilisé par ce poids que la loi de la pesanteur empêche de tourner. Par contre, un galet de friction, actionné par le moteur, entraîne la jante de la roue qui se déplace d'autant plus facilement qu'aucun obstacle, aucune résistance ne la gênent. L'éloignement de ce galet de friction de la jante de la roue fait l'office de débrayage. La direction s'obtient par l'inclinaison à droite ou à gauche du corps du conducteur lui-même.

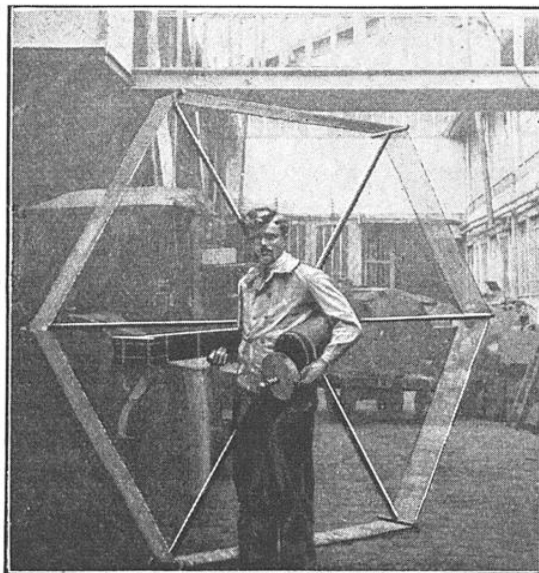
Les essais de ce monocycle automobile ont, paraît-il, donné des résultats satisfaisants et son inventeur, un ingénieur italien, aurait réalisé des vitesses de 48 kilomètres à l'heure, ce qui n'est vraiment pas mal.

---

## GRAND CADRE DÉMONTABLE ET TRANSPORTABLE POUR T. S. F.

L'EMPLOI d'un cadre pour la réception des signaux de télégraphie sans fil ou des concerts radiotéléphoniques, se généralise beaucoup, en raison de certaines difficultés que l'on éprouve parfois pour l'installation d'une antenne, surtout dans les villes. Or, il peut être très intéressant de transporter avec soi, pendant les vacances, par exemple, un appareil complet permettant de recevoir les radioconcerts quotidiens émis par divers postes parisiens. La partie la plus encombrante des dispositifs employés est certainement le cadre. Si l'on veut, en effet, capter une quantité d'énergie suffisante pour obtenir de bons résultats, il faut utiliser un grand cadre. Voici, cependant, qu'un amateur français vient de construire le

grand cadre démontable, représenté par notre photographie et signalé par *Radio-Revue*. Démonté, il peut être facilement porté sous le bras et son poids est faible.



*Le grand cadre récepteur de T. S. F.*

Ce cadre se compose d'un disque de bois central dans lequel six bras légers peuvent s'enfoncer. Ces bras se terminent en forme de T et, sur la barre transversale du T, on enroule une bande d'un tissu spécial dont la chaîne est constituée par des fils conducteurs et la trame par des fils isolants quelconques. En enfonçant au centre du disque central une cheville conique, on tend à volonté cette bande de tissu.

Nul doute que cette invention ne fasse plaisir aux amateurs qui veulent que leur appareil récepteur de radiophonie les suive absolument partout.



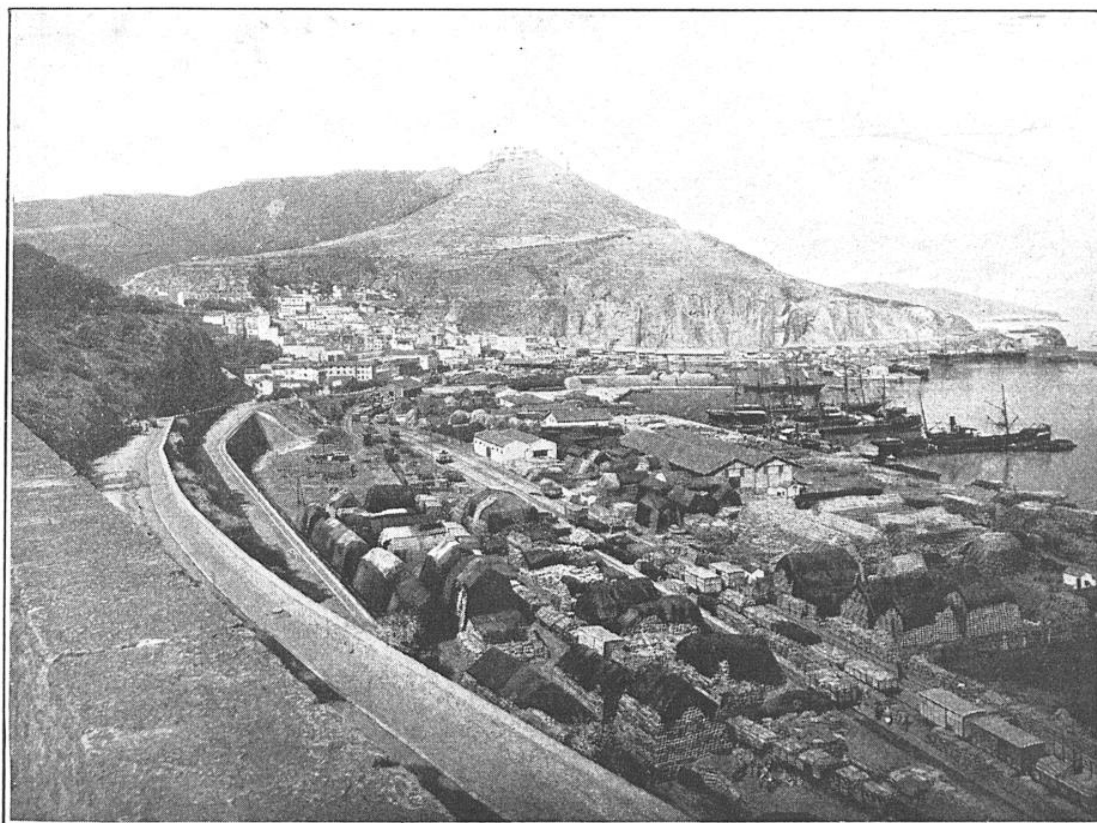
# L'UTILITÉ D'UNE GRANDE VOIE FERRÉE A TRAVERS LE SAHARA

Par Robert VAUCHEROT

**P**ARTIE de Touggourt, à la fin de l'année dernière, une expédition touristique a traversé le Sahara au moyen d'automobiles à chenilles, et est parvenue à Tombouctou, situé au nord de la boucle du Niger. Le récit de cette randonnée est encore présent à toutes les mémoires. Depuis longtemps, en effet, la question de la traversée du grand désert africain a occupé les esprits, et c'est vers la construction d'une voie ferrée que se sont d'abord tournés tous les efforts.

En 1879, M. Duponchel, ingénieur en chef

des Ponts et Chaussées à Montpellier, établit un projet de Transsaharien à la suite d'une mission effectuée par lui dans l'Afrique du Nord. Ce projet retint l'attention de M. de Freycinet, alors ministre des Travaux publics, et c'est depuis cette époque que la traversée du Sahara désertique par la voie ferrée a été envisagée sérieusement. M. de Freycinet institua une grande commission, dite « Commission du Transsaharien », chargée d'étudier et de réaliser le projet Duponchel. Quatre missions furent envoyées sur



LE PORT D'ORAN, LES DOCKS, ET, AU FOND, LE PIC D'AIDOUR ET LE FORT DE SANTA-CRUZ  
*Tête de ligne de la future voie ferrée qui traversera le désert, le port d'Oran est appelé à une extension considérable, et, d'ailleurs, d'importants travaux d'agrandissement ont déjà été effectués.*



place pour se rendre compte des possibilités de la réalisation de cette entreprise. Deux d'entre elles firent un travail si utile et les résultats furent jugés si satisfaisants, que la commission renvoya le colonel Flatters (octobre 1880), pour compléter ses études. Faute de précautions et d'effectifs suffisants, et, par suite de la trahison de ses guides, Flatters trouva la mort dans une embuscade de Touareg, le 16 février 1881, au puits de Hassi-Tadjemout, avec toute sa caravane. Cette catastrophe fit abandonner les études du Transsaharien et retarda, malgré les tentatives de l'ingénieur Rolland, en 1892, la réalisation de ce grand projet. M. Rolland prévoyait une ligne se dirigeant vers le Tchad et comportant un embranchement vers le Niger.

Mais, si les pouvoirs publics se désintéressaient alors de cette grande entreprise, la reconnaissance du désert ne s'en poursuivait pas moins, pour des raisons étrangères au Transsaharien.

Pendant vingt-cinq ans, grâce à l'admirable impulsion du capitaine Laperrine, nommé général en 1917, le désert fut obligé de livrer tous ses secrets, et le chef des Touareg Hoggars, Moussa Ag Amastane, devint un ami fidèle de la France. De même que le Père de Foucault, hardi explorateur, le gé-

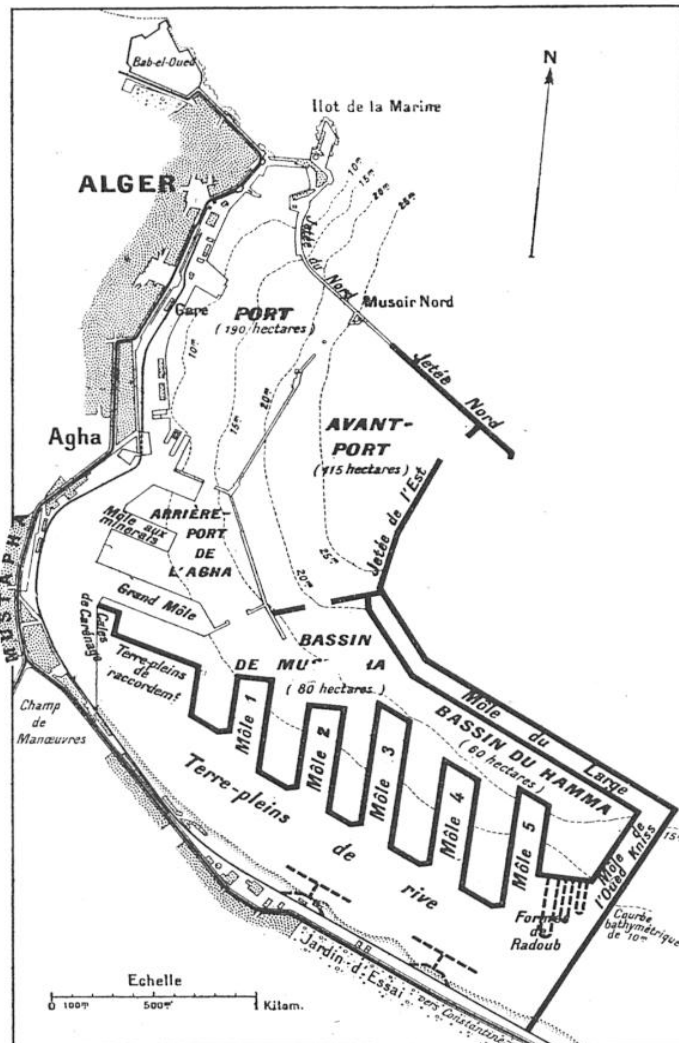
ral Laperrine est tombé au champ d'honneur, et ils reposent, tous deux, à Tamanrasset.

En 1911, la question fut reprise, et, en 1912, la mission Niéger se livra, à travers le désert, à une étude considérée encore comme

suffisante pour permettre de commencer les travaux. Elle a exécuté un levé de plans de 3.000 kilomètres de longueur sur plusieurs centaines de kilomètres de large, et relevé plus de 15.000 kilomètres d'itinéraires.

On peut se demander pourquoi l'exécution de cette voie ferrée a donné lieu à de telles entreprises et quel est l'objet du Transsaharien. Nous laisserons volontairement de côté la question militaire, quoique l'établissement de cette ligne puisse assurer à la métropole l'arrivée régulière des troupes indigènes, si l'Atlantique lui était fermé. On sait que, pendant la dernière guerre,

nos possessions d'Afrique nous ont fourni 400.000 soldats et 200.000 tirailleurs. Mais, en outre, ce chemin de fer aurait pour résultat de rendre accessible la partie centrale de l'Afrique occidentale française, dont la zone maritime peut seule, actuellement, être atteinte sans trop de difficultés. Il permettrait la mise en valeur de cette région et le développement d'une importation qui dimi-



VUE EN PLAN DU PORT D'ALGER

*Relié directement au port d'Oran, le port d'Alger, dont le trafic s'accroît sans cesse, profitera de la création du Transsaharien.*





CARTE MONTRANT LE TRACÉ DU TRANSSAHARIEN, D'APRÈS LE PROJET C. SABATIER

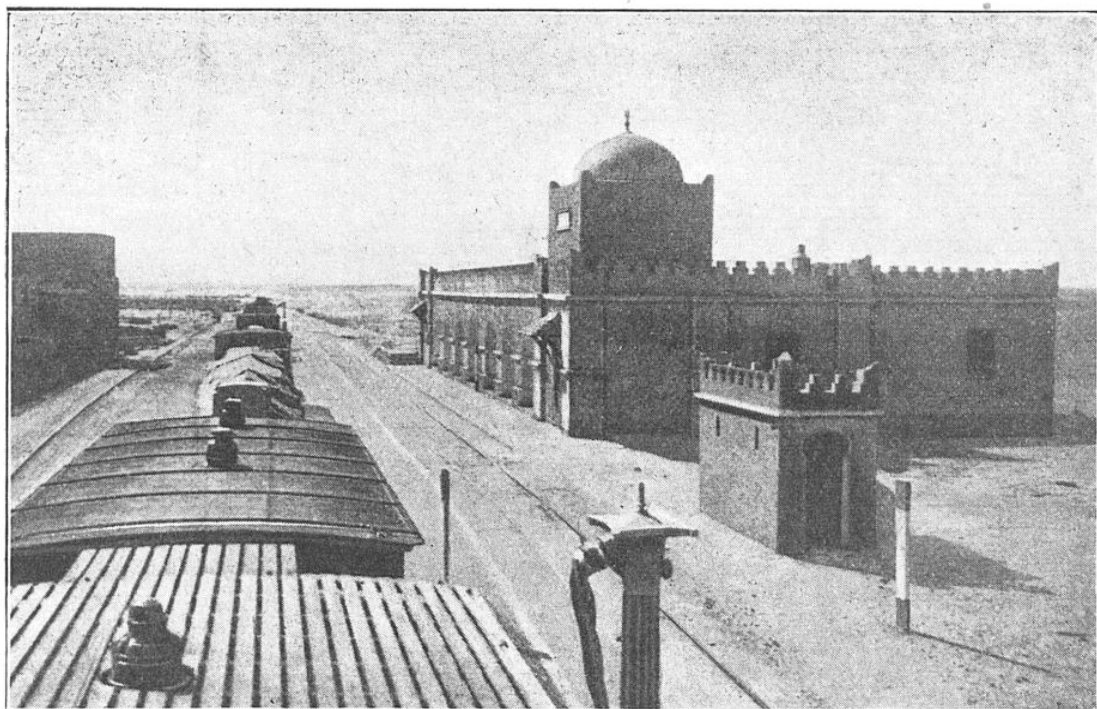
La voie ferrée partirait d'Oran pour aboutir près de Tombouctou, à Tossaye, et, ainsi, il n'y aurait aucun transbordement pour les marchandises expédiées du Soudan à la côte algérienne.

nuerait nos achats à l'étranger. En donnant du travail aux indigènes, en améliorant leurs conditions d'existence, en rendant leur surveillance plus facile, il produirait, en outre, un effet politique extrêmement utile.

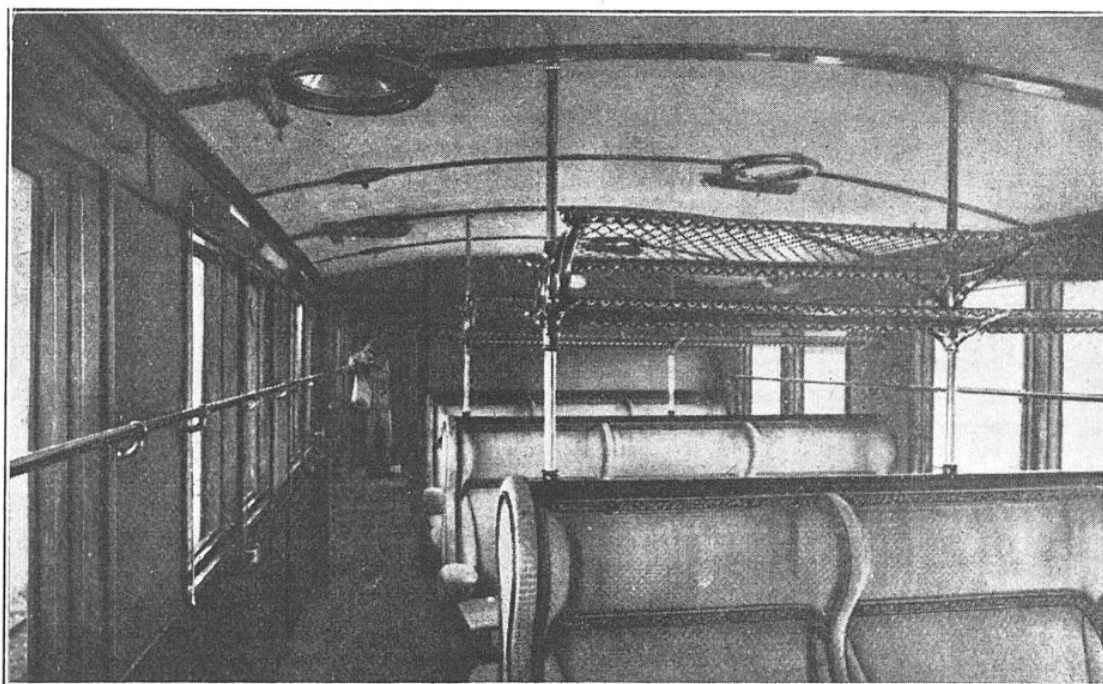
La ligne transsaharienne réunirait le Sud-Algérien à la boucle du Niger, c'est-à-dire au Soudan français. Il est donc intéressant de connaître les ressources de ce territoire. Le Niger pénètre dans les possessions françaises par l'est de la Guinée, il coule dans

l'Afrique française du sud-ouest au nord-est pendant 1.200 kilomètres, jusqu'à Tombouctou (voir la carte ci-dessus). Il chemine alors dans le sud de l'Adrar des Iforas, de l'ouest à l'est, pendant 300 kilomètres, jusqu'à Tossaye, puis descend vers le sud-est pendant 700 kilomètres, jusqu'à Gaya, et pénètre dans la Nigeria anglaise. Dans sa partie ouest, le Niger est atteint près de Kankan par la voie ferrée venant de la Guinée française, à Bammako et Koulikoro



