

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

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

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

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

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

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

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

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

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

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

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

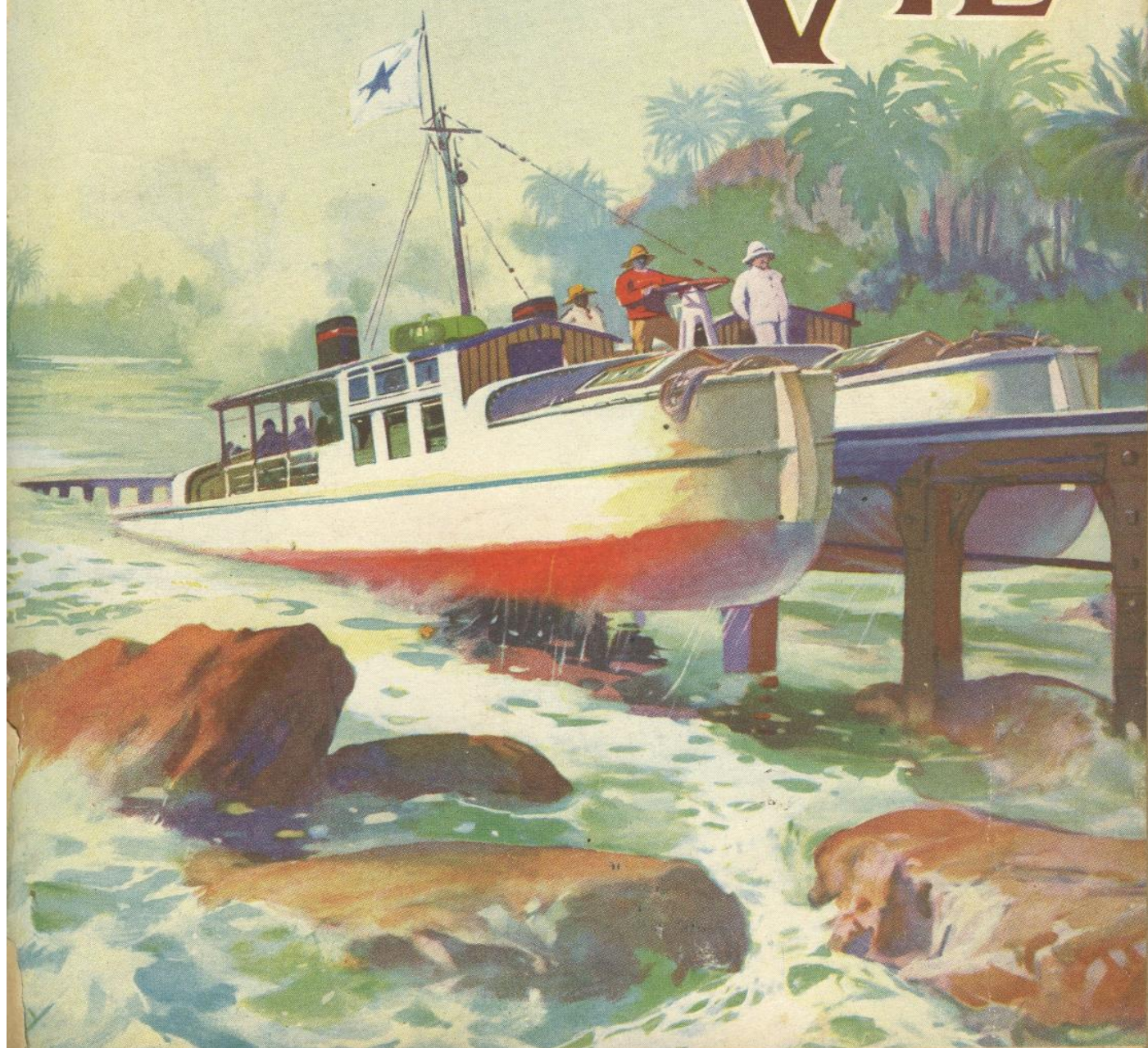
Notice de la Revue	
Auteur(s) ou collectivité(s)	La science et la vie
Auteur(s)	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Adresse	Paris : La science et la vie, 1913-1945
Collation	339 vol. : ill. ; 24 cm
Cote	SCI.VIE
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Note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