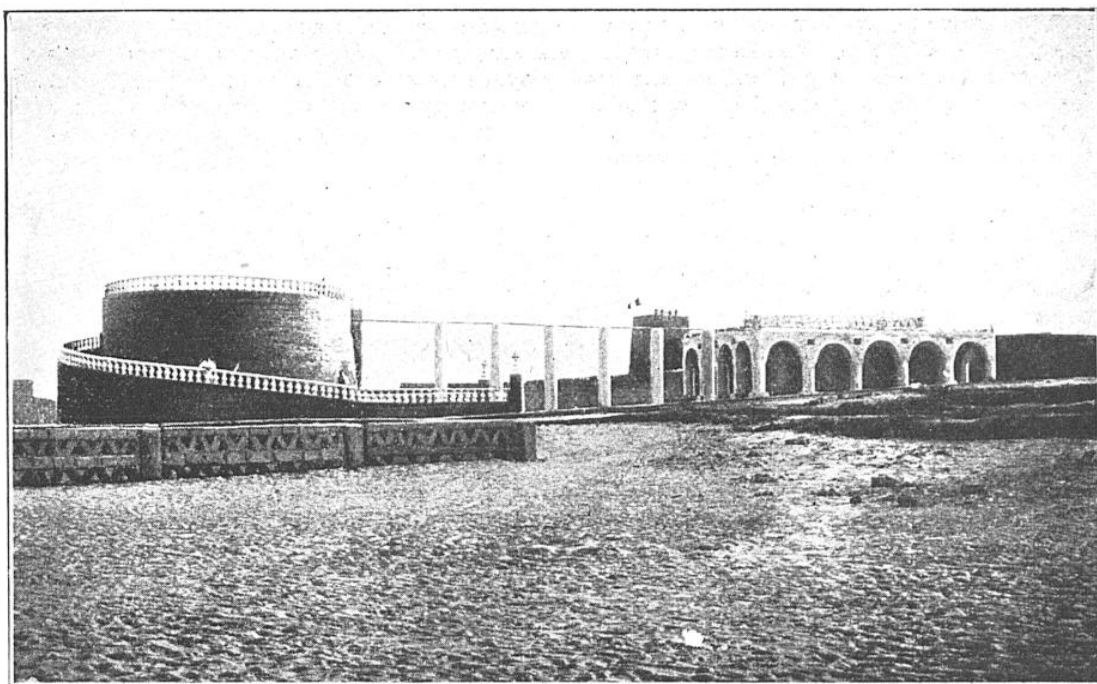


OU MACH, PRÈS DE BISKRA, TYPE DE GARE ALGÉRIENNE SUR LA LIGNE BISKRA-TOUGGOURT

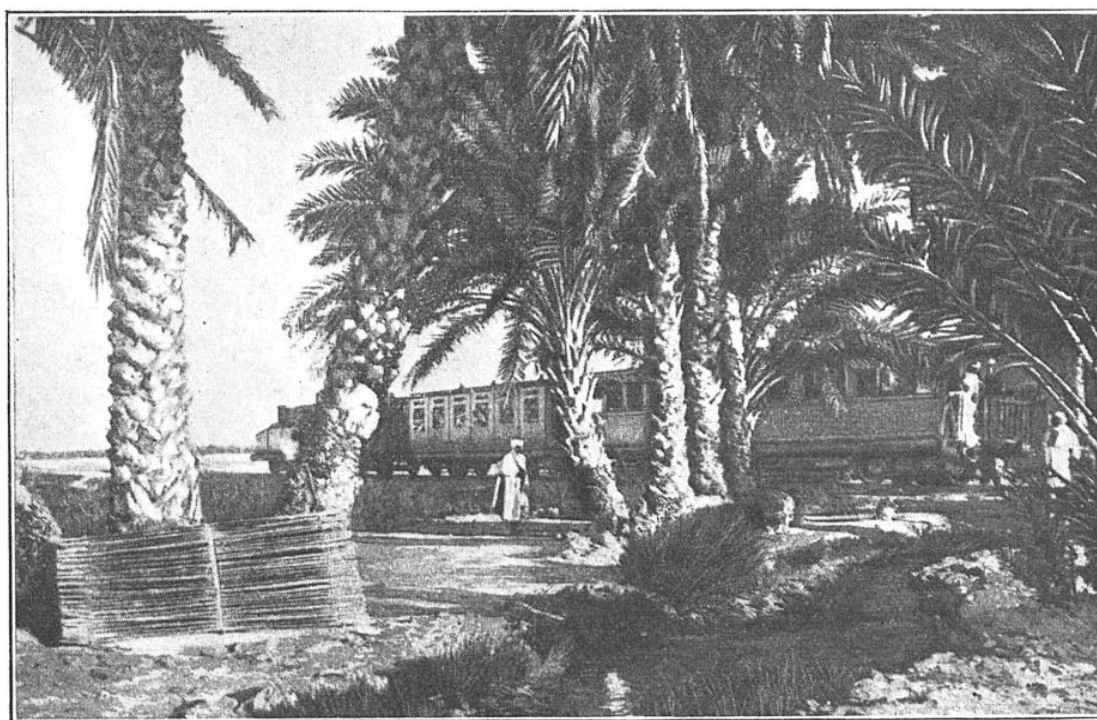


VOITURE DE 1<sup>re</sup> CLASSE SUR LA MÊME LIGNE QUI A 200 KILOMÈTRES DE LONGUEUR  
*Ces voitures, extrêmement confortables, pourraient permettre d'effectuer sans fatigue des trajets considérablement plus longs ; elles seraient adoptées pour la ligne transsaharienne,*





LE CHATEAU-D'EAU D'IN-SALAH QUI POURRAIT APPROVISIONNER LE TRANSSAHARIEN



L'OASIS DE TOLGA, SUR UN EMBRANCHEMENT DE LA LIGNE DE BISKRA A TOUGGOURT  
*Le train, dans lequel on voit monter des Arabes, s'arrête pour prendre des voyageurs dans une fraîche palmeraie où coule un ruisseau dont les eaux vont se perdre dans les sables.*



par le chemin de fer venant du Sénégal. Entre ces deux points (Kankan et Koulikoro), le fleuve est navigable, pendant les hautes eaux, pour la petite batellerie seulement. Après Koulikoro, le Niger est navigable sur un parcours de 1.400 kilomètres.

La boucle formée par ce fleuve a une superficie un peu supérieure à celle de la France et porte une population de 5 millions et demi d'habitants. La question qui se pose est donc de savoir si la boucle du Niger justifie un chemin de fer à voie large pour de grandes vitesses et un fort trafic, nécessairement coûteux à établir. L'exportation de

voie ferrée aux ports de la côte d'Afrique. L'emploi du Transsaharien imposerait aux voyageurs et aux marchandises un parcours beaucoup plus long que l'utilisation de la voie maritime qui est, en général, moins coûteuse. Dans une conférence qu'il a faite sur cette question, M. Fontaneilles, à qui nous empruntons, ainsi qu'à M. du Vivier de Streel, la documentation de cet article, a montré que le trajet en première classe d'un voyageur coûterait 3.207 francs par chemin de fer et 3.987 francs par la mer. Le transport d'une tonne de marchandises de Ouagadougou en France, distants de 3.400 kilomètres par la



TAMERMA, AUTRE TYPE DE GARE SUR LA LIGNE DE BISKRA A TOUGGOURT

*Les bâtiments de cette gare sont d'une architecture beaucoup plus simple que celle d'Oumach ; il faut dire aussi qu'elle est moins importante que celle dernière.*

l'Afrique occidentale française consiste presque entièrement en produits oléagineux : arachides pour le Sénégal et la région soudanaise, amandes et huile de palme pour la région tropicale. En outre, on trouve de nombreux articles moins importants tels que : caoutchouc, cire, kola, café, cacao, riz, etc. Le troupeau du Soudan est évalué à 6 millions de bœufs et à un nombre bien supérieur de moutons. M. le colonel Godefroy estime à 120.000 tonnes la quantité de produits animaux que le Soudan peut fournir annuellement. Grâce à la présence du Niger, l'irrigation est possible et les variétés égyptiennes de coton donnent alors d'excellents rendements. En outre, l'irrigation permet la création de très beaux pâturages et l'accroissement du troupeau indigène.

On peut objecter à la construction de ce chemin de fer que les diverses régions de l'Afrique centrale seront bientôt réunies par

voie ferrée, coûterait 528 francs par le Transsaharien et 545 francs par la voie maritime. Or, Ouagadougou est situé dans le sud de la boucle du Niger. Le calcul est donc valable pour toute la région. Cependant, il ne faudrait pas conclure de là que le chemin de fer doit recueillir tout le trafic du Soudan et il est bien certain que ce trafic se partagerait entre les diverses voies utilisables. Le commerce total étant accru dans de grandes proportions, chaque moyen de transport serait employé pour l'acheminement des marchandises.

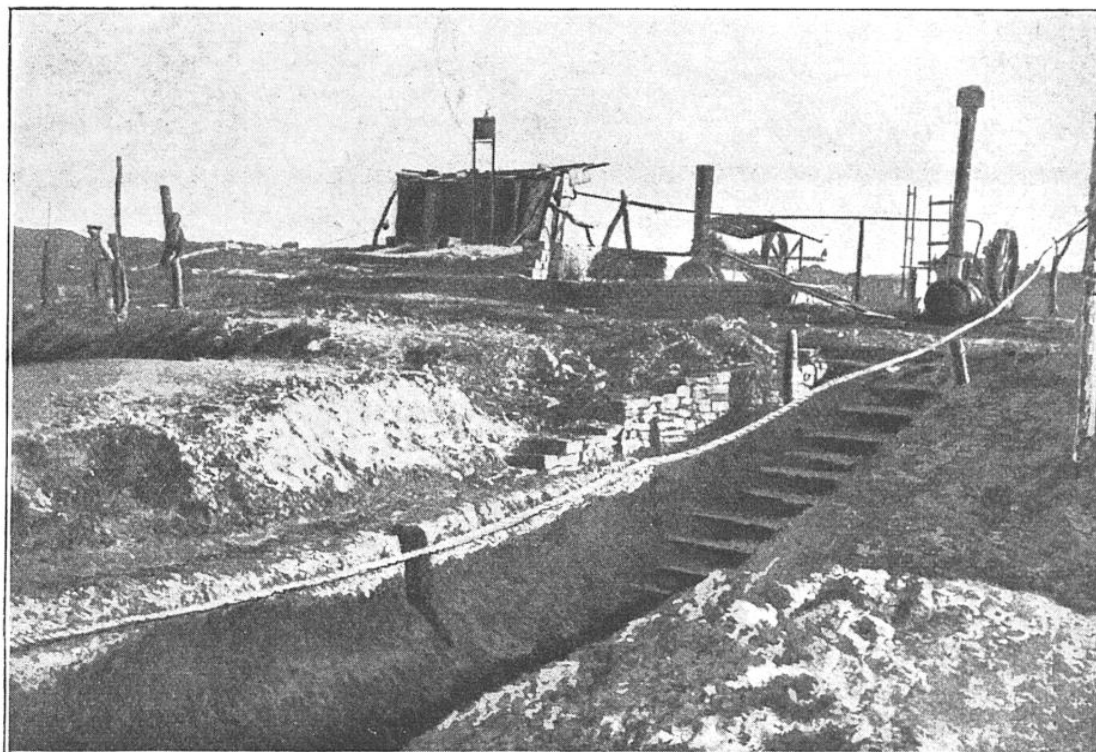
Or, les missions que nous avons citées au début de cet article ont toutes conclu à la possibilité de l'établissement de cette voie ferrée de 3.400 kilomètres environ. L'une des conditions à réaliser est de trouver un tracé aussi simple que possible, n'exigeant que peu de terrassements et sur lequel, assuré de n'être pas arrêté par la construction d'importants ouvrages d'art, on puisse mener



avec rapidité la pose de la voie et de son équipement général. D'un autre côté, il est indispensable d'éviter les sables que soulèvent, toute l'année, les tempêtes sahariennes.

Des oasis du désert au Tchad et au Niger, le chemin de fer ne se heurterait à aucun obstacle sérieux, et, dans la plus grande partie du tracé, il serait possible de poser la voie en nivelant simplement une plate-forme. On a tort, en effet, de se représenter le Sahara

des arbustes tels que figuiers, acacias, gommiers, tamarins, qui sont assez abondants, même en dehors des oasis. Les dénivellations sont extrêmement faibles. De Colomb-Béchar, à 787 m. d'altitude, la voie descendrait à Adrar, à 177 mètres, par une pente de 700 kilomètres, puis remonterait à une altitude de 515 m. sur une distance analogue, et, enfin, redescendrait pendant 800 kilomètres jusqu'à Tossaye (278 m. d'alt.). Les travaux



CHARBONNAGE DE KENADZU, DANS L'OUEST ALGÉRIEN

*Cette exploitation de charbon, située sur la ligne d'Aïn-Sefra à Colomb-Béchar, montre que le ravitaillement en combustible ne serait pas impossible pour le Transsaharien.*

comme une immense étendue de sables mouvants. Il y a, dans le désert, deux régions sablonneuses : l'Erg oriental et l'Erg occidental, dont la traversée soulèverait de grosses difficultés. Mais ces régions ne représentent qu'une faible partie du désert, et l'on peut traverser celui-ci sans les rencontrer. Plusieurs tracés satisfont à cette condition, en particulier le projet Sabatier, représenté sur la carte de la page 261.

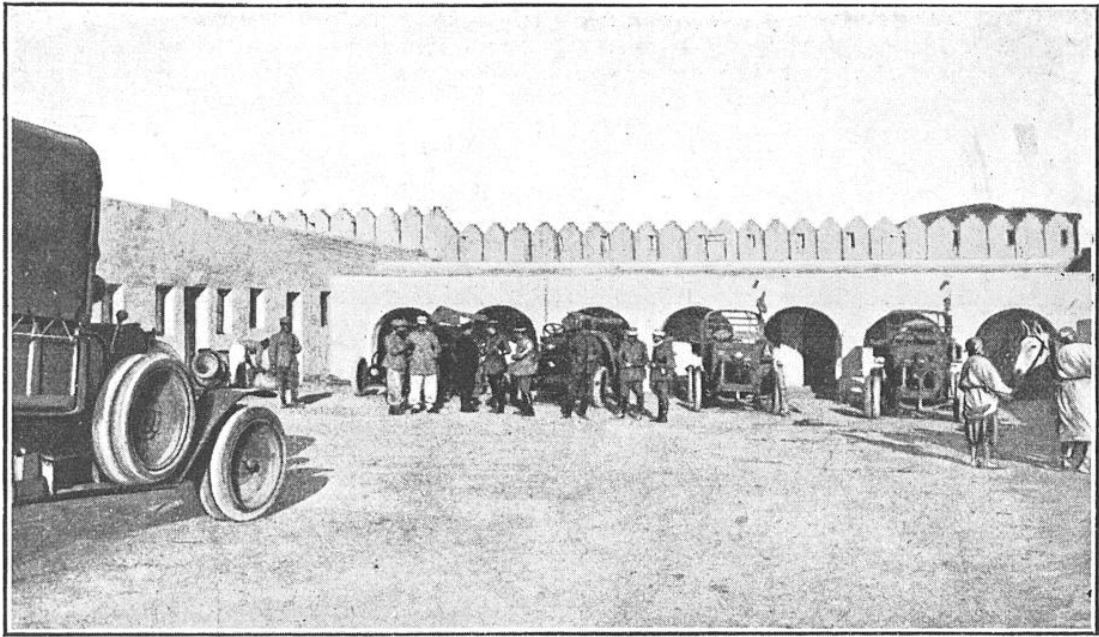
En dehors des régions sablonneuses, le sol du Sahara est constitué par un terrain absolument plat et solide, le reg ou le hamada, sur lequel la voie ferrée peut être facilement établie. On y trouve certaines plantes et

d'art à prévoir sont également peu nombreux. Le seul important serait constitué par un viaduc de 340 mètres de longueur et de 38 mètres de hauteur, pour la traversée de l'Oued-Guir, au sud de Colomb-Béchar.

Le climat rendrait, évidemment, nécessaires des déplacements fréquents du personnel, mais les nuits fraîches font supporter plus facilement le soleil de la journée.

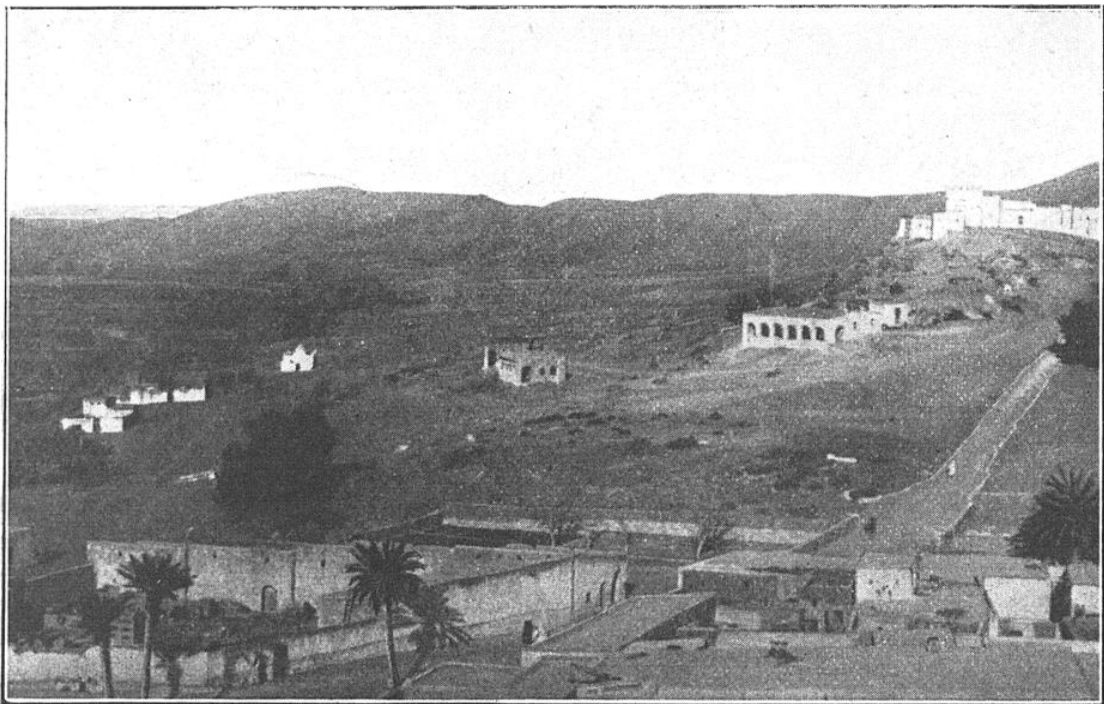
Le ravitaillement en eau, pour le personnel et surtout pour les machines, est certainement la plus grosse difficulté à vaincre, mais elle n'est pas insurmontable. En suivant le tracé indiqué sur la carte précédente, on trouve de l'eau facilement jusqu'à 1.200 kilo-





LES AUTOMOBILES MILITAIRES A L'INTÉRIEUR DU POSTE DE BÉNI-ABBÈS

*Béni-Abbès est un poste assez avancé au sud de l'Algérie, à environ 200 kilomètres au sud de Colomb-Béchar, dans la vallée de l'Oued Saouara. C'est, par conséquent, un point d'eau très important.*



VUE PANORAMIQUE DE BÉNI-ABBÈS, A L'ENTRÉE DU SAHARA

*On voit que le désert n'est pas toujours une mer de sable, et le Transsaharien évitera précisément les dunes mouvantes qui rendraient impossible toute exploitation d'une voie ferrée.*



mètres au sud de Colomb-Béchar, car la région de la Saouara est pourvue de nombreux puits. Il faudrait cependant procéder à l'épuration de ces eaux qui sont généralement très chargées de sel. La partie la plus difficile de la traversée, à ce point de vue, est celle qui comprend la région du Tanezrouft (Pays de la Soif), mais rien ne prouve que, là encore, on ne puisse trouver sur place la quantité d'eau nécessaire à l'exploitation.

Ponts et Chaussées, estime le coût de cette conduite à 100.000 francs le kilomètre, et la consommation de charbon qu'entraînerait le refoulement de l'eau dans la conduite, à quatre tonnes environ par jour. D'ailleurs, on pourrait diminuer la consommation d'eau en utilisant des moteurs à huiles lourdes ou des machines électriques. Les intéressants gisements de charbon déjà exploités à Colomb-Béchar permettent d'envisager la cons-



L'ANTIQUE VILLE DE TOMBOUCTOU, DANS LE SOUDAN FRANÇAIS

*Située au nord de la boucle du Niger, près du terminus du Transsaharien, Tombouctou prendrait, par suite de la liaison par voie ferrée à travers le Sahara, un développement commercial très important.*

Les recherches qui ont été faites n'ont pas été, en effet, assez nombreuses pour que l'on puisse affirmer qu'il est impossible de trouver de l'eau à des profondeurs de cinquante à cent mètres. D'ailleurs, dans la plupart des régions désertiques où l'on a construit des chemins de fer, les mêmes craintes s'étaient manifestées et toujours elles ont été reconnues vaines. N'existe-t-il pas, par exemple, à Tolga, près de Biskra, des puits dont le débit atteint 30.000 litres à la minute ?

En tout cas, si l'eau manque, il est possible d'établir, sur une longueur de 800 kilomètres, une conduite destinée à amener l'eau du Niger. M. Fontaneilles, inspecteur général des

tructions d'importantes centrales électriques.

Nous avons vu que le tracé du Transsaharien, en partant de Colomb-Béchar, évitait les régions sablonneuses et ne présentait pas de difficultés. Le point terminus de cette voie ferrée doit être également étudié, et se relier au programme général des voies de pénétration de l'Afrique occidentale française. Etant donné qu'Ouagadougou est le centre du territoire le plus peuplé de la boucle du Niger, c'est cette ville qui pourrait servir de terminus. Cependant, lorsque les irrigations seront développées vers Koulikoro, il sera indispensable de desservir cette région, et l'on a choisi Tossaye comme aboutissement

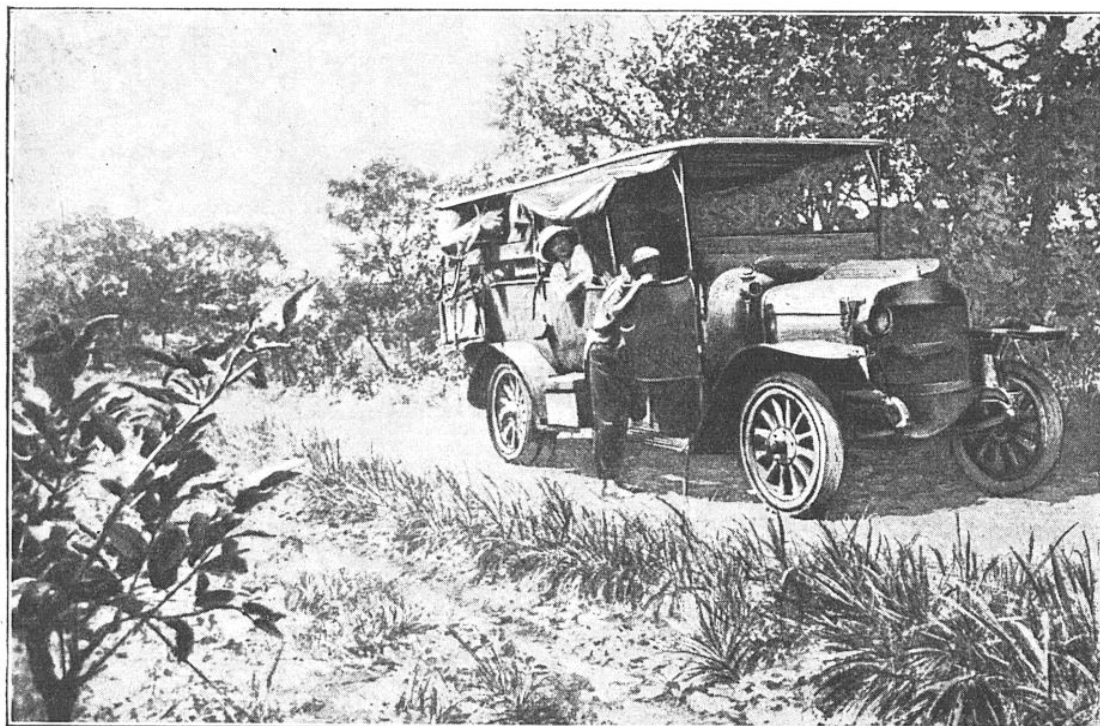


du chemin de fer, dont la voie aurait la largeur ordinaire de 1 m. 44, afin de permettre la circulation de trains de marchandises de fort tonnage et, également, pour assurer une traversée confortable aux voyageurs.

La longueur du tracé, de Colomb-Béchar à Tossaye, est de 2.100 kilomètres, mais il faut y ajouter un prolongement nécessaire de 700 kilomètres jusqu'à Ouagadougou. M. Fontaneilles évalue à 500.000 francs le prix de revient du kilomètre de voie ferrée.

50.000 tonnes de peaux et de cuirs que la France achète à l'étranger pourraient être produits par le Niger. M. Fontaneilles prévoit un tonnage de 200.000 tonnes, sans compter le trafic local et les voyageurs, et une recette kilométrique de 60.000 francs.

En appliquant le coefficient  $\frac{2}{3}$ , qui a été reconnu exact pour nos autres colonies, on arrive à une recette nette de 20.000 francs par kilomètre, c'est-à-dire qu'au début de l'exploitation, le Transsaharien ne couvrirait



ROUTE AUTOMOBILE, ENTRE SAVÉ ET MALLANVILLE, QUI RÉUNIT LE NIGER AU DAHOMEY

Il est assez malaisé de prévoir les recettes du futur Transsaharien. On peut cependant dire que tous les chemins de fer désertiques sont des lignes très productives : les Etats-Unis possèdent 20.000 kilomètres de telles voies ; l'Asie centrale comprend le Transcaspien et l'Orenbourg Tasekent ; le Soudan égyptien a 2.000 kilomètres de lignes ; le Transaustralien a 2.100 kilomètres de longueur, etc... La population du Sahara est évaluée à un million d'habitants, son sous-sol peut contenir d'importantes richesses minières, mais surtout le tonnage du futur chemin de fer proviendrait de l'exploitation des deux régions de l'Afrique du Nord et de l'Afrique Occidentale. Les 250.000 tonnes de coton, les 150.000 tonnes de laine, les

pas la charge de son capital et il faudrait faire appel aux finances publiques jusqu'à concurrence de 64 millions, somme qui ne paraît pas trop considérable pour une telle entreprise. Etant donné les ressources futures des pays que ce chemin de fer serait appelé à mettre en valeur, on peut néanmoins espérer que l'exploitation bien comprise du Transsaharien donnerait rapidement des bénéfices.

M. Berthelot a dit, en effet, fort justement et même avec esprit : « On traverse le désert comme on traverse la mer et le commerce s'établit de l'une à l'autre rive. Les paquebots du Havre à New-York ne comptent pas sur le poisson qu'ils pêcheront en route pour couvrir leurs frais de voyage. »

R. VAUCHEROT,



# L'AIR, COMME LA VAPEUR, PEUT ACTIONNER LES MARTEAUX-PILONS

Par François REVILLAT

**L**e forgeage des lingots d'acier qui sortent des fours a un double but : amener progressivement le lingot à une forme voisine de celle de son emploi et en améliorer la qualité. En effet, le métal qui a été coulé et qui s'est refroidi lentement a cristallisé en gros grains et a perdu ainsi une grande partie de sa résistance.

Les marteaux-pilons sont actionnés généralement par la vapeur. Leur fonctionnement est très simple. Le mécanicien chargé de la manœuvre du piston envoie, par l'intermédiaire d'un organe de distribution, de la vapeur dans un cylindre dont le piston constitue le marteau, et il peut ainsi, suivant qu'il admet la vapeur sur la face inférieure ou supérieure de la tête de ce piston, relever la masse frappante ou la faire retomber violemment sur l'enclume.

On utilise aussi l'air comprimé pour la commande de ces appareils, mais cette méthode rencontre deux sortes d'objections.

En effet, il peut paraître bien peu économique d'utiliser la vapeur dans un moteur, puis de transformer la force ainsi produite en air comprimé, et, enfin, d'employer cet air pour assurer le fonctionnement d'un pilon. Il semble plus logique de faire travail-

ler directement la vapeur venant de la chaudière dans le cylindre du marteau à forger.

D'autre part, l'air est un fluide qui renferme une énergie potentielle inférieure à celle que contient la vapeur. Il est donc probable qu'à travail

égal on obtiendra, avec l'air comprimé, un rendement moindre que celui qui peut être réalisé avec la vapeur, en faisant toutefois abstraction des condensations qui se produisent toujours avec cette dernière.

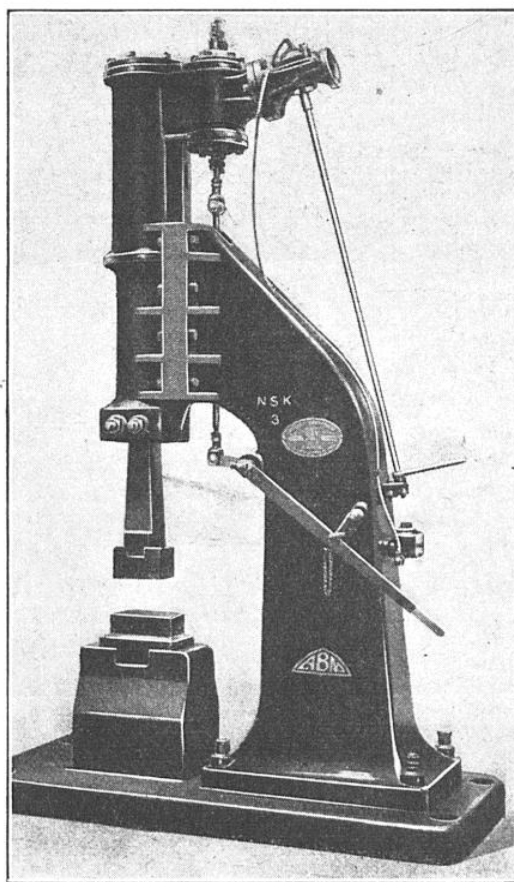
Ces deux objections sont exactes quand on substitue purement et simplement l'air à la vapeur dans un marteau-pilon construit pour employer ce dernier fluide. Mais le principe des marteaux-pilons que nous allons décrire est tout à fait différent de celui des appareils à vapeur et c'est ce qui leur permet de réaliser un bon rendement.

Nous diviserons ces pilons en deux catégories ; les marteaux-pilons à air comprimé et les marteaux-pilons pneumatiques.

La photographie ci-contre montre un marteau-pilon à air comprimé, dont les schémas de la page suivante vont nous permettre de com-

prendre très facilement le fonctionnement.

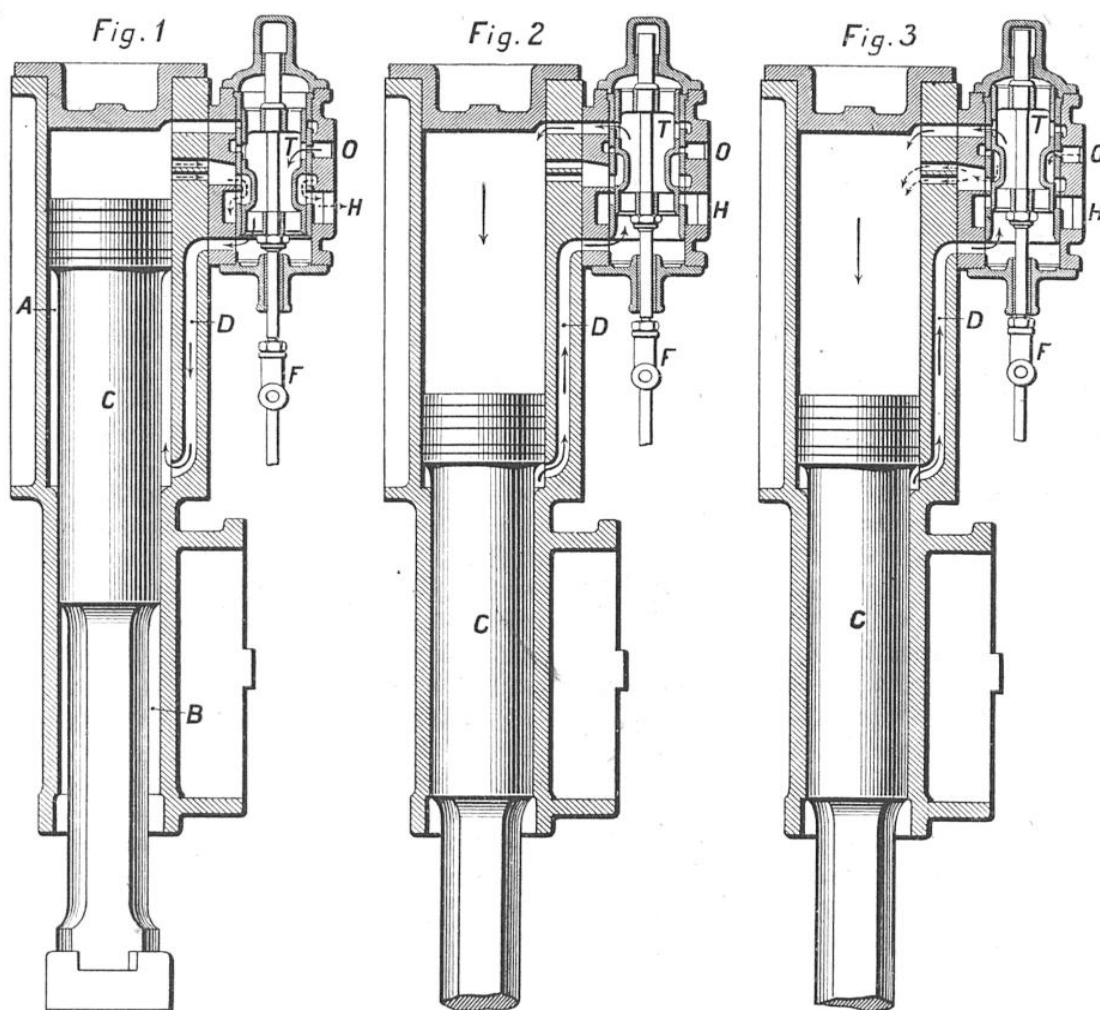
Ces marteaux ont deux allures de marche bien distinctes : la marche ordinaire, corres-



MARTEAU-PILON A AIR COMPRIMÉ

*La commande du tiroir distributeur d'air comprimé, situé à la partie supérieure de l'appareil, se fait au moyen du levier visible au premier plan.*





SCHEMAS MONTRANT LE FONCTIONNEMENT D'UN MARTEAU-PILON A AIR COMPRIMÉ

Fig. 1 : l'air comprimé arrive par O, traverse le tiroir T, passe par le tuyau D, remplit l'espace annulaire A et fait remonter le piston C. L'air situé au-dessus du piston C est évacué dans l'atmosphère par l'ouverture H (flèches en pointillé). — Fig. 2 : Le tiroir T étant un peu remonté par sa tige F, l'air situé sous la tête du piston C se trouve en communication avec le haut du cylindre. Il suit les flèches en trait plein et sa détente accélère la chute du marteau. — Fig. 3 : le tiroir est encore un peu plus haut. Non seulement le phénomène précédent se produit (flèches en trait plein), mais encore l'air comprimé arrive directement au-dessus de la tête du piston C (flèches en pointillé) et donne au coup de marteau une nouvelle force.

pendant aux travaux d'étirage et aux travaux courants, et la marche à pleine puissance donnant des coups forts pour estampage, matriçage, serrage, etc... Dans la marche ordinaire, c'est l'air comprimé d'alimentation qui a servi à faire remonter la masse qui est utilisé automatiquement, par détente, pour accélérer sa descente. A cet effet, le cylindre qui contient la masse frappante formant piston communique par trois orifices avec un petit tiroir cylindrique creux T.

Les deux orifices extrêmes en haut et en

bas servent à l'admission de l'air comprimé, celui du milieu est utilisé pour l'échappement.