Notice du Volume	
Auteur(s) volume	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Volume	Tome 23. n. 70. Avril 1923
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1923
Collation	1 vol.(p. 291-384) : ill. , couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 70
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Thématique(s)	Généralités scientifiques et vulgarisation
Typologie	Revue
Note	Le volume a été relié, par conséquent il manque la 3ème et 4ème de couverture.
Langue	Français
Date de mise en ligne	10/12/2019
Date de génération du PDF	05/12/2019
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?SCVIE.070

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

N° 70. - Avril 1923

LA SCIENCE ET LA VIE



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

ÉCOLE DU GÉNIE CIVIL

PLACÉE SOUS LE HAUT PATRONAGE DE L'ÉTAT

152, av. de Wagram - Tél.: Wagram 27-97
PARIS

**Centre d'Application
à ASNIÈRES**

ENSEIGNEMENT PAR CORRESPONDANCE

25.000 Élèves par an

300 Professeurs
600 Cours imprimés à l'usage des Élèves

PRÉPARATION à TOUS les EMPLOIS

Programme gratis

INSCRIPTION A TOUTE ÉPOQUE DE L'ANNÉE

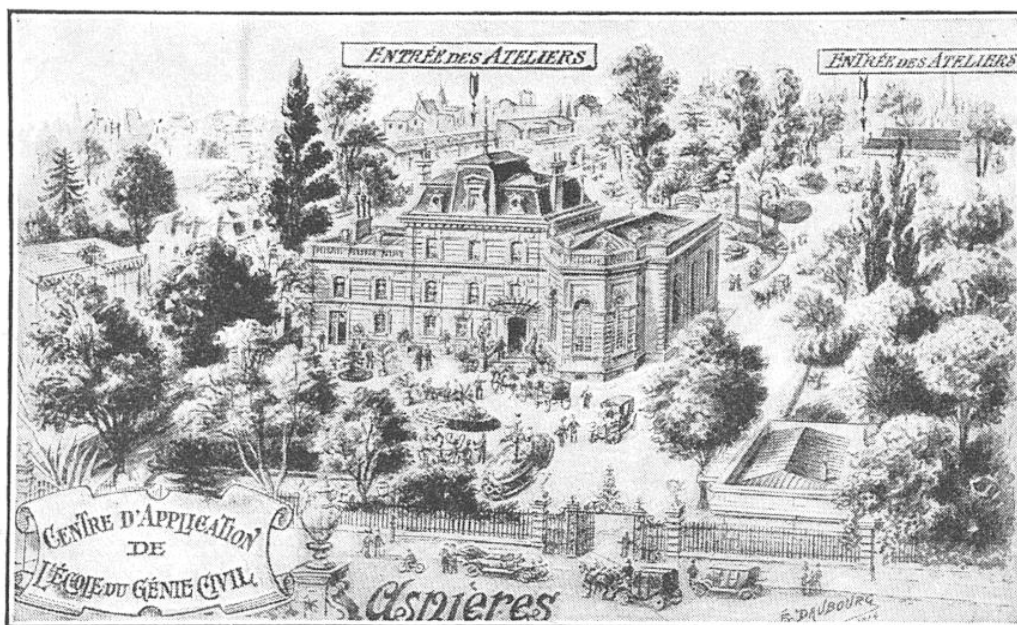
ENSEIGNEMENT SUR PLACE

600 Élèves par an

MÉCANIQUE et ÉLECTRICITÉ, TRAVAUX PUBLICS
et BATIMENT. - Cours préparatoires, de dessinateurs,
de Sous-Ingénieurs et Ingénieurs.

MARINE. Éléves officiers de l'ont, de Machine et de T.S.F.
AVIATION - T.S.F. - CHIMIE - CHEMINS DE FER.
EXAMENS ADMINISTRATIFS-GRANDES ÉCOLES, etc.

Programme gratis



L'ÉCOLE D'APPLICATION (à quelques minutes de l'École de Paris)

(Voir l'Ecole par Correspondance à la dernière page du volume, côté gauche.)

Au milieu d'un parc immense, le Centre d'Application a été aménagé d'une façon moderne. Des classes spacieuses, de vastes ateliers, des terrains de jeux permettent de donner aux jeunes gens un enseignement méthodique, intellectuel et sportif.

Le recrutement de l'Ecole se fait sans examen d'admission, les élèves étant dirigés dès leur arrivée dans la section qui leur convient le mieux.

D'une façon générale le classement s'établit ainsi :
Elèves des Ecoles primaires : **Cours préparatoires.**

Elèves des Cours complémentaires, des classes de 4^e ou 3^e des lycées, de 1^{re} année des Ecoles professionnelles : **Cours de Dessinateurs, 1^{re} Année.**

Elèves de 2^e et de 1^{re}, de 2^e année des Ecoles professionnelles : **Cours de 2^e Année de Dessinateur.**

Elèves du Brevet élémentaire, admissibles aux Arts et Métiers, Bacheliers 1^{re} Mathématiques : **Cours de Sous-Ingénieurs.**

Bacheliers Mathématiques admissibles à certain-

es écoles de l'Etat : **Cours de 1^{re} Année d'Ingénieurs.**

Elèves avant moins d'un an de Spéciales : **Cours de 2^e Année d'Ingénieurs.**

SECTION DE NAVIGATION. - Elèves des Ecoles professionnelles, première ou math. des Lycées. *Cours préparatoires pour élèves en retard.*

Les autres élèves sont placés dans ces sections après examen par l'Ecole de leurs aptitudes.

Cours du soir pour les jeunes gens des Ateliers.

DIRECTION. - Au directeur général de l'Ecole, M. J. GALOPIN, ont été adjoints pour la direction effective du Centre d'Asnières MM. MABIL-LEAU, C. * membre corr. de l'Institut, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers; ASTRUC, ingénieur de l'Ecole Centrale et des Ecoles d'Arts et Métiers; GAUTIER, O. * ancien élève de l'Ecole Polytechnique.

DIPLOMES. - Les diplômes de l'Ecole ont dans l'Industrie une valeur telle que l'ASSOCIATION DES ANCIENS ÉLÈVES n'a jamais assez de candidats pour les emplois qui lui sont offerts.

L'emploi des très hautes tensions en électricité ..	Guy Malgorn 293
Les grands ponts métalliques, monuments de l'industrie moderne	Clément Casciani.. .. . 303
Une salle d'opération où, à distance, on peut suivre les gestes du chirurgien et entendre ses explications	Louis Farjolle.. .. . 313
Une solution nouvelle au problème du moteur d'aviation.. .. .	Georges Houard 317
La radiotéléphonie par la lumière	Andry-Bourgeois 321
Un tube métallique souple et étanche	S. et V.. .. . 324
La conquête de l'air par l'hélicoptère: la stabilité dans le vol vertical.	Pierre Desbordes.. .. . 325
La lecture par projection des manuscrits et des documents rares	Charles Gouffin 331
Pour manipuler commodément les caisses d'emballage	S. et V.. .. . 335
L'électricité dans la brasserie	Joseph Girardel 337
La recherche et l'évaluation des fuites de gaz dans les canalisations urbaines.. .. .	Henry Vallée 346
Les transports frigorifiques et leur organisation en France.. .. .	Maurice Bouleau 351
Pour obtenir une aiguille, il faut de multiples opérations.	Gaston Corderoy 361
Quelques conseils très pratiques pour les amateurs de T. S. F. (Radiophonie et Radiotélégraphie).. ..	Luc Rodern. 369
Tonne automobile pour l'étendage sur route du goudron à chaud.. .. .	S. et V.. .. . 374
Curieux dispositif pour accrocher aux trains en marche des voitures à voyageurs.. .. .	Godefroy Labroue. 375
Le train amphibie de M. Goldschmidt	S. et V.. .. . 378
Moteur à gaz fabriquant son gaz lui-même	S. et V.. .. . 379
Une pompe rotative à fonctionnement automatique.	S. et V.. .. . 381
Les A côté de la Science (Inventions, découvertes et curiosités)	V. Rubor 381
Les applications de l'électricité à la campagne	S. et V.. .. . 384