D'autre part, le cylindre du tiroir possède deux ouvertures O et H. La première sert à l'introduction de l'air comprimé et est, par conséquent, en communication avec la machine qui le produit, la deuxième est réservée à l'évacuation de l'air qui a travaillé. Dans la position du tiroir indiquée sur la figure 1 de la planche ci-dessus, l'air comprimé est admis par l'ouverture O, il traverse le tiroir cylindrique qui est creux,



passer par l'orifice d'admission inférieur du cylindre moteur, suit la canalisation *D* et se rend en *A* sous la tête du piston *C*. La pression est suffisante pour que, agissant simplement sur la partie annulaire de la tête du piston, elle produise une force assez grande pour soulever le marteau. Mais, en remontant, le piston chasse l'air qui se trouvait au-dessus de lui et l'échappement se produit par l'orifice central du tiroir et l'ouverture inférieure *H*, grâce à la partie évidée du tiroir qui laisse passer cet air entre lui et son cylindre, ainsi que le montrent clairement les flèches pointillées du dessin précité.

Les coups ordinaires sont obtenus en élevant légèrement le tiroir et en le mettant dans la position indiquée par la figure du milieu de la planche (position 2).

A ce moment, l'air qui se trouve comprimé sous le marteau, se détend brusquement car le tiroir a découvert l'orifice d'admission supérieur du cylindre moteur. L'air remonte donc par la canalisation *D*, traverse le tiroir et pénètre au-dessus de la tête du marteau. Celui-ci descend avec une force qui provient, d'une part de la pesanteur, d'autre part de la détente de l'air.

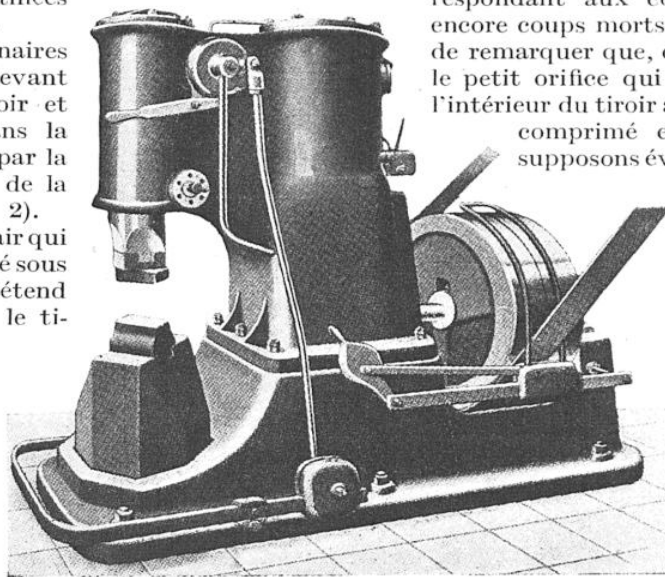
Aucune nouvelle admission d'air comprimé n'est nécessaire et, ainsi que nous le disons plus haut, le même air, qui a servi à faire monter la masse, est réutilisé automatiquement pour la descente. Donc, pour un travail déterminé à produire sur l'enclume, la consommation d'air est réduite au strict minimum par le jeu de la détente agissant comme accélérateur de la vitesse de frappe.

La quantité d'air qui se trouve sous le piston lorsque celui-ci est en haut de sa course, peut paraître faible et il semble que son action ne soit pas très importante. Cependant, pour un modèle déterminé de marteau-pilon, dans lequel on utilise de l'air à une pression de 6 kilogrammes par centimètre carré, celui-ci se trouve détendu à une

pression moyenne de 1 kg. 68 qui, agissant sur la surface totale du modèle considéré, dont le diamètre du piston moteur est de 241 millimètres et dont la course est de 535 millimètres, produit un travail de 273 kilogrammètres. Le poids de la masse tombante étant de 350 kilogrammes, fournit un travail de 187 kilogrammètres. La détente de l'air a donc produit un supplément de 86 kilogrammètres sans occasionner de nouvelle dépense d'air comprimé.

Dans la figure de droite de la même planche, le tiroir est représenté dans la position correspondant aux coups forts appelés encore coups morts (figure 3). Il suffit de remarquer que, dans cette position, le petit orifice qui fait communiquer l'intérieur du tiroir avec la source d'air comprimé est ouvert. Nous supposons évidemment que l'on

a d'abord fait remonter la masse en abaissant le tiroir (position 1). Le tiroir étant en haut (position 3), d'une part, l'air qui se trouve sous la couronne de la tête du piston se détend au-dessus de celle-ci, et, d'autre part, l'air vif est admis également sur la tête du piston (flèches pointillées). La puissance du coup est donc



TYPE DE MARTEAU-PILON PNEUMATIQUE

*On voit les deux cylindres verticaux qui constituent l'appareil : à droite, cylindre générateur d'air comprimé ; à gauche, cylindre contenant la masse frappante.*

augmentée dans de très fortes proportions.

L'admission est cependant réglée pour qu'elle ne se produise que pendant les deux tiers de la course descendante. D'ailleurs, si l'on admettait de l'air pendant le dernier tiers de la course, cet air ne pourrait plus suivre la vitesse du piston et ne lui communiquerait pas une nouvelle accélération.

En résumé, on se rend compte que le fonctionnement d'un marteau-pilon à air comprimé est tout à fait différent de celui des mêmes appareils à vapeur et que, grâce à la solution adoptée, d'employer le même air pour faire monter la masse et pour accélérer sa chute, on peut obtenir, avec des appareils de ce genre, un très bon rendement.

Les marteaux-pilons pneumatiques forment la deuxième catégorie des appareils



frappeurs construits pour utiliser l'air. La photographie, page 271, montre la vue extérieure d'une telle machine. On y distingue, en haut, le levier de commande à main du tiroir de distribution, et, en bas, la pédale pour la commande au pied. L'ensemble est actionné, soit par accouplement direct sur l'arbre d'un moteur électrique, soit par courroie de transmission et poulie, ce qui est le cas de la figure. Le marteau-pilon est constitué par deux cylindres verticaux réunis par un tiroir de distribution horizontal. A gauche, se trouve le cylindre contenant la masse frappante et à droite est situé le cylindre qui fait manœuvrer cette masse. Les schémas ci-

dessus permettent de comprendre très facilement le fonctionnement de l'appareil.

La figure 1 correspond à la position du tiroir qui permet d'effectuer le relevage de la masse *M*. A cet effet, il suffit de faire descendre le piston du cylindre de droite. Ce piston fait le vide au-dessus de lui, et comme, à ce moment là, l'espace supérieur du cylindre de gauche est en communication avec le cylindre de droite, l'air suit le trajet indiqué par les flèches, et la masse est aspirée vers le haut. Les sections sont calculées pour que le marteau remonte en une seule fois. Si, pour une raison quelconque, on fait

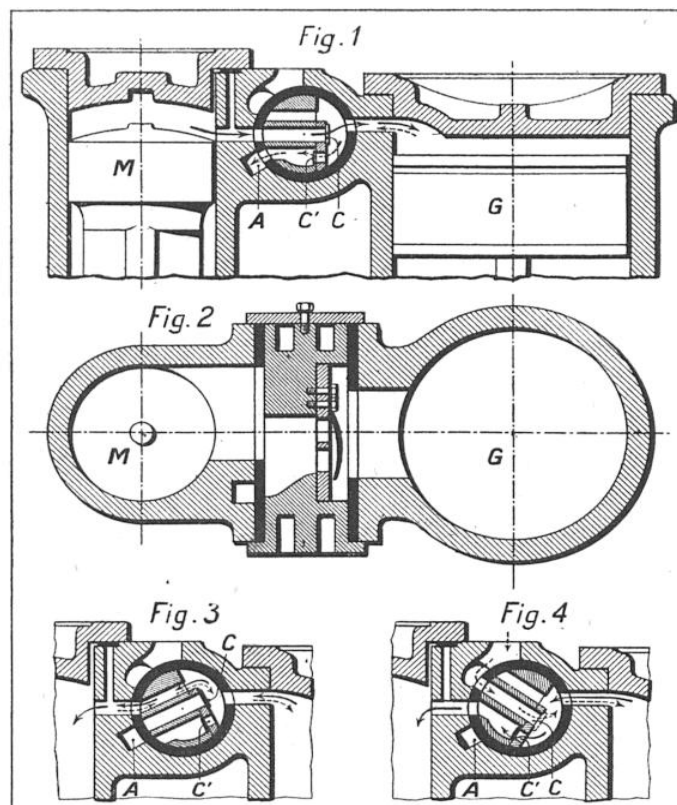


SCHÉMA DU MARTEAU-PILON PNEUMATIQUE REPRÉSENTÉ A LA PAGE PRÉCÉDENTE

Fig. 1 : le piston *G* descend et entraîne l'air qui se trouve au-dessus du piston *M* (flèches en trait plein), le clapet *C* s'ouvre dans le sens de ces flèches ; le marteau *M*, aspiré, remonte ; si le piston *G* remonte, l'air refoulé ne peut passer par le clapet *C* et, au travers du clapet *C'*, il se rend dans l'atmosphère *A*. — Fig. 2 : vue en plan du dispositif. — Fig. 3 : libre communication entre les deux cylindres. Au mouvement vers le bas de l'un correspond la descente de l'autre, et inversement ; c'est le fonctionnement normal. — Fig. 4 : le marteau est en bas ; en faisant descendre le piston de droite on aspire l'air dans l'atmosphère (flèches pointillées) et en le faisant remonter, on comprime l'air sur le marteau (flèches en trait plein) ; on produit ainsi le serrage du marteau sur l'enclume.

remonter le piston de droite, le clapet *C*, qui avait permis à l'air de passer de gauche à droite, se ferme. Le clapet *C'* s'ouvre, et l'air refoulé peut s'échapper dans l'atmosphère par l'orifice *A*. On est alors certain que la masse frappante restera en haut de sa course. La figure 2 représente la vue en plan du même dispositif.

La figure 3 correspond aux coups ordinaires. Le tiroir est placé de telle façon que les espaces supérieurs des deux cylindres sont en libre communication. Donc, à chaque descente du piston de droite correspond une relève du marteau, et à chaque montée du piston correspond un coup du pilon. La communication

avec l'atmosphère est complètement coupée.

La troisième position du tiroir (figure 4) correspond au serrage du marteau sur l'enclume, qui est nécessaire dans certains cas.

Lorsque le piston de droite descend, il aspire l'air atmosphérique par le clapet *C*, et lorsqu'il remonte, l'air aspiré au-dessus de lui est chassé, à travers le clapet *C'* et se trouve comprimé au-dessus du marteau.

Le fonctionnement très simple de ces marteaux-pilons permet de concevoir qu'ils aient un bon rendement. F. REVILLAT.

Les photographies qui illustrent cet article ont été prises dans les Etablissements Glaenger et Perreaud.



# ON PEUT DISTRIBUER LE FROID DANS LES HABITATIONS COMME ON Y DISTRIBUE LA CHALEUR

Par Robert FONTENILLEAU

DANS les pays chauds, ce n'est guère que dans les hôpitaux où l'on prend soin de rafraîchir les locaux, et cela dans un but purement médical. Ne pourrait-on pas agir de même dans les maisons particulières, afin d'améliorer leurs conditions d'habitabilité ? La difficulté d'obtenir une pièce fraîche entourée de tous côtés de locaux chauds tient à ce qu'il est nécessaire d'employer une machine productrice de froid, un « frigorigène » puissant dont l'entretien est souvent délicat et coûteux.

Lorsque la température extérieure atteint, par exemple, 40°, il n'est pas nécessaire, et il serait même nuisible, de rafraîchir un intérieur jusqu'aux 20° qui sont supportés avec facilité. Car l'organisme humain ne peut passer alternativement de 20° à 40°, et inversement, sans qu'il en résulte de graves inconvénients pour la santé. On a établi que, pour le traitement des fiévreux, l'écart maximum à admettre est de 10°. L'appartement devrait donc être à 30°. En rentrant, on éprouvera la sensation de fraîcheur désirée, mais, au bout d'un certain temps, on souffrira de ces 30°. Il apparaît donc nécessaire de pouvoir provoquer un nouveau rafraîchissement à ce moment-là.

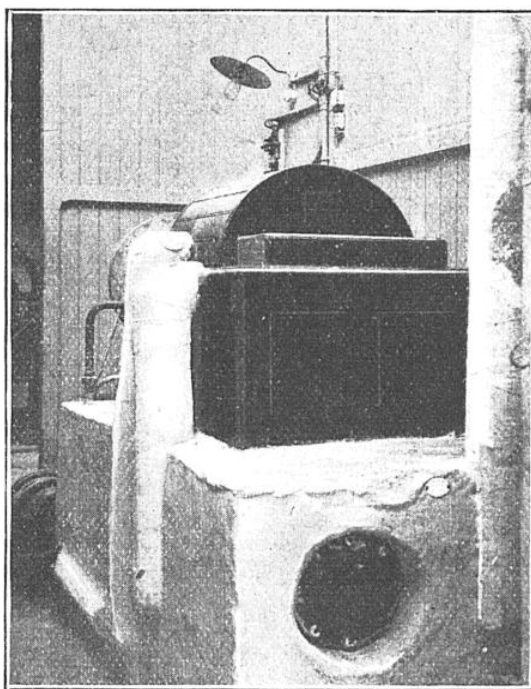
D'autre part, dans un air complètement tranquille, nous sommes entourés d'une

couche d'air saturé au contact de la peau humide. Or, le simple déplacement de cet air saturé par de l'air sec produit une sensation de fraîcheur, car il permet l'évaporation de la sueur. Il faut donc rechercher

une installation permettant d'obtenir à volonté de brusques chutes de température et un déplacement d'air à une vitesse assez faible pour ne créer aucune gêne.

Le mode de tempérage que nous décrivons ci-après semble devoir résoudre le problème. En outre, cette installation est entièrement automatique et ne comporte aucun organe délicat. Elle comprend essentiellement trois groupes d'appareils : le générateur de froid, les « températeurs » ou appareils qui utilisent le froid et le répandent dans les pièces, et les appareils automatiques qui sont aussi au nombre de trois : l'« expansion », l'« automatique » et les divers robinets de commande.

Le générateur de froid représenté en coupe à la page 274 se compose essentiellement de deux capacités sphériques *A* et *B*, en bronze, hermétiquement closes, réunies entre elles par un arbre creux *C*. Cet arbre se prolonge à travers la capacité *A* par un arbre plein coudé *D* et porte extérieurement une poulie de commande. Sur l'arbre est accroché un cylindre fou *F* lesté fortement à sa partie



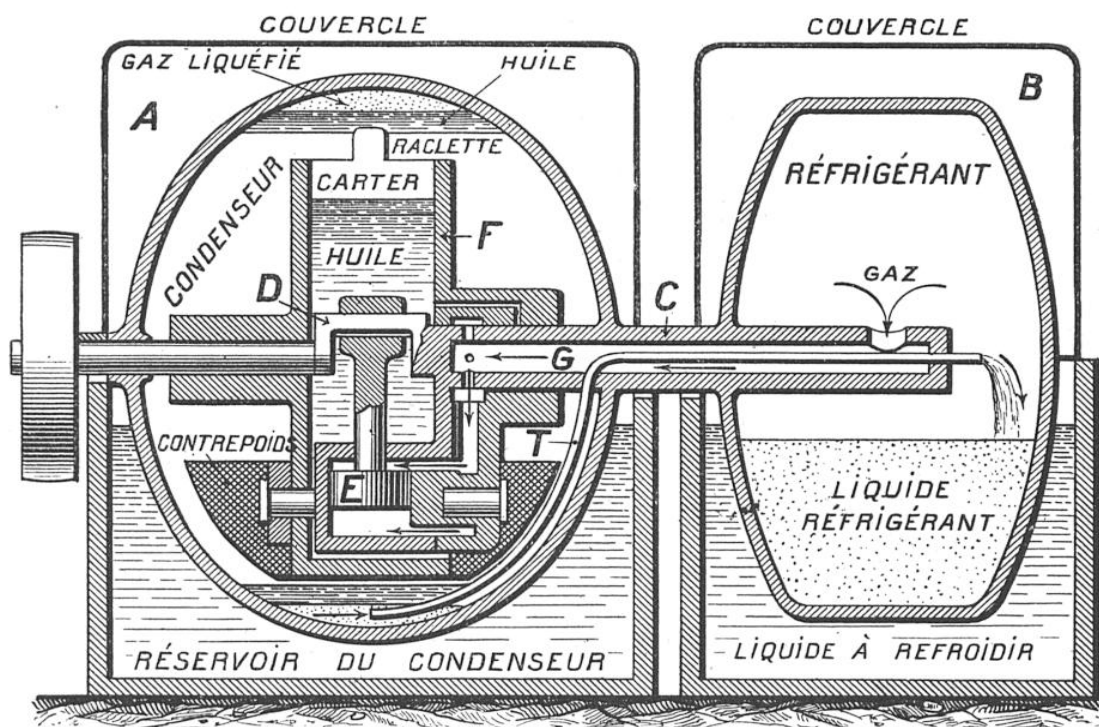
GÉNÉRATEUR DE FROID

*Le socle de ce frigorigène est formé par l'appareil appelé « expansion », dont on trouvera la description au cours de cet article.*



inférieure pour qu'il reste à peu près vertical pendant la rotation de l'ensemble, arbre et sphères. Un piston massif *E*, commandé par le vilebrequin, se meut dans ce cylindre. La sphère *A* contient de l'huile recouvrant la face supérieure (et, par suite, le joint piston-vilebrequin et les tourillons de suspension du cylindre) en débordant dans la sphère même. Pendant la rotation, sous l'effet de la force centrifuge, cette huile

flèches *G*. Pendant la descente, la communication avec *B* est obstruée grâce à la disposition de l'orifice de cet arbre dans l'un des tourillons supportant le cylindre. Il y a compression et, par suite, liquéfaction. Le liquide obtenu tombe dans la capacité sphérique, s'épanouit sur les parois par suite de la force centrifuge et s'étale à l'extérieur de la nappe d'huile dont la densité est sensiblement inférieure à la sienne.



COUPE SCHÉMATIQUE DE L'APPAREIL GÉNÉRATEUR DE FROID

*L'explication détaillée des organes de ce frigorigène est donnée dans le texte ci-contre.*

s'épanouit suivant le voisinage de la plus grande génératrice et est constamment recueillie par un petit balai fixé sur le cylindre. Le graissage des parties tournantes est donc continu et automatique.