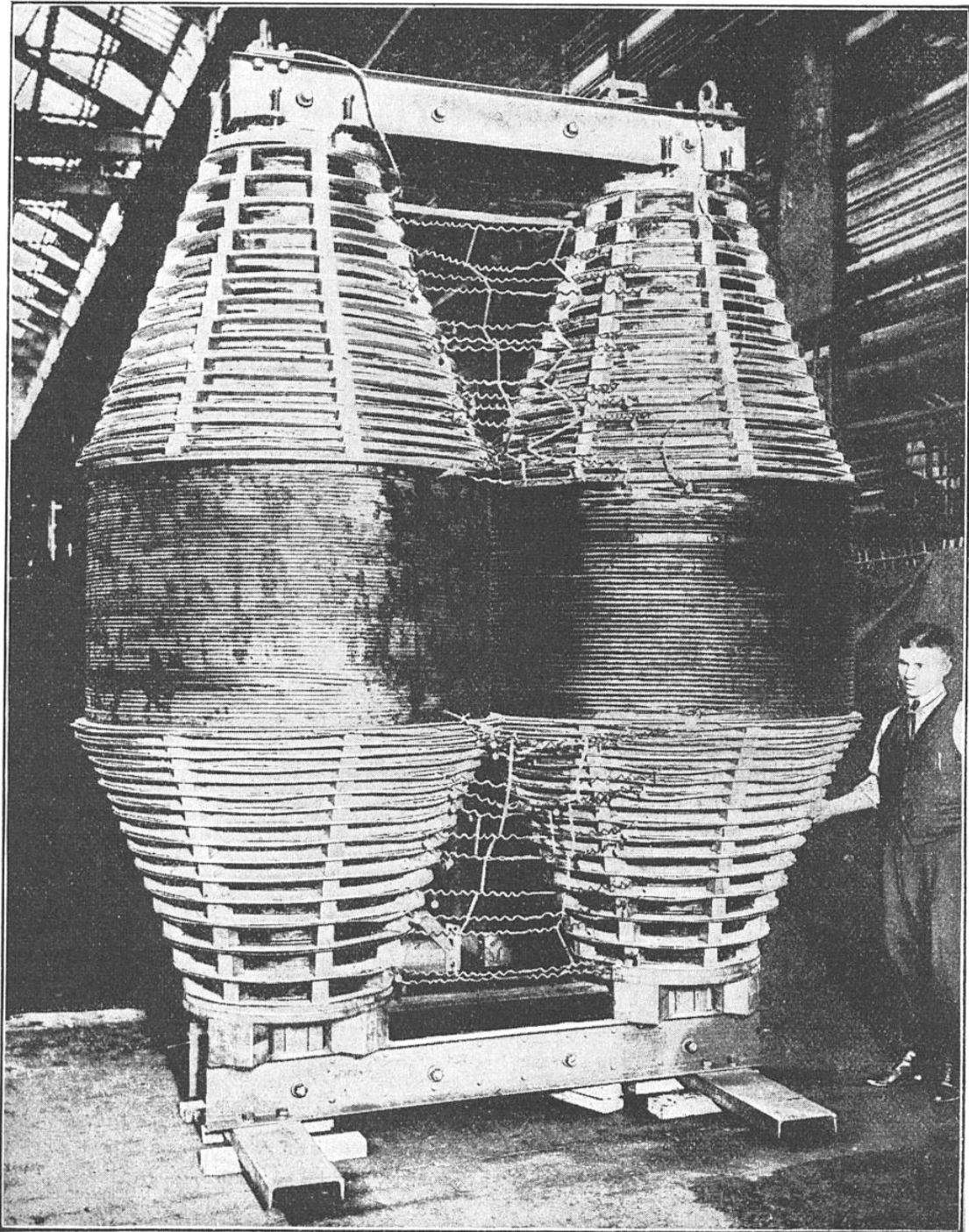
La Radiotéléphonie (on dit plus brièvement la Radiophonie) et la Télégraphie sans fil entrant de plus en plus dans les goûts du public, et les postes récepteurs privés se multipliant, nous avons créé une rubrique : « Quelques conseils pratiques pour les amateurs de T. S. F. », qu'on trouvera à la page 369 et qui paraîtra désormais dans tous les numéros de *La Science et la Vie*. Nous répondrons par la poste à toutes les demandes de renseignements qui nous seront adressées concernant la T. S. F. et ses applications familiales, à condition que ces demandes soient accompagnées d'un timbre pour la réponse (0 fr. 25 pour la France et les Colonies, 0 fr. 50 pour l'Etranger).

Le prix de la reliure étant actuellement très élevé, et dans le but de faire réaliser une économie à ceux de nos abonnés qui réunissent sous couverture cartonnée les numéros de *La Science et la Vie*, nous avons décidé de ne plus faire que deux tomes par an. Le tome XXIII comprendra donc les numéros 67, 68, 69, 70, 71 et 72, ce dernier devant paraître en juin avec la table des matières de ces six numéros.

Vers le 15 mai prochain, paraîtra la table des matières générale de *La Science et la Vie*, depuis le n° 1 (avril 1913), jusqu'au n° 66 (décembre 1922) inclus. Cette table des matières formera un véritable volume de 194 pages, cartonné, qui sera mis en vente dans nos bureaux au prix de 3 fr. 50 ; par la poste : France et colonies, 3 fr. 95 ; étranger : 4 fr. 80. Il convient de le retenir de suite, le tirage étant limité.

Voir à la page 378 l'explication du sujet de la couverture du présent Numéro.

TRANSFORMATEUR GÉANT DONNANT DIRECTEMENT
LA TENSION DE UN MILLION DE VOLTS



D'après la taille du personnage, à droite, on peut se rendre compte des dimensions de l'appareil.

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 Avril 1923.

Tome XXIII

Avril 1923

Numéro 70

L'EMPLOI DES TRÈS HAUTES TENSIONS EN ÉLECTRICITÉ

Par Guy MALGORN

ON vient de réaliser en Amérique des tensions formidables dépassant le million de volts. Cela représente la tension de 500.000 accumulateurs mis à la suite les uns des autres; c'est dix mille fois plus que la tension employée pour l'éclairage; c'est cinq fois plus que la

plus forte tension employée pour les lignes de transmission d'énergie, comme nous le verrons plus loin.

Si ces très hautes tensions ne sont pas encore d'une application commerciale courante, on peut cependant prévoir que bientôt la science électrique saura les utiliser de diverses manières.

La plus haute tension actuellement utilisée commercialement est la tension de 220.000 volts pour le transport d'énergie à distance. Or les coupe-circuits d'un tel système doivent subir des essais à 500.000 volts, et certaines pièces de l'appareillage doivent même être essayées à 660.000 volts. On voit que l'on approche du million de volts et qu'on ne tardera pas à y arriver.

Dans l'utilisation des rayons X, surtout pour les applications thérapeutiques telles

que le traitement du cancer, on est obligé d'employer de très hautes tensions, car la pénétration varie comme la fréquence qui, elle-même, est proportionnelle à la tension. Les rayons X sont rarement employés avec des tensions de plus de 100.000 volts, ce

qui correspond à une fréquence de rayons X de 24 quintillions, soit 24×10^{18} périodes par seconde. Cette fréquence paraît formidable, mais elle est bien inférieure à la fréquence des rayons gamma du radium, que l'on préfère, à cause de cela, pour le traitement du cancer, en dépit du prix élevé du radium. Pour réa-

liser une fréquence de rayons X égale à celle des rayons gamma (environ 48×10^{19}), il faudrait envisager l'emploi d'une tension d'environ 2.000.000 de volts.

Enfin, comme nous le verrons plus loin, les décharges à hautes tensions et à grande intensité peuvent causer la désagrégation des atomes, et c'est là un nouveau et vaste champ ouvert à l'activité des savants.