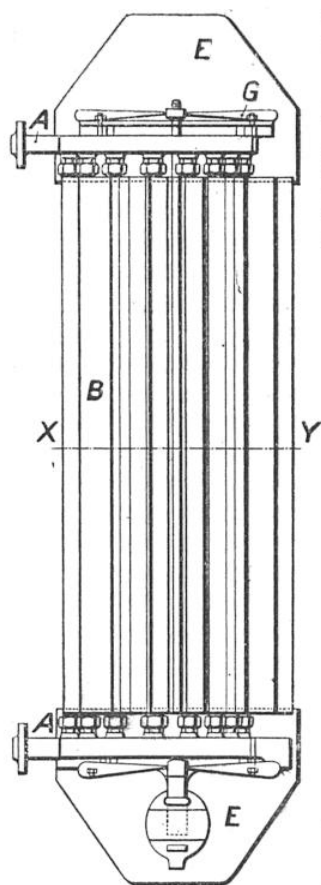
La capacité *B* contient un liquide extrêmement volatil (de l'anhydride sulfureux) et est par conséquent remplie de gaz.

Le cylindre et la capacité *B* sont mis en communication par l'arbre creux *C*, tandis que la périphérie de la sphère *A* et de la capacité *B* sont reliées par un petit tube *T*.

En faisant tourner l'ensemble, le piston se meut dans le cylindre. Pendant la montée, le vide tendant à se produire au-dessous de lui, le gaz anhydride sulfureux de la boule *B* est aspiré par l'arbre creux suivant les

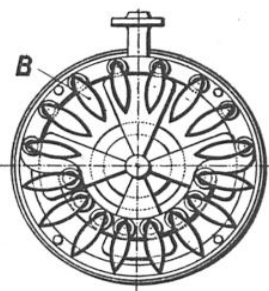
Mais, pendant la montée, l'appel de gaz dans *B* produit un vide partiel dans cette capacité. Il y a donc rupture d'équilibre entre *B* et *A* et appel par le petit tube intérieur de *A* vers *B*. Le liquide anhydride sulfureux ainsi appelé, se détend en arrivant dans *B* qui se trouve donc à nouveau rempli de gaz. Et les mêmes phénomènes se produisent constamment, à la vitesse correspondant à celle de rotation, soit trois cent quatre-vingts fois par minute. La liquéfaction dans la sphère *A* produit de la chaleur et on doit, pour y remédier, refroidir cette boule par circulation d'eau. La vaporisation dans la capacité *B* produit du froid que l'on utilise à refroidir une saumure et à fabriquer de la glace dans un bac à mouleaux.





# ÉLÉVATION ET COUPE D'UN TEMPÉRATEUR

*La saumure est amenée dans les tubes B par les collecteurs A, contenus dans le carter E. Le ventilateur G sert à répandre dans la pièce l'air refroidi.*



COUPE XY

On peut remarquer que, l'appareil étant complètement clos et le graissage s'effectuant par barbotage dans l'huile, l'entretien de ce générateur de froid est réduit à

bien peu de choses et presque nul.

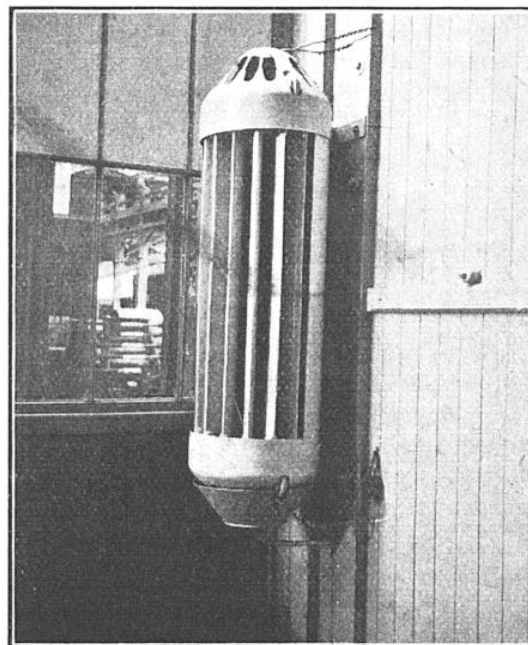
Un températeur, ou appareil destiné à utiliser le froid, est constitué essentiellement par des surfaces refroidissantes (à l'intérieur desquelles circule la saumure) léchées par un courant d'air léger produit par un ventilateur. Il comprend des éléments semblables B en fonte dont le nombre et la longueur varient, ce qui permet de réaliser toute l'échelle des surfaces utiles. Les éléments sont assemblés sur deux collecteurs A. Un ventilateur ordinaire G, à deux vitesses, est équipé avec deux hélices à pas contraire, avec pales en bois. Le carter E, en trois pièces, ne laisse ouvert du températeur que les entrées d'air aux extrémités pour les appels du ventilateur et un secteur de 150° des éléments de rayonnement. Enfin, lorsque cela est utile, on prévoit un collecteur de gouttelettes de condensation. Le températeur peut être disposé horizontalement au plafond ou verticalement dans l'angle d'un mur. Cette dernière disposition se prête facilement à une dissimulation en pan coupé.

L'« expansion » est le réservoir dans lequel

se refroidit la saumure de circulation et, comme son nom l'indique, dans lequel on trouvera un niveau variable suivant l'état de fonctionnement de l'installation. Disposé sous le frigorigène dont il forme le socle, cet appareil comprend un réservoir R en fonte, de grande capacité, contenant une surface réfrigérante S, constituée par un radiateur en fonte, en communication par la tuyauterie T prolongée extérieurement avec le bac à moulures du frigorigène. La saumure qui circule dans l'installation est une solution de chlorure de calcium à 25 % (soit 37°3 Beaumé) neutralisée par 0 kg. 250 de soude caustique pour 100 litres d'eau. Un flotteur F, G, H permet la rentrée d'air lorsque le niveau de la saumure est au-dessous du niveau normal N et empêche la sortie de la saumure dès que son niveau tend à dépasser le niveau N (fig. page 276).

L'expansion comporte une tubulure a d'aspiration de la pompe, une tubulure b de retour de l'automatique et une tubulure c de retour des températeurs, pouvant être disposées à droite ou à gauche de l'appareil pour faciliter le montage des tuyauteries.

La saumure est prise dans l'expansion par une pompe rotative, sans particularité spéciale, disposée dans l'expansion elle-



VUE EN PLACE D'UN TEMPÉRATEUR



même, ou extérieurement, suivant le modèle de frigorigène adopté et commandée par le moteur de ce dernier. La pompe refoule cette saumure dans l'appareil dit « automatique » représenté ci-dessous.

L'« automatique » est un deuxième réservoir, de faible capacité, disposé à la partie supérieure de l'installation et dont le but est d'assurer le synchronisme de fonctionnement du frigorigène et de la pompe avec l'utilisation des températures. Il comporte deux groupes distincts d'appareils. Le premier groupe, qui sert à la répartition de la saumure, est constitué par une pièce *B* à trois tubulures (fig. ci-dessous) : une tubulure *a* d'arrivée de saumure refoulée par la pompe, une tubulure *c* d'écoulement par trop-plein, directement à l'expansion, de la saumure contenue dans le bac au-dessus du niveau  $N_2$  et une tubulure *b* d'écoulement aux températures, soit de la saumure venant par la trompe *C*, soit de la saumure contenue dans le bas au-dessus du niveau  $N_1$ .

Le second groupe comprend un flotteur *L* fou sur une tige de guidage, faisant descendre cette tige lorsque le niveau descend à  $N_1$  et fermant une soupape *GH* lorsque le niveau de la saumure dépasse  $N_2$ . Une cloche *F*, guidée par un cylindre *J*, joue le rôle de flotteur manométrique lorsque la soupape est fermée ; un ressort *I* ramène la cloche sur son siège après ouverture de la soupape ; un interrupteur *M* à joint brisé, coupe ou rétablit, avec ou sans relais, suivant les

cas, le courant d'alimentation du moteur.

La tuyauterie de trop-plein réunissant les tubulures *c* de l'automatique et de l'expansion est de diamètre suffisant pour assurer l'écoulement, sans hausse de niveau au-dessus de  $N_2$  dans l'automatique, de toute la saumure refoulée par la pompe. Elle comporte un robinet réglé une fois pour toutes pour en réduire le débit de façon à ce que celui-ci devienne très légèrement inférieur à celui de la pompe.

Les tuyauteries des températures réunissant les tubu-

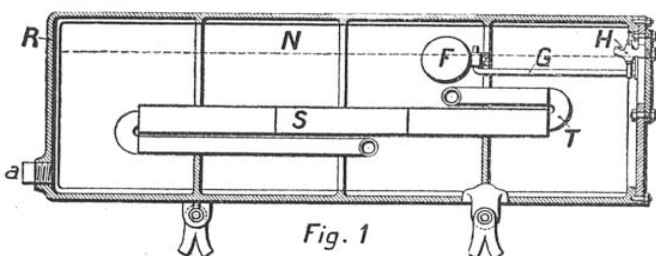


Fig. 1

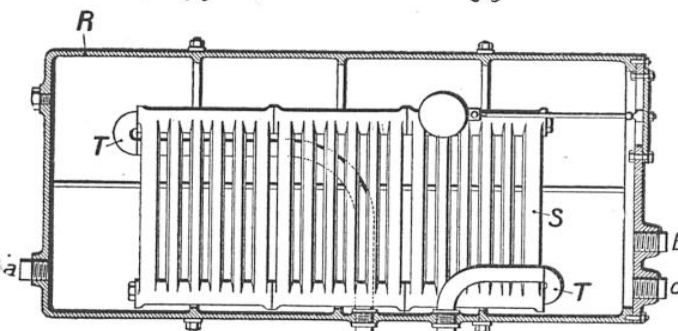
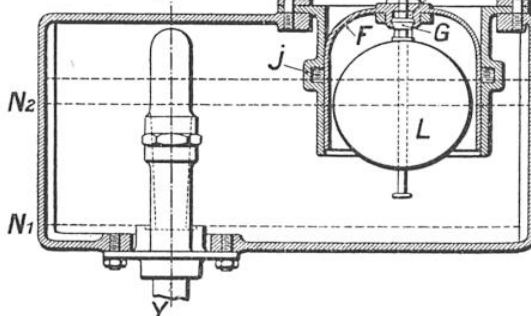
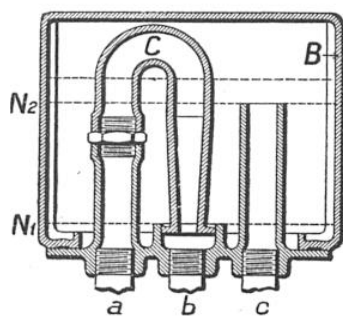


Fig. 2

#### COUPES VERTICALE ET HORIZONTALE DE L'« EXPANSION »

La saumure, contenue dans le réservoir *R* jusqu'au niveau *N*, est refroidie par son contact avec la tuyauterie *T S* qui est en relation avec le frigorigène. Le flotteur *F G H* permet la rentrée de l'air si le niveau est au-dessous de *N*, ou empêche la sortie de la saumure si le niveau atteint *N*.



#### COUPES TRANSVERSALES DE L'« AUTOMATIQUE »

A gauche, coupe *XY* ; à droite, coupe verticale de l'appareil qui se compose d'un réservoir *B* contenant le tube recourbé *C* et un système de flotteur *L F* commandant la soupape *GH* retenue par le ressort *I*. La saumure arrive par la tubulure *a* et repart aux températures par l'orifice *b*. Elle emplit l'automatique jusqu'aux niveaux  $N_1$  ou  $N_2$ , suivant les cas, et le trop-plein *c* la ramène à l'expansion. — *M*, interrupteur commandant le moteur du frigorigène.



res  $b$  de l'automatique et de l'expansion comportent le branchement en parallèle des températures de l'installation. Elles sont de diamètre suffisant (étant toutes en service) pour assurer l'écoulement de toute la saumure refoulée par la pompe. Chacun des branchements de température comporte un robinet de commande qui peut prendre trois positions d'ouverture correspondant à la circulation de la saumure, le ventilateur étant à l'arrêt, à la première ou à la deuxième vitesse, et trois positions de fermeture pour lesquelles la saumure ne circule pas, et le ventilateur tourne soit à la première, soit à la deuxième vitesse.

L'installation fonctionne de la façon suivante : supposons d'abord tous les températures en service. Le niveau de la saumure dans l'automatique (fig. page 276) est en  $N$  puisqu'il y a écoulement par la tubulure des températures, avec débit égal

à celui de la pompe. Le niveau de la saumure dans l'expansion (fig. page 276) est au-dessus de  $N$ , ce dernier appareil fonctionnant alors comme vase clos.

Si l'on ferme un robinet de température et si le débit reste cependant égal à celui de la pompe, aucun changement ne se produit dans l'état de l'installation. Si l'on ferme alors plusieurs robinets jusqu'à ce que le débit, à travers les températures encore en service, devienne inférieur à celui de la pompe, le niveau monte alors dans l'automatique, atteint le niveau  $N_2$  et s'y maintient, le trop-plein permettant l'équilibre

entre les deux débits. Les températures fermées, ainsi que leurs tuyauteries, restant pleines de saumure, l'augmentation de volume de saumure dans l'automatique est obtenue par diminution de volume dans l'expansion où le niveau descend au-dessous de  $N$ , ce qui est alors possible puisque le vase est mis à ce moment à l'air libre par le flotteur  $F$ .

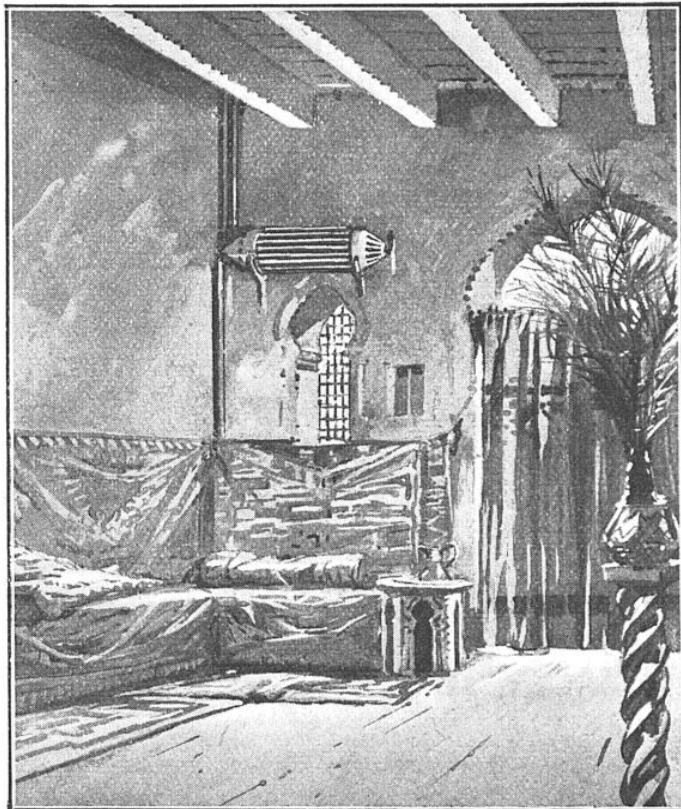
Fermons le dernier température. Le trop-plein seul  $c$  de l'automatique permet le retour de saumure à l'expansion. Or, son débit a été réglé inférieur à celui de la pompe. Le niveau monte donc au-dessus du  $N_2$  dans l'automatique. La cloche  $F$  (fig. page 276), agissant comme flotteur, déclenche l'interrupteur et le moteur est ainsi mis à l'arrêt.

La pompe ne débitant plus, le trop-plein rétablit le niveau  $N_2$ . Le flotteur de l'automatique descend, sans cependant atteindre l'arrêt de la tige, et ouvre la soupape  $GH$  de la cloche.

Celle-ci, par son poids et par l'effet du ressort, se sépare de son siège. L'automatique est mis immédiatement à l'air libre.

On constate donc que le groupe frigorigène est à l'arrêt dès que tous les températures sont hors de service, et que cet arrêt est automatiquement obtenu par la simple manœuvre des robinets de commande des températures, qui sont d'ailleurs totalement indépendants les uns des autres.

Supposons, au contraire, les températures tous hors service : le niveau de saumure dans l'automatique est en  $N_2$  puisqu'il y a écoulement par la tubulure de trop-plein  $c$



INSTALLATION D'UN TEMPÉRATEUR DANS UNE HABITATION TUNISIENNE

*Au plus fort de la chaleur, l'appareil entretient dans la pièce une délicieuse fraîcheur.*



et que la pompe ne débite pas. Dans cette position, le flotteur *L* a ouvert la soupape de la cloche *F*, celle-ci, par son propre poids et par l'effet du ressort, est descendue sur son siège. L'automatique est à l'air libre. Le flotteur flotte encore et n'a pas atteint l'arrêt de la tige. Le niveau de saumure dans l'expansion est resté inférieur au niveau *N*, puisque l'automatique contient le volume compris entre *N*<sub>1</sub> et *N*<sub>2</sub>. L'expansion est également à l'air libre.

Si l'on ouvre un robinet de température, on établit une communication entre l'automatique et l'expansion qui, tous deux, sont à l'air libre. On provoque donc l'écoulement. L'automatique tend à se vider jusqu'au niveau *N*<sub>1</sub>, l'expansion à se remplir jusqu'en *N*, niveau pour lequel son flotteur *F* (fig. page 276) ferme la communication avec l'atmosphère. Mais la baisse du niveau dans l'automatique provoque la baisse du flotteur qui repose sur l'arrêt de la tige et, par son propre poids, provoque la descente de cette tige. L'interrupteur est enclenché. Le moteur remis en marche entraîne le frigorigène et la pompe. Celle-ci débite plus que la tuyauterie du température, le niveau remonte dans l'automatique jusqu'en *N*<sub>2</sub> (et descend par conséquent dans l'expansion au-dessous de *N*). L'équilibre est obtenu lorsque le trop-plein permet l'écoulement de l'excès

de débit. Le flotteur de l'automatique est sans action sur l'interrupteur *M*, qui reste enclenché et le moteur reste en action.

Si l'on ouvre un deuxième, un troisième robinet, etc., il se produit simplement

une variation des niveaux dans l'automatique et dans l'expansion, niveaux qui deviendront respectivement *N*<sub>1</sub> et *N* dès que le débit dans les températures pourra absorber entièrement le refoulement de la pompe.