On voit par ces quelques exemples l'utilité des très hautes tensions, et c'est dans un but

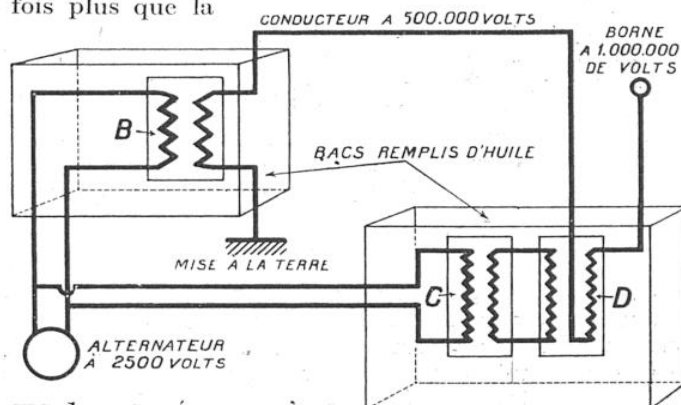


FIG. 1. — SCHÉMA DE L'INSTALLATION DONNANT DU COURANT A 1.000.000 DE VOLTS
Deux transformateurs principaux B et D, mis en série, fournissent une tension de plus de 1.000.000 de volts que l'on peut recueillir sur la borne de droite; C, transformateur auxiliaire.

de recherches scientifiques et non pour battre un record, que la « General Electric Company » a réalisé une installation permettant d'atteindre et même de dépasser la tension énorme d'un million de volts.

Cette installation comprend deux transformateurs principaux *B* et *D* (fig. 1 et 2) et un transformateur auxiliaire *C*. Les deux transformateurs principaux sont mis en série ; leur puissance est de 500 kilovolt-ampères et ils transforment du courant à la tension de 2.500 volts en courant à la tension de 578.000 volts. Le courant à 2.500 volts est fourni, dans le cas du transformateur *B*, par un alternateur *A*, dans le cas du transformateur *D* par le transformateur auxiliaire dont le secondaire est isolé pour une différence de potentiel de 500.000 volts entre le primaire et le secondaire.

Une des extrémités du secondaire du transformateur *D* est reliée à une borne dite « borne à 1.000.000 de volts ». Cette borne, le transformateur principal *D* et le transformateur auxiliaire *C* reposent sur des supports isolants et sont contenus dans une grande cuve pleine d'huile. Le transformateur principal *A* est, lui aussi, renfermé dans un bac entièrement rempli d'huile.

Ces transformateurs sont analogues, mais en beaucoup plus grand, aux transformateurs qui avaient été employés jusqu'ici par la General Electric Company.

L'enroulement à basse tension est constitué très simplement par un conducteur enroulé en hélice sur un cylindre isolant.

L'enroulement à haute tension comporte environ 50 kilomètres de ruban d'aluminium recouvert de papier isolant. On a adopté de l'aluminium au lieu de cuivre, afin de réduire le poids de l'enroulement. Une des extrémités de cet enroulement est soigneusement mise à la terre, dans le cas du transformateur *B*, comme le montre la figure 1.

Une des grosses difficultés de la construction de ces transformateurs a été d'obtenir

un isolement suffisant entre l'enroulement à haute tension et l'enroulement à basse tension. Cet isolement est parfaitement réalisé au moyen de cylindres concentriques séparés par des espaces remplis d'huile. L'importance de l'isolement augmente vers le haut, car les tensions vont en croissant de bas en haut jusqu'à la borne destinée à relier le transformateur *B* au transformateur *D* ; la jonction du secondaire du transformateur *B* à la borne en question se fait par le fil que l'on voit nettement au centre de la figure 3.

Comme nous l'avons vu, le transformateur auxiliaire (fig. 4) sert à alimenter le

primaire du transformateur *D*. Le noyau de ce transformateur auxiliaire est composé d'une pile d'anneaux en acier de 83 centimètres de diamètre extérieur. L'enroulement primaire est un ruban plat enroulé sur ces anneaux. L'enroulement secondaire est relié directement à l'enroulement basse tension du transformateur principal *D*.

La borne de prise de courant à 1.000.000 de volts (fig. 6), a une longueur totale de

5 m. 30 ; le chapeau qui la termine est en laiton nickelé ; son diamètre est de 1 m. 25. Le manchon, en aluminium, qui lui sert de support pèse 325 kilogrammes environ.

Des bobines de self-induction sont fixées à la partie supérieure de la prise de courant et sont destinées à la protéger contre les effets de l'étincelle qui éclate entre cette prise de courant et un point relié à la terre.