On constate encore que la simple manœuvre du robinet d'un température quelconque provoque la mise en marche du générateur de froid.

Il est donc facile maintenant de se rendre compte de la façon dont on pourra utiliser l'installation. Il suffit, en rentrant chez soi, d'ouvrir un robinet, ainsi qu'on a coutume de le faire avec le chauffage central, pour réaliser rapidement un rafraî-

chissement de la température. D'ailleurs, de même que l'on peut régler un radiateur pour obtenir un degré de chaleur voulu, on peut, grâce aux trois positions des robinets de commande, rafraîchir une pièce comme on le désire. Il est donc facile d'éviter les refroidissements brusques et attendre que le corps se soit habitué à une température pour rafraîchir davantage.

R. FONTENILLEAU.

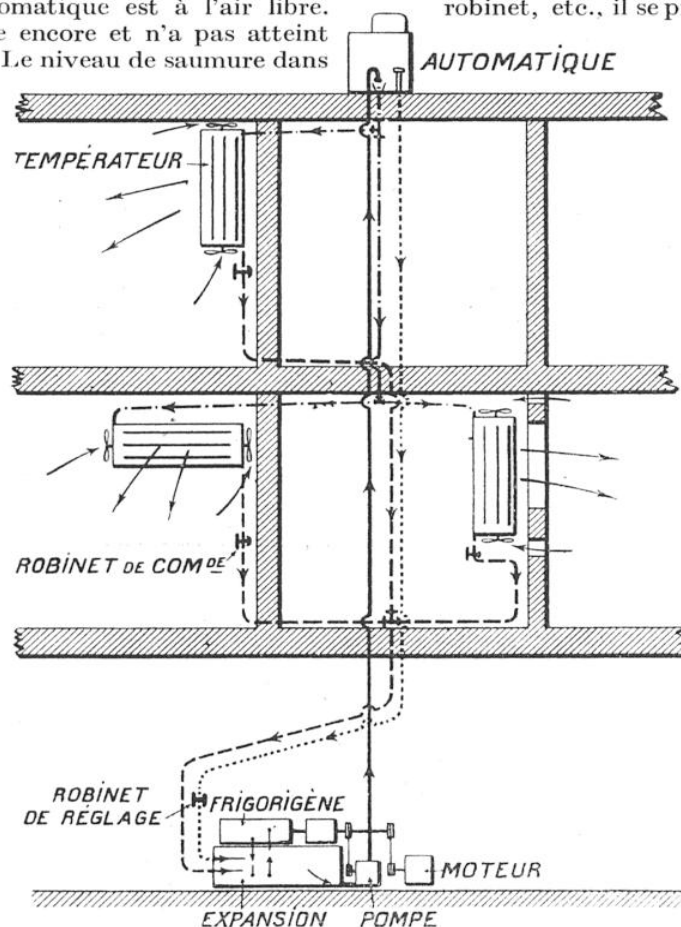


SCHÉMA D'UNE INSTALLATION GÉNÉRALE DE TEMPÉRAGE  
« GEM »

La circulation de la saumure se produit dans le sens des flèches, suivant les lignes qui représentent la tuyauterie. La saumure, aspirée de l'expansion par la pompe, est refoulée dans l'automatique (trait —) et retourne à l'expansion, soit directement (trait .....), soit à travers les températures (traits - - - - - et - - - - -). La ventilation des pièces est représentée par les flèches voisines de ces derniers appareils.



# PULVÉRISATEUR POUR HUILES LOURDES

Par Marcel DOUBRY

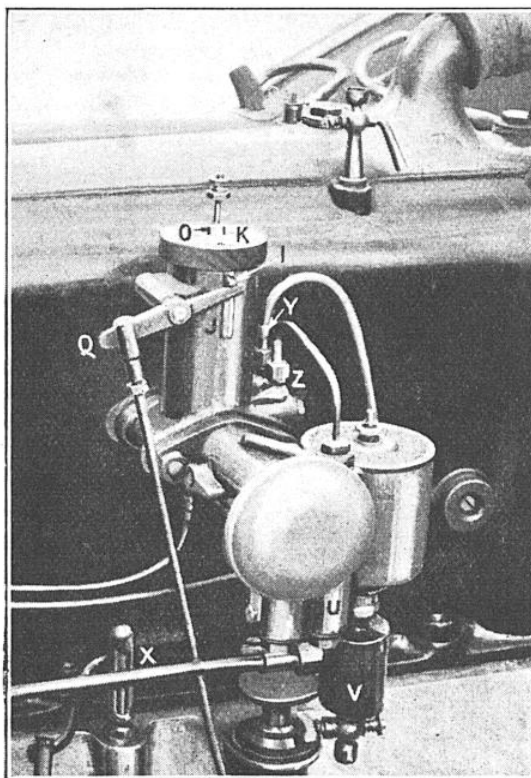
**P**OUR généraliser l'emploi des huiles lourdes dans les moteurs à explosion, emploi qui doit se traduire par une réduction notable de la dépense en essence, de ce fait presque radicalement supprimée, on a imaginé et construit des moteurs spéciaux que nous avons déjà décrits ici. Mais rendre l'emploi de ces mêmes huiles lourdes possible dans tous les moteurs existants est une solution du problème beaucoup plus intéressante. Voici comment on paraît y être arrivé à l'aide d'un petit appareil que son inventeur, M. Maroger, a baptisé du nom d'« Atomios ».

On sait que l'huile ne peut brûler dans les cylindres qu'à la condition d'y être introduite pulvérisée. Sa combustion est alors rapide et donne de parfaits résultats sur les moteurs à régime constant, quel qu'en soit ce régime ; mais pour les moteurs à régime variable, la carburation devient médiocre aux faibles dépressions, la vitesse de l'air au diffuseur du carburateur étant alors insuffisante pour donner la pulvérisation voulue. C'est le cas des moteurs d'automobile. Avec l'appareil dont nous nous occupons, on peut arriver à obtenir de l'huile dans un état de diffusion tel, de brouillard si léger qu'il peut brûler sans difficulté dans n'importe quel moteur. La vitesse de l'air au diffuseur se trouve, à cet effet, maintenue à un régime suffisam-

ment rapide pour que la pulvérisation soit toujours complète dans tous les cas.

L'appareil, qui s'intercale entre le carburateur et le moteur, comporte dans sa partie inférieure un papillon *G* qu'un ressort *M*, soigneusement taré, maintient dans sa position de fermeture en soulevant un piston *B* dont l'écrin interne *C* porte une rainure hélicoïdale *D*. Ce piston, par l'orifice *P*, est soumis à l'influence de la dépression qui existe au diffuseur du carburateur ; il s'abaisse proportionnellement à cette dépression et, dans ce mouvement, entraîne l'axe *F* du papillon par le goujon *H* engagé dans la rainure hélicoïdale. Ce simple papillon permet d'obtenir les résultats suivants : tout d'abord, choc brusque des molécules d'huile sur une des faces du papillon qui provoque leur condensation ; puis pulvérisation de ces molécules sur les bords du papillon par un courant d'air d'une vitesse toujours très élevée. En effet, il résulte de cette disposition que

la vitesse sur le bord du papillon est inversement proportionnelle à la vitesse de l'air au diffuseur. Aux bas régimes, on a donc des vitesses considérables sur le bord du papillon, vitesses qui vont en diminuant au fur et à mesure que la vitesse angulaire du moteur augmente ; et, en marche normale, la vitesse d'air est la même que dans n'im-



L'APPAREIL MIS EN PLACE SUR LE MOTEUR  
*K*, Chapeau ; *O*, trous d'air ; *Q*, levier de commande ;  
*I*, goujon ; *J*, rainure de guidage du goujon ; *X*,  
Canalisation d'huile ; *Y*, arrivée d'essence ; *Z*, dé-  
rivation d'huile pour le départ ; *U*, puits du ralenti  
du carburateur ; *V*, purgeur.







# INSTALLATION ET MODE D'EMPLOI DES APPAREILS RÉCEPTEURS DE T. S. F.

Par Guy MALGORN

**C**OMMENT monter un appareil récepteur de T. S. F. ? Sans doute, les procédés sont multiples et la question que nous posons a déjà reçu de nombreuses réponses. Parmi la multitude des solutions proposées, il faut pourtant faire un choix qui sera guidé par les circonstances, comme nous allons le montrer en nous adressant surtout aux personnes qui ignorent à peu près tout de la T. S. F. (la grande majorité) et qui veulent simplement écouter les concerts aussi facilement qu'ils se servent d'un phonographe.

L'antenne ou le cadre, la prise de terre, l'appareil récepteur proprement dit et ses accessoires, tels sont les sujets qui vont retenir particulièrement notre attention.

*L'antenne.* — L'antenne est destinée à recueillir les ondes que l'on désire recevoir. Le fonctionnement de l'antenne peut être expliqué simplement en comparant les ondes électriques au mouvement des flots. A la surface d'une eau en mouvement, plaçons verticalement un tube de verre assez large, ouvert à ses deux extrémités (fig. 1) ; le niveau de l'eau monte et descend dans le tube en suivant les impulsions du flot. Ainsi se manifeste dans le tube le mouvement des vagues : de même, les ondes de l'éther produisent dans l'antenne des oscillations électriques que l'on peut recueillir à la partie inférieure. Dans sa forme la plus simple, elle est constituée par un fil métallique horizontal ou incliné, tendu à une certaine hauteur au-dessus du sol (fig. 2). L'intensité de la réception est d'autant plus grande que l'antenne est plus élevée, de sorte que l'on est conduit, pour compenser l'affaiblissement des signaux dû à la distance, à adopter des antennes d'autant

plus importantes que le poste récepteur est plus éloigné du poste d'émission. Nous verrons cependant plus loin que l'on peut compenser en partie cet affaiblissement des transmissions au moyen d'appareils spéciaux appelés amplificateurs, dont le rôle est précisément de renforcer les signaux.

On obtient une antenne plus perfectionnée au moyen d'une nappe horizontale de fils parallèles. Cette nappe se compose de plusieurs fils de cuivre de 2 à 3 millimètres de diamètre qui sont tendus entre deux vergues de bois dont ils sont isolés au moyen de petits isolateurs de porcelaine (fig. 2 bis). Ces vergues sont elles-mêmes fixées à des supports élevés : toit d'une maison, branche ou tronc d'un arbre assez fort pour ne pas bouger sensiblement sous l'action du vent, cheminée, pylône, etc. (fig. 3, 4, 5).

L'antenne est reliée aux appareils récepteurs au moyen de fils soudés ou fortement ligaturés à ceux de la nappe ; suivant la commodité et la longueur d'onde de l'émission que l'on désire écouter, ces fils peuvent être fixés au milieu ou à l'un des bouts de la nappe. Ils convergent vers les appareils de réception auxquels ils sont reliés par un simple fil qui pénètre dans la salle où l'on a installé les appareils par un petit trou de vrille traversant le cadre d'une fenêtre.

Nous ne pouvons entrer ici dans le détail des nombreux types d'antennes, dont nous venons de décrire l'un des plus simples. On sait que, le cas échéant, on peut utiliser en guise d'antenne un fil de ligne téléphonique ou de ligne d'éclairage électrique ; toutefois, ces dispositifs à usages multiples ne sont pas à recommander et peuvent même

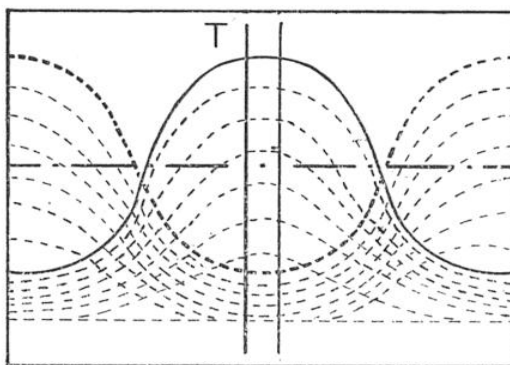


FIG. 1. — VARIATION DU NIVEAU DU LIQUIDE DANS UN TUBE DE VERRE T, PLACÉ VERTICALEMENT A LA SURFACE D'UNE EAU AGITÉE



présenter des inconvénients assez sérieux. La réception sur antenne nécessite une prise de terre, au même titre que la réception sur ligne télégraphique, dans la télégraphie ordinaire avec fil.

La prise de terre a une grande importance ; il s'agit, en effet, de relier à la terre les appareils récepteurs par un contact franc établi sous la surface du sol de la manière que nous allons indiquer.

Cette condition est facilement réalisée à la campagne : il suffit de relier les appareils récepteurs à un simple fil de cuivre soudé lui-même à une plaque ou à un grillage métallique de 2 à 3 mètres enfoui à 30 centimètres de profondeur, dans une terre humide : un grillage de clôture convient parfaitement à cet usage. En ville, on doit le plus souvent se contenter de substituer à une véritable prise de terre une canalisation d'eau ou, à la rigueur, de gaz, ou même un balcon : le contact s'obtient en enroulant fortement un fil conducteur sur une partie métallique bien décapée.

**Le cadre.** — Les conditions nécessaires à l'établissement de l'antenne et de la prise de terre sont souvent impossibles à satisfaire en ville, principalement à Paris. Il existe un moyen bien simple de s'en affranchir : c'est d'avoir recours à un cadre. Le cadre est une bobine plate de grandes dimensions, dont la forme est carrée ou polygonale, rarement circulaire à cause de la difficulté de construction (fig. 9). Sur cette bobine, dont le diamètre atteint généralement 1 à 2 mètres, sont enroulées

trente à cinquante spires de fil de cuivre isolé de 0,5 à 2 millimètres de diamètre. Les extrémités du cadre sont reliées directement aux bornes de l'appareil de réception

sans qu'il soit nécessaire d'établir aucune autre connexion avec une antenne ou une prise de terre.

Le mode de réception sur cadre est de beaucoup le plus pratique : il évite de tendre une antenne et d'établir une prise de terre, opérations toujours délicates à réaliser ; il affranchit l'appareil de réception de toute liaison par fil avec l'extérieur et le rend aisément transportable. Les ondes qui arrivent du dehors pénètrent directement à travers les parois de la salle et viennent impressionner le

cadre récepteur dont la sensibilité est maximum lorsqu'il est orienté dans la direction de l'émission. Il est facile de s'en rendre compte à l'aide d'une comparaison élémentaire. Une planche mince *P* (fig. 7-1), qui flotte sur l'eau perpendiculairement à la marche des vagues, ne subit aucune déformation ; si cette planche, est placée dans le sens de la marche des vagues, elle se déforme sous l'action des impulsions (fig. 7-2). De même, le cadre reçoit un ébranlement électrique s'il est orienté dans la direction de la propagation, mais il n'est pas influencé par les ondes s'il leur est perpendiculaire, et c'est ce qu'il faut éviter.

En somme, le cadre est une sorte de petite antenne enroulée sur elle-même, mais précisément à cause de la petitesse de ses dimensions, il ne permet que d'entendre dans

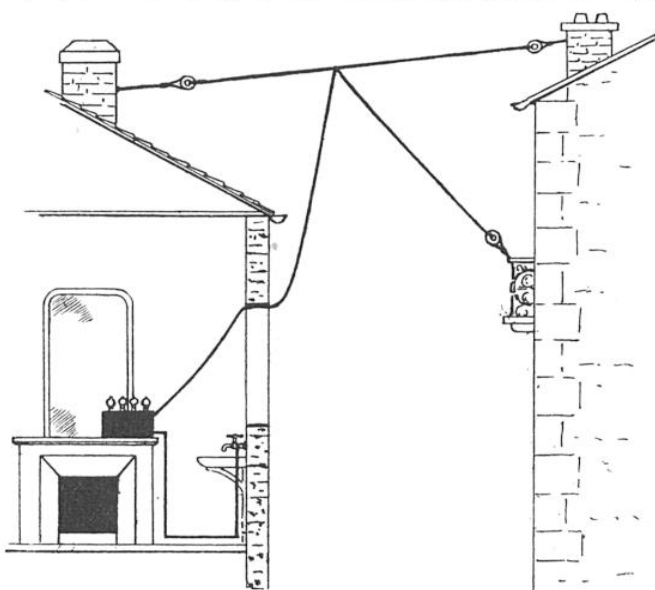


FIG. 2. — EXEMPLE D'ANTENNE SIMPLE À DEUX FILS

*L'antenne est tendue entre deux cheminées et un appui ou balcon de fenêtre dont elle est isolée par de petites poulies de porcelaine. Le fil qui la relie à l'appareil placé sur la tablette de la cheminée traverse le montant de la fenêtre ; l'appareil est relié par un autre fil au robinet métallique de l'évier, qui sert de prise de terre.*

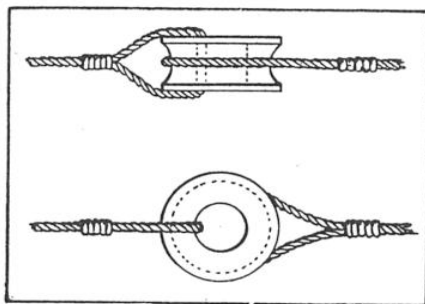


FIG. 2 bis. — PETITE POULIE DE PORCELAINE SERVANT D'ISOLATEUR



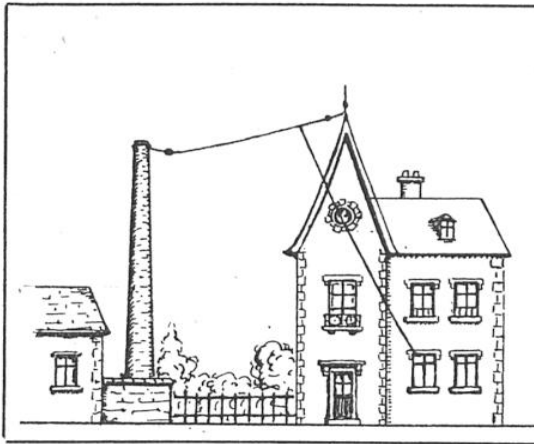


FIG. 3. — INSTALLATION D'UNE ANTENNE ENTRE UNE CHEMINÉE D'USINE ET UNE VILLA



FIG. 4. — INSTALLATION D'UNE ANTENNE ENTRE UNE VILLA ET UN GROS ARBRE

un rayon assez restreint, ou alors il faut compenser l'affaiblissement des signaux au moyen d'appareils, appelés « amplificateurs », dont le but est de renforcer les signaux et de les rendre perceptibles.

*Appareil récepteur et accessoires.* — Le récepteur proprement dit peut être soit du type à galène, soit du type à lampes.