Les dimensions considérables de la cuve qui contient cette prise de courant ainsi que les transformateurs *C* et *D* sont les suivantes : longueur, 7 m. 80 ; largeur, 4 m. 80 ; profondeur, 4 m. 20. Elle peut contenir 150.000 litres d'huile déshydratée.

La figure 5 représente une des étincelles obtenues entre la prise de courant à 1.000.000 de volts et une pointe métallique reliée à la terre. Dans certains cas, la longueur de l'étincelle a atteint 4 m. 20, et des tensions de 1.500.000 volts ont pu être réalisées au

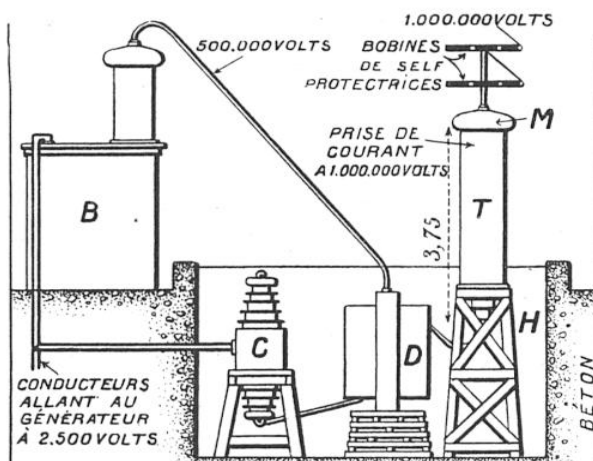


FIG. 2. — AUTRE REPRÉSENTATION DE L'INSTALLATION A 1.000.000 DE VOLTS

B, *D*, transformateurs principaux ; *C*, transformateur auxiliaire ; *T*, prise de courant à 1.000.000 de volts ; *M*, chapeau métallique ; *H*, support isolant.

moyen de trois transformateurs principaux au lieu de deux, comme précédemment.

La grosse difficulté dans l'emploi de ces très hautes tensions consiste à confiner le courant dans les conducteurs. Il peut, en effet, éclater à travers l'air, à tout instant, des étincelles entre un point du circuit et un point métallique étranger au circuit.

Il y a aussi les pertes d'énergie par dissipation du courant dans l'air environnant ; ces pertes se produisent sous forme d'*effet corona*, caractérisé par la formation d'une couronne lumineuse autour des conducteurs. Les récentes expériences à la tension de 1.000.000 de volts ont montré que ces hautes tensions peuvent être portées sans perte sérieuse par des conducteurs de 10 centimètres au plus de diamètre. Ainsi donc, si l'on arrive un jour à des lignes de transmission à 1.000.000 de volts, il est probable que l'on sera conduit à adopter, au lieu de conducteurs pleins, des tubes creux qui seront plus économiques et tout aussi efficaces. Mais on serait amené, pour écarter suffisamment les conducteurs les uns des autres, à la construction de pylônes de grande hauteur dont le prix serait évidemment très élevé.

Nous venons de voir comment la General Electric Company réalise des tensions de l'ordre du million de volts, au moyen de plusieurs transformateurs de 500.000 volts environ mis en série (voir la fig. 7). Or, la Westinghouse Company a construit un transformateur qui donne directement ce million de volts.

La figure 7 représente la disposition des enroulements dans ce transformateur et leur mode de connexion. On a représenté dix spires à haute tension ; en réalité, il en existe trente-quatre. La caractéristique la plus intéressante est la façon dont on a prévu l'isolement de l'enroulement à haute tension de celui à basse tension. On a suivi la pratique adoptée ordinairement dans les transformateurs d'expériences, c'est-à-dire qu'on a mis à la terre une des extrémités de la haute tension, de façon à obtenir que la tension aille gra-

duellement en croissant dans les spires successives, depuis la tension de la terre, égale à zéro, à celle de la ligne.

De cette façon, la première couche de l'enroulement à haute tension nécessite un isolement très faible vers l'enroulement à basse tension et l'on peut placer ces deux enroulements dans le voisinage l'un de l'autre. Les deux secondes couches de l'enroulement à haute tension sont placées sur les deux premières, et l'isolement nécessaire entre les deux couches est seulement, par suite, l'isolement relatif à la différence de tension rencontrée en passant de l'une à l'autre. En procédant ainsi avec les couches successives, on réalise une grande économie d'espace et de matière isolante. La différence de

tension entre chaque couple de couches de l'enroulement est presque constante sur toute la longueur, de sorte que le champ électrostatique entre les enroulements est uniforme.