La galène est un cristal (sulfure de plomb) dont le contact avec un fil métallique fin a la propriété de rendre les oscillations électriques perceptibles, mais elle ne donne de bons résultats qu'à la condition d'utiliser

une antenne de grandes dimensions ou d'être très près du poste émetteur, car elle n'amplifie pas les signaux reçus ; pour la même raison, elle ne donne une réception convenable des concerts radiophoniques (concerts Radiola, Tour Eiffel) que dans un rayon très faible autour des stations émettrices. En outre, la galène ne peut servir à l'écoute des transmissions télégraphiques en ondes entretenues utilisées actuellement.

Il existe d'autres détecteurs à cristaux que le détecteur à galène (carborundum, etc.) mais ils ont les mêmes inconvénients. En

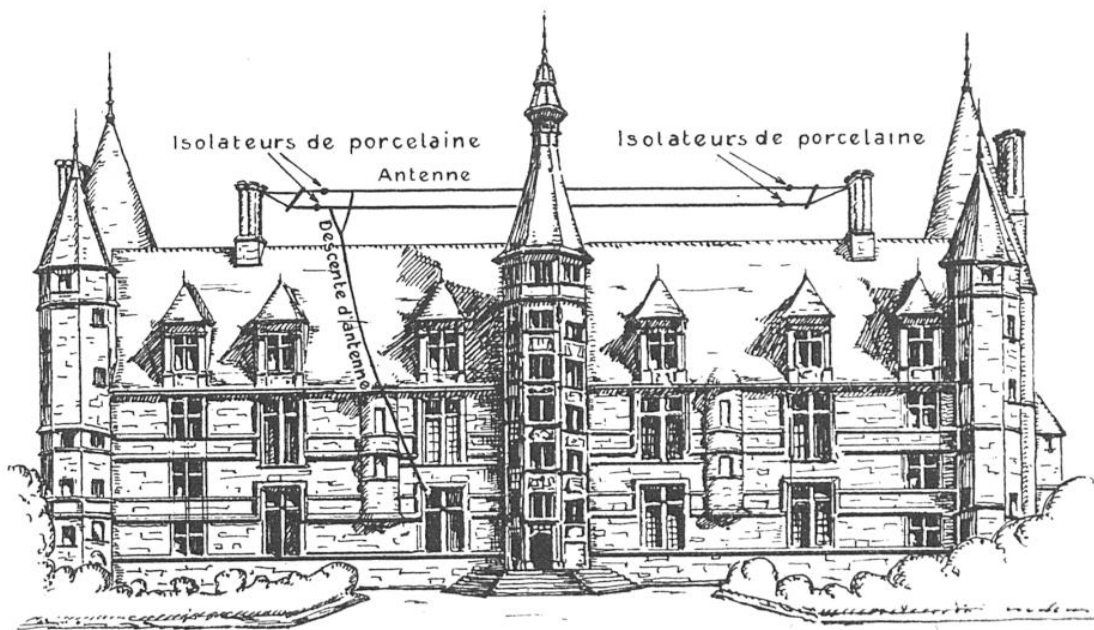


FIG. 5. — INSTALLATION D'UNE ANTENNE DE T. S. F. SUR LE TOIT D'UN CHATEAU



outre, ces appareils nécessitent un réglage assez précis et délicat qui doit être revu constamment et s'ajoute au réglage du poste récepteur proprement dit.

Les appareils à lampes, au contraire, donnent les meilleurs résultats, même avec des cadres récepteurs de faible encombrement, parce qu'ils permettent une amplification considérable des signaux ou de la parole transmis par les ondes. Par une série de transformations successives, les ondes amplifiées parviennent aux écouteurs téléphoniques ou au pavillon du téléphone haut parleur, dont les vibrations sonores permettent aux auditeurs

d'entendre un concert dans une vaste salle. Les appareils récepteurs à lampes sont composés d'éléments en nombre plus ou moins grand, suivant que le poste d'émission

est plus ou moins éloigné ou selon que l'on veut obtenir une audition plus ou moins forte. Chacun de ces éléments, en effet, a pour objet de renforcer les sons recueillis. Lorsque l'on ajoute en série ces éléments, on multiplie l'effet obtenu. Supposons que chacun des éléments renforce le son dans la proportion de 1 à 10 : le premier élément en multiplie l'intensité par 10, le second par 100, le troisième par 1.000 et ainsi de suite. Ainsi, lorsque l'on reçoit à Paris les émissions de la Tour Eiffel

ou les concerts Radiola sur un appareil à cadre, il suffit d'associer quatre de ces éléments pour entendre les auditions en haut-parleur. La lampe elle-même ne nécessite aucun réglage. Les seuls réglages très simples et qu'il est possible de faire une

fois pour toutes pour une émission déterminée, sont ceux de l'ensemble des éléments et du cadre. Les appareils à lampes doivent être alimentés au moyen d'une batterie de piles sèches de 40 volts, analogues à des piles pour lampes de poche, et d'une batterie d'accumulateurs de 4 volts. La batterie de piles consomme fort peu et dure très longtemps ; toutefois elle s'use, et son usure se manifeste par des irrégularités, un affaiblissement et des bruits perturbateurs dans la réception. On ne peut mesurer exactement ce degré d'usure dans un appareil spécial, mais on s'affranchit de cet inconvénient en remplaçant les batteries de piles tous les trois mois environ au moins.

Les accumulateurs se déchargent plus vite que les piles, mais ils présentent sur elles l'avantage de pouvoir être rechargés, c'est-à-dire d'emmagasinier ou d'accumuler une certaine charge d'électricité qu'ils restituent à nouveau à l'appareil récepteur. Il n'est pas toujours facile de s'apercevoir de l'usure

des accumulateurs d'après l'éclat des lampes du récepteur, éclat qui ne varie pas beaucoup. Mais on constate facilement cette usure à l'aide d'un petit voltmètre portatif de 0 à 6 volts que l'on trouve chez tous les électriciens. Lorsque l'on applique les extrémités des cordons de cet appareil sur les bornes de la batterie d'accumulateurs de 4 volts, l'aiguille indique sur le cadran un chiffre qui, lorsqu'il est inférieur à 3,6, pendant le fonctionnement de la batterie, montre que celle-ci est dé-

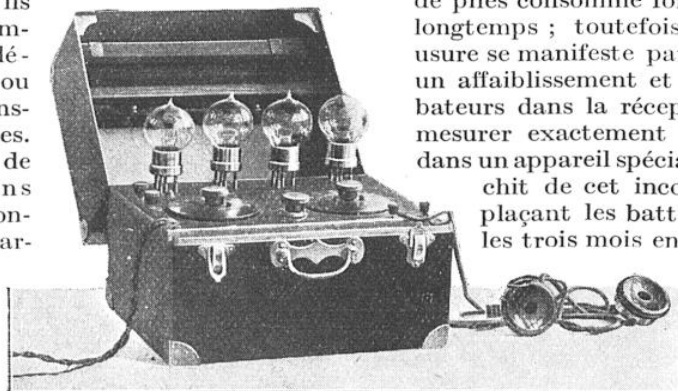


FIG. 6. — APPAREIL RÉCEPTEUR A QUATRE LAMPES, FONCTIONNANT AVEC ANTENNE

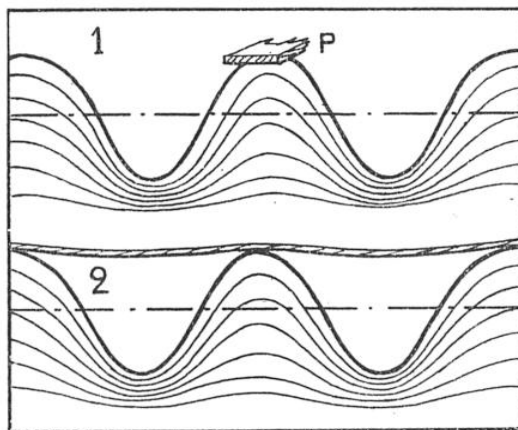


FIG. 7. — OSCILLATIONS D'UNE PLANCHE MINCE P FLOTTANT SUR L'EAU

1, perpendiculaire à la marche des vagues, la planche monte et descend sans déformation ; 2, dans l'autre sens, elle tend à se déformer sur place.

chargée. Pour la recharger, on la place en série avec un jeu de lampes à filament de carbone associées en parallèle, aux bornes d'un réseau de courant continu. La charge est terminée lorsque l'aiguille du voltmètre indique 4,5 sur le cadran gradué (figure 8).



Quand on ne dispose pas de *courant continu*, ce qui est très fréquent, bon nombre de réseaux de distribution étant à courant alternatif, il faut avoir recours à des dispositifs spéciaux. Certains constructeurs se chargent, d'ailleurs, d'entretenir et de recharger à forfait les accumulateurs.

Ces derniers doivent être entretenus avec soin et propreté ; on peut enduire leurs bornes de vaseline pour éviter la corrosion de l'acide. Ne pas oublier d'ajouter de temps à autre un peu d'eau distillée pour faire le plein des bacs jusqu'au niveau indiqué.

Les postes récepteurs à lampes sont d'un emploi très simple ; après avoir relié l'appareil, soit à l'antenne et à la prise de terre, soit au cadre que l'on oriente dans la direction du poste émetteur, on allume les lampes et l'on règle les circuits sur la longueur d'onde voulue, c'est-à-dire à l'accord du poste émetteur, en tournant un bouton moletté jusqu'à ce que l'on entende l'émission dans les écouteurs téléphoniques ; on manœuvre ensuite ce bouton jusqu'à ce que le son soit maximum. Une autre ma-

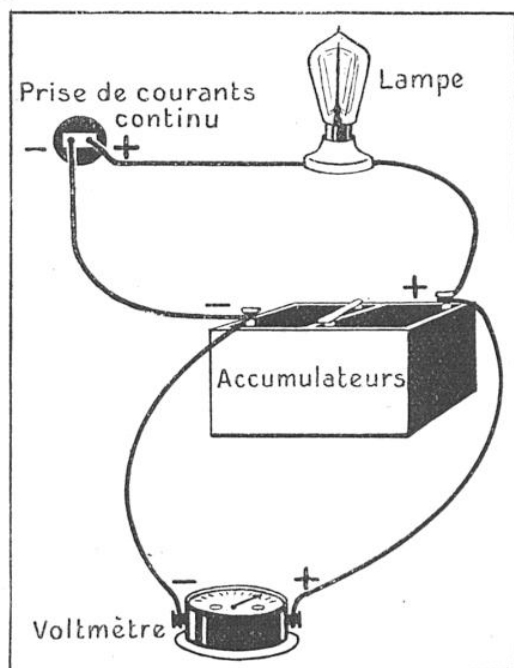


FIG. 8. — CHARGE DES ACCUMULATEURS

On branche la batterie, comme l'indique la figure, à une prise de courant continu, en intercalant une lampe de forte intensité lumineuse et, autant que possible, à filament de charbon. Il faut bien respecter le sens des pôles (le pôle négatif — est peint en noir ; le pôle positif + est peint en rouge sur les bornes). Aux bornes de la batterie, on place un petit voltmètre gradué de 0 à 6 volts.

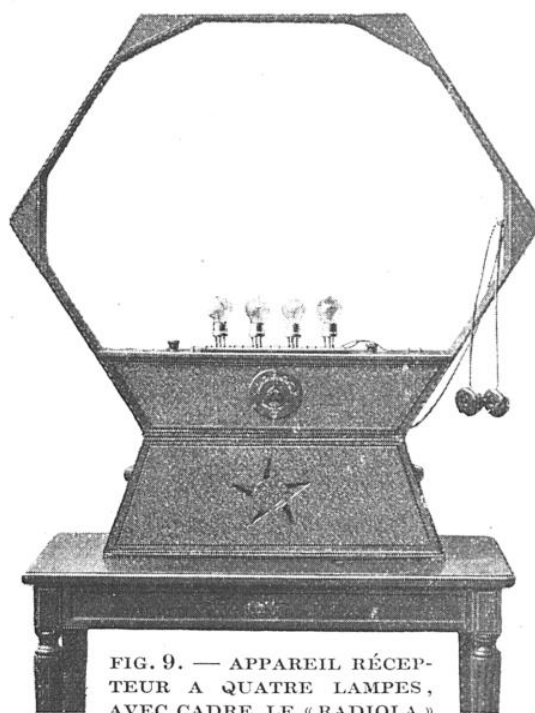


FIG. 9. — APPAREIL RÉCEPTEUR A QUATRE LAMPES, AVEC CADRE, LE « RADIOLA »

nette règle le renforcement de l'audition.

*Conclusion.* — Des considérations que nous venons d'exposer, il résulte que la réception sur galène est à éliminer comme peu sûre et trop faible. Seuls les appareils à lampes sont à recommander ; mais faut-il choisir les appareils à antenne ou les appareils à cadre ? Toutes les fois que la distance le permettra, l'amateur aura intérêt à adopter l'appareil à cadre, qui présente de nombreux avantages : plus grande protection contre les émissions perturbatrices, encombrement très réduit, grande sécurité de fonctionnement. Mais lorsque la distance du poste émetteur sera trop grande (supérieure à 50 kilomètres de Paris, par exemple, dans le cas des concerts Radiola), on aura intérêt à adopter un appareil à antenne (fig. 6), l'installation d'une antenne étant, dans la plupart des cas, une chose des plus simples, comme le montrent nos schémas.

Que ce soit sur antenne ou sur cadre, chacun peut écouter à domicile les plus beaux concerts à l'aide d'un de ces petits appareils d'un maniement et d'un entretien des plus commodes, aussi facilement transportables qu'un meuble léger.

En outre, les appareils que l'on construit actuellement sont très élégants et peuvent être placés dans n'importe quel salon.

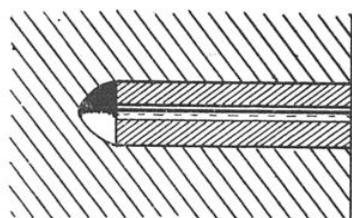
GUY MALGORN



## UNE NOUVELLE CHEVILLE POUR FIXER LES VIS ET LES CLOUS DANS LES MURS

**L**e nouveau procédé que nous décrivons ci-dessous pour fixer des vis ou des clous dans les murs, est basé sur l'emploi d'une cheville (cheville Rawl) constituée par un tube de fibre rendue inaltérable et insensible aux variations de température et d'humidité par un traitement spécial.

L'introduction d'une vis ou d'un clou dans cette cheville la dilate et la fait adhérer au mur avec une très grande force, tandis



CHEVILLE RAWL DANS SON  
LOGEMENT

que la vis ou le clou est maintenu fermement dans la fibre. La cheville ne repose pas simplement dans le mur, elle forme expansion à l'intérieur des matériaux et en devient en quelque sorte partie intégrante. C'est ainsi qu'au cours d'essais d'arrachement fait, au Conservatoire national des Arts et Métiers, on a obtenu des résistances à une traction directe de 130 kilos dans du plâtre mou pour une vis de 4 millimètres de diamètre et de 25 millimètres de long et de 560 kilos dans la brique dure pour une vis de 7 mm. 5 de diamètre et de 63 millimètres de longueur. Pour une traction exercée obliquement, les chiffres précédents devraient être multipliés par 2 ou 3.

La plasticité de la fibre permet d'obtenir le serrage voulu en n'interposant, entre la vis ou le clou à poser et le mur, qu'une faible épaisseur de fibre destinée à produire le bourrage. Par conséquent, le diamètre du trou à forer est de très peu supérieur à celui de la vis et un demi-millimètre d'épaisseur de fibre de chaque côté suffit.

En entrant dans la fibre, les vis en taraudent la partie intérieure et forment un

pas de vis qui, par la compression, devient presque aussi dur que s'il était fait dans du métal. On peut donc enlever ou revisser les vis autant de fois qu'il est nécessaire, sans changer la cheville.

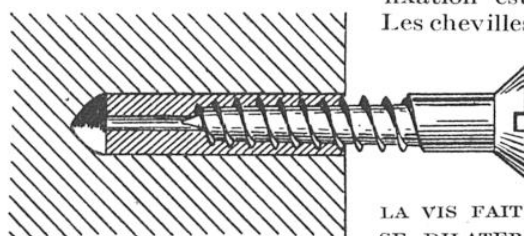
Grâce au canal intérieur de la cheville, le centrage des vis est automatique. Par le fait même de ce centrage parfait, le serrage produit par la vis entrant dans la cheville se produit également sur tous les côtés.

Le mode d'emploi est des plus simples : on fore un trou avec un outil spécial (ajusté pour chaque grosseur de chevilles et fourni avec les chevilles) ou avec une mèche de dimensions appropriées, on introduit la cheville dans le trou ainsi percé et on visse dans la cheville.

Les applications de cette nouveauté sont innombrables et elle peut rendre des services très grands pour la fixation, au moyen de vis à bois ordinaires, des patères, tableaux, étagères, rideaux, postes d'eau, réservoirs, consoles-lavabos, toilettes, appareillage et fils électriques, appareils à gaz, tuyaux, colliers, plaques de robinetterie, etc., et cela dans tous les matériaux : plâtre, briques, ciment, agglomérés, pierre, bois, etc., et dans tous les carrelages ou briques vernissées où toute fixation est difficile.

Les chevilles peuvent

être employées pour fixer des vis à bois dans du métal sans nécessiter le taraudage, ainsi que dans du marbre et de l'ardoise. Dans ces derniers cas, une mèche ordinaire est nécessaire pour forer le trou.



LA VIS FAIT  
SE DILATER  
LA CHEVILLE QUI ADHÈRE ALORS FORTEMENT A LA PAROI DE LA MURAILLE



OUTIL POUR  
FAIRE LES  
TROUS DANS  
LES MURS



# LES A CÔTÉ DE LA SCIENCE

## INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

### Le piano inscripteur

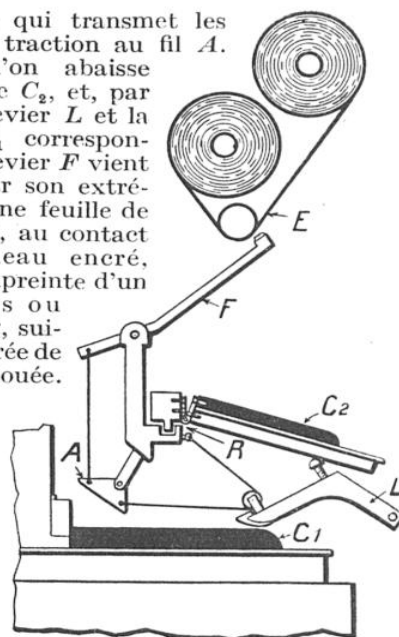
Le piano représenté par la photographie ci-dessous, invention du professeur Staehr, à New-York, permet de jouer un morceau quelconque dans n'importe quel ton et, en outre, d'inscrire la musique au fur et à mesure que l'artiste frappe sur les touches. Pour arriver à ce résultat, on a disposé, au-dessus du clavier ordinaire, un deuxième clavier absolument semblable au premier, de telle sorte qu'en jouant sur les touches supérieures  $C_2$ , on actionne également, grâce au levier  $L$ , les touches  $C_1$ , qui sont placées juste au-dessous. Or, le clavier supérieur peut recevoir un mouvement de translation dans la glissière indiquée par la flèche qu'on voit sur le schéma, de sorte que, sans changer en rien l'inscription musicale, on peut faire entendre le même morceau dans un ton quelconque. Ce résultat s'obtient en montant d'un ou plusieurs tons le clavier mobile.

Il est très facile de transformer ce piano, qui transpose automatiquement, en un appareil inscripteur. Il suffit, pour cela, d'attacher le fil  $A$  à l'extrémité du levier  $F$ . D'autre part, un fil  $R$  passe sur une petite poulie du levier coudé  $L$  et ses extrémités sont fixées, l'une à un point fixe, l'autre à

une pièce qui transmet les efforts de traction au fil  $A$ .

Lorsque l'on abaisse une touche  $C_2$ , et, par suite, le levier  $L$  et la touche  $C_1$  correspondante, le levier  $F$  vient frapper par son extrémité sur une feuille de papier qui, au contact d'un rouleau encre, reçoit l'empreinte d'un trait plus ou moins long, suivant la durée de la note jouée.

En outre, une ligne marque le *do* moyen, et l'écartement du trait de cette ligne indique la hauteur de la note. Un peu de



DISPOSITIF SCHÉMATIQUE DU PIANO INSCRIPTEUR



EN JOUANT SUR LE SECOND CLAVIER, ON INSCRIT LA MUSIQUE SUR LA FEUILLE DE PAPIER MOBILE

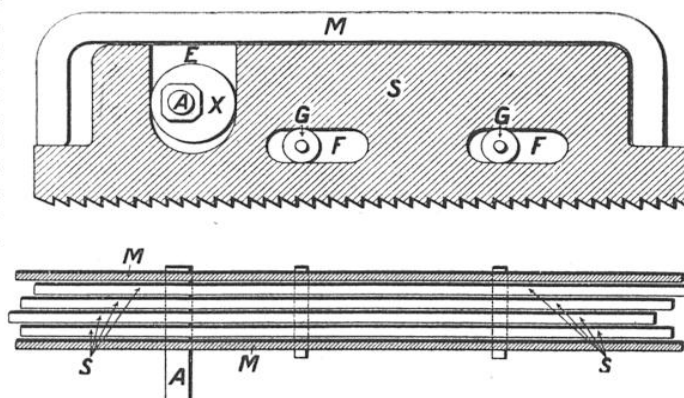
pratique permet, paraît-il, d'apprécier rapidement cette hauteur et la durée de la note. En tout cas, c'est là un excellent moyen pour permettre aux compositeurs de musique d'enregistrer leurs œuvres improvisées.

### Lime automatique à lames multiples

Il existe de nombreux types de machines-outils dans lesquels l'outil se déplace d'un mouvement rectiligne alternatif par rapport à la pièce à usiner. Cette pièce est toujours obligatoirement rendue solidaire d'un bâti fixe qui supporte les efforts de réaction. Un inventeur, M. Charles Gross vient de mettre en pratique un dispositif qui permet d'agir sur la pièce sans que celle-



ci soit maintenue par un support. Il a appliqué son principe à un outil à limer comportant une monture *M* dans lequel sont montées les lames de limes *S*. Ces lames ont la forme que montre notre dessin. Dans un évidement *E* passe un arbre *A* entraîné par un flexible et portant un excentrique *X*. Cet excentrique, en tournant, communique à la lame un mouvement alternatif, un va-et-vient rapide. Cette lame est guidée par deux galets *G* engagés dans les deux petites fenêtres *F F*, pratiquées dans la lame.



LA LIME AUTOMATIQUE (ÉLÉVATION ET PLAN)

Quatre lames, séparées par une mince feuille de laiton, sont montées l'une à côté de l'autre sur le bâti *M*. Chacune d'elles est commandée, comme la précédente, par un excentrique, mais ceux-ci sont décalés, l'un par rapport à l'autre, de 90 degrés. Il en résulte que le mouvement alternatif de ces lames ne se produit pas en même temps. De plus, afin d'annuler les efforts de réaction sur la pièce à limer, les dentures de deux lames voisines sont dirigées de sens contraire.

Cette combinaison de mouvements de limes à dentures opposées a pour effet de maintenir sur place, sans aucun appui, sans aucun maintien sur un bâti quelconque, la pièce à limer. L'ouvrier se contente d'appliquer et de maintenir l'outil sur la pièce. Il n'a plus aucun mouvement de bras à effectuer.

On peut remplacer les limes par des pierres d'émeri pour réaliser un outil à rectifier, par exemple. Ce curieux principe se prête, d'ailleurs, à de très nombreuses applications.

### Disrupteur pour autos

Le phénomène de pénétration forcée de l'étincelle aux électrodes d'une bougie, provoquée par une interruption dans le fil, formant disruptive, est connu du monde automobile depuis un certain nombre d'années.

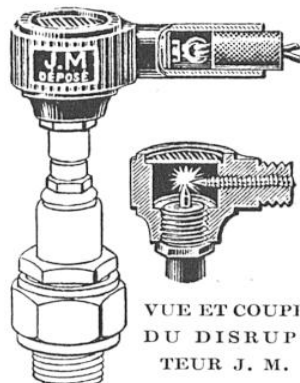
Ce phénomène, cependant, a été contrôlé et appliqué par les chauffeurs. Si le moteur est « boiteux », selon l'expression populaire, le chauffeur arrête la voiture et, pour vérifier quelle est celle qui ne produit pas d'étincelle, il démonte les bougies à tour de

rôle et les dégrasse, travail très compliqué sur route. Mais, certains se contentent de détacher le fil de la bougie et de le présenter à une petite distance de celle-ci ; aussitôt, les ratés d'allumage disparaissent et le moteur

reprend son fonctionnement normal, quitte à devenir boiteux au nouvel encrassement. Ce chauffeur crée ainsi un disrupteur. Il se produit parfois, en pays de montagne, qu'après une longue descente avec gaz fermé, on arrive au bas de la côte et qu'on se trouve dans l'impossibilité de faire reprendre le

moteur par suite de l'encrassement d'une ou de plusieurs bougies. Ceci provient de ce que, pendant la descente, l'huile a été aspirée par le moteur et a encrassé les bougies.

Il est donc beaucoup plus simple d'avoir constamment un disrupteur pratique logé dans la prise de courant. Le disrupteur J. M. assure, par sa simplicité, un bon fonctionnement au moteur. Un autre avantage appréciable de ce disrupteur est de servir de dispositif d'arrêt pratique des moteurs monocylindriques. En effet, il peut être enlevé lorsque le moteur est en pleine marche, sans aucune difficulté et surtout sans aucun risque de recevoir la secousse électrique dans les doigts. Les services qu'il rend ne peuvent être que très appréciés.



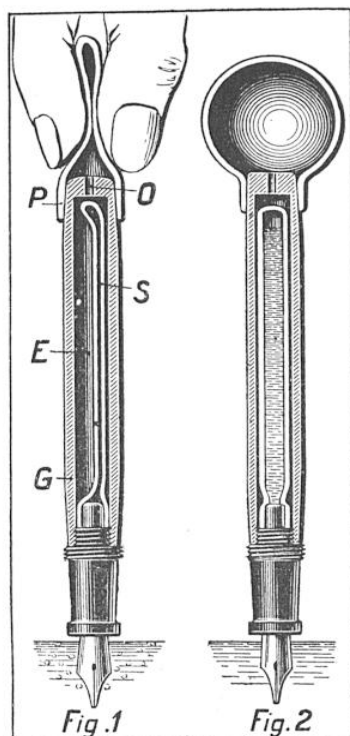
### Porte-plume réservoir à remplissage automatique

Le porte-plume réservoir est devenu un accessoire indispensable, aussi en voit-on apparaître constamment de nouveaux modèles. Parmi la catégorie des porte-plumes à remplissage automatique, un nouveau modèle, le « Stylo-Pneu » se présente comme un appareil scientifique simple,

original et d'une utilisation pratique.

Le remplissage automatique suppose généralement un mécanisme assez délicat et la description complète des divers systèmes employés serait trop longue (voir *La Science et la Vie* n° 49, page 255). Enfin, en ce qui concerne les appareils à remplissage non automatique, on connaît l'inconvénient qui





LE PORTE-PLUME RÉSERVOIR  
PNEUMATIQUE

qui est d'ailleurs fournie avec chaque appareil et qui transforme ainsi le porte-plume lui-même, au moment du remplissage, en un véritable compte-gouttes (fig. ci-dessus).

L'encre est normalement contenue à l'intérieur d'un petit sac en caoutchouc *S* analogue à ceux qui existent dans la plupart des appareils à remplissage automatique. Ce sac est lui-même enfermé dans le corps *G* du porte-plume qui le protège et l'enferme hermétiquement, et qui est percé d'une petite ouverture *O*, au bout opposé à la plume. Si on souffle par cette ouverture, avec la bouche ou avec l'aide de la poire *P*, on comprime l'air situé dans l'espace *E*, compris entre la gaine et le sac en caoutchouc, et comme ce dernier est très souple, il s'aplatit. Sa section primitivement circulaire prend une forme mince, comme le montre la figure précitée. L'air contenu dans le sac est automatiquement expulsé par le conduit qui amène l'encre à la plume.

Si on trempe le porte-plume dans l'encre, on voit cet air s'échapper du liquide ; mais

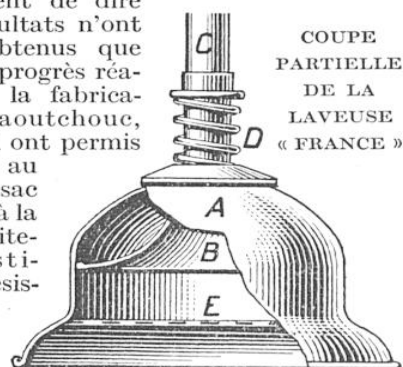
résulte de la manipulation de l'encre au compte-gouttes.

Le « Stylo-Pneu » ne comporte aucun mécanisme et n'exige aucun des accessoires indispensables au remplissage, puisqu'il suffit de « souffler dedans », tandis qu'on le trempe dans un encrier. Il est également facile, au lieu de souffler avec la bouche, procédé que certains pourraient trouver peu élégant, de faire usage d'une petite poire en caoutchouc,

si on cesse de comprimer l'air, le caoutchouc, en vertu de son élasticité, reprend sa forme primitive et, si on prend soin de laisser un instant seulement la plume dans l'encre, celle-ci monte instantanément dans le réservoir, remplacer l'air qui en était sorti.

Il convient de dire que ces résultats n'ont pu être obtenus que grâce aux progrès réalisés dans la fabrication du caoutchouc, progrès qui ont permis de mettre au point un sac aux parois à la fois parfaitement élastiques et résistantes, susceptibles de fournir un long usage.

La présence de l'encre à l'intérieur du sac maintient le caoutchouc dans un état d'humidité constante favorable, comme on le sait, à sa conservation.



A, cloche de l'appareil ; B, piston solidaire de la tige C ; D, ressort de rappel ; E, fond perforé.

### La laveuse « France »

CONTRAIREMENT aux appareils employés ordinairement pour le lavage du linge, appareils qui agitent celui-ci dans l'eau, la laveuse « France » fait passer l'eau à travers le linge qu'elle renferme.

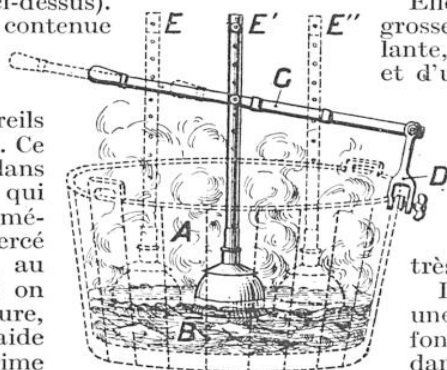
Elle consiste en une sorte de grosse pompe aspirante et foulante, composée d'un corps fixe et d'un piston mobile, ce dernier pouvant être mis en mouvement par l'intermédiaire d'une tige verticale. Un levier oscillant à allonge facilite beaucoup la manœuvre de la tige.

Voici le mode d'emploi, très simple, de l'appareil.

Le linge à laver, disposé en une couche peu épaisse au fond d'un baquet, baigne abondamment dans l'eau de savon ou de lessive. Le levier de la laveuse est accroché au bord du baquet par la pince à vis qui est livrée avec lui ; il ne reste qu'à promener l'appareil sur le linge, tout en actionnant le levier comme celui d'une pompe. Dans ce mouvement,

le piston de la laveuse aspire et refoule alternativement le liquide à travers les tissus et les nettoie rapidement.

Constituée de métal inoxydable, la laveuse



LA LAVEUSE « FRANCE »  
EN MARCHÉ

A, baquet ; B, linge ; C, levier à coulisse ; D, pince de fixation ; E, E', E'', positions de la laveuse.

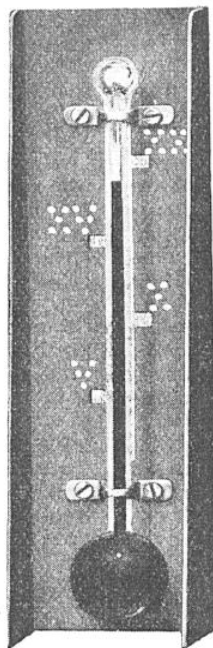


« France » est aussi durable qu'elle est pratique. Sa manœuvre n'est aucunement fatigante. N'abîmant pas le linge, supprimant l'obligation de le faire bouillir, elle est l'amie du ménage, auquel elle apporte économie de temps et d'argent.

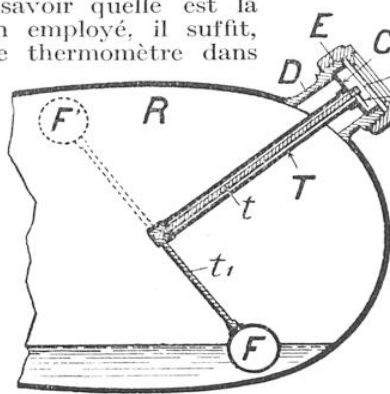
### Un thermomètre pour les chambres noires photographiques

ON sait que le développement des photographies, clichés négatifs ou épreuves positives, exige, pour être effectué dans les meilleures conditions, que la température des bains ne soit pas trop éloignée d'une certaine valeur située entre 15 et 20 degrés centigrades. Or, il est bien difficile de se rendre compte de cette température avec une assez grande précision, lorsque, enfermé dans la chambre noire, on n'a à sa disposition qu'une faible lumière rouge.

Le petit thermomètre représenté par la photographie ci-contre remédie à cet inconvénient. Il est constitué par un tube thermométrique monté sur une plaque de tôle brunie et dont les faces latérales ont été rabattues à angle droit sur la partie du fond. Ainsi, l'appareil, placé verticalement dans un bain, conserve sa position. Derrière le tube contenant de l'alcool teinté en noir, on a ménagé une fente dans la tôle. D'autre part, les degrés, au lieu d'être marqués sur le fond par des chiffres peints, sont indiqués par des chiffres romains représentés par de petits trous. Pour savoir quelle est la température du bain employé, il suffit, après avoir placé le thermomètre dans la cuvette, de placer la lumière rouge derrière l'appareil. On voit en même temps l'alcool teinté en noir du tube thermométrique qui a un fort diamètre et le nombre de degrés devant lequel cet alcool est arrêté. Les insuccès qui proviennent quelquefois, sans que l'on s'en doute, de la mauvaise température des bains, peuvent donc être facilement évités. Une température un peu élevée rend les bains plus actifs, mais il est incontestable qu'elle a une influence néfaste sur la gélatine de la plaque.



LE THERMOMÈTRE  
POUR BAINS PHOTOGRAPHIQUES



COUPE VERTICALE ET DÉTAIL VU EN PLAN DE  
L'INDICATEUR DE NIVEAU

### Indicateur automatique de niveau

POUR constater la quantité de liquide contenu dans un récipient clos, on utilise ordinairement soit une jauge, soit un tube de niveau fixé à demeure à la paroi dudit récipient. Quand on emploie la jauge, qui est simplement une tige graduée, il est nécessaire d'enlever le couvercle ou de dévisser le bouchon de fermeture, ce qui demande un certain temps et offre parfois des inconvénients. Le tube de niveau donne de suite l'indication cherchée, mais, étant en verre, il est nécessairement très fragile et le moindre choc est susceptible de le briser, ce qui, outre la perte du liquide, met le récipient hors de service jusqu'à son remplacement.

M. Garé, de Turin, a obvié à ces inconvénients en construisant un indicateur de niveau applicable à tout récipient et spécialement aux réservoirs à essence des automobiles. Il comprend une douille *D*, filetée pour recevoir un écrou *E* qui presse une glace *G* contre l'embase de *D*, et un cadran *C* protégé par la glace. Ce cadran supporte un tube *T* dans l'axe duquel passe une tige *t*; à son extrémité inférieure, une tige perpendiculaire *t*<sub>1</sub> porte un flotteur *F* qui suit les variations de niveau du liquide en faisant tourner la tige *t* dans l'un ou dans l'autre sens à mesure qu'il monte ou qu'il descend. L'aiguille *a*, solidaire de *t*, tourne en même temps, par l'intermédiaire de deux petites roues dentées, sur le cadran *C*, convenablement gradué par son tarage, selon la forme et les dimensions du réservoir, et indique à

chaque instant le niveau du liquide. Il est impossible de graduer *a priori* le cadran de l'appareil, car les tôles des réservoirs n'ont jamais la même courbure. Il est donc nécessaire d'effectuer cette graduation empiriquement, en versant, par exemple, l'essence demi-litre par demi-litre et on tracera un trait à chaque arrêt de l'aiguille *a*.

V. RUBOR.