L'enroulement à haute tension consiste en trente-quatre bobinages élémentaires, chacun composé d'une seule couche de conducteurs enroulés sur des cylindres de mica. Les enroulements élémentaires augmentent graduellement de diamètre et diminuent de longueur, en procédant de l'extrémité de la terre vers celle qui est connectée à la ligne.

Le conducteur à haute tension consiste en un fil de 0 mm. 5 de diamètre, recouvert de vernis et d'une quadruple couche de coton. Vers l'extrémité de la ligne, le conducteur est plus gros et mieux isolé. Au total, l'enroulement à haute tension a nécessité environ 112 kilomètres de fil.

La tension normale d'alimentation de ce transformateur est de 5.000 volts ; on peut la faire varier de façon à obtenir une tension secondaire de n'importe quelle valeur comprise entre 0 et 1.000.000 de volts.

L'EMPLOI DES HAUTES TENSIONS POUR LE TRANSPORT A DISTANCE DE L'ÉLECTRICITÉ

Lorsqu'il y a environ quarante ans, Edison, pour la première fois, effectua un transport

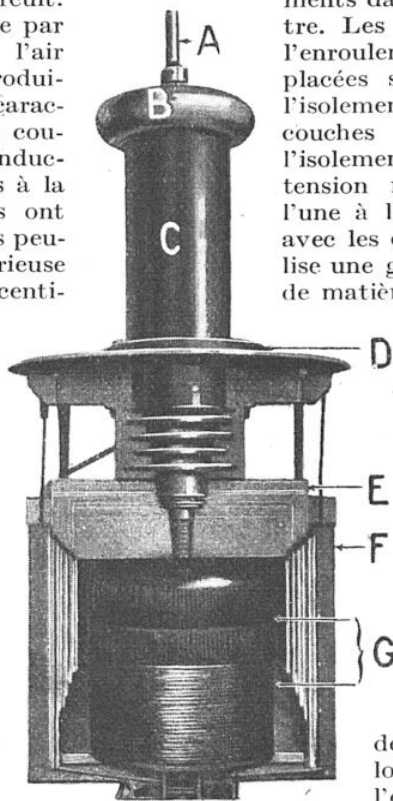


FIG. 3. — TRANSFORMATEUR PRINCIPAL ÉLEVANT LA TENSION DE 2.500 A 578.000 VOLTS

A, conducteur central ; B, chapeau métallique ; C, tube en porcelaine ; D, manchon-support en aluminium ; E, isolement ; F, noyau en fer ; G, bobines isolées.

d'électricité à tension constante, il employa une tension de 110 volts et, bientôt après, une tension de 220 volts. A cette tension, l'électricité peut être transportée économiquement sur un kilomètre ou un kilomètre et demi, mais quand on veut envoyer de l'énergie à de plus longues distances, il devient indispensable d'employer de plus hautes tensions, de même qu'il faut une plus grande pression d'air ou d'eau pour envoyer un jet d'air ou d'eau à une plus grande distance. Plus la tension est élevée, moindre est la résistance offerte au courant par le conducteur. Lors de la construction d'une ligne de transmission, l'ingénieur se trouve donc en face de l'alternative suivante : ou bien il utilisera un conducteur plus épais, dont la résistance sera moindre, en même temps qu'une tension plus basse, ou bien il emploiera un conducteur de moindre section, en même temps qu'une tension plus élevée ; dans ce dernier cas, il faudra prévoir un isolement beaucoup plus soigné. Quelle est la meilleure des deux solutions ? Bien entendu, le prix des conducteurs augmente très rapidement avec l'augmentation de leur section. On a donc intérêt à accroître l'isolement plutôt que le diamètre, c'est-à-dire à employer de hautes tensions.

C'est pourquoi, au cours de ces quarante dernières années, les tensions de transmission ont été augmentées et l'on commence à utiliser des tensions de 220.000 volts, c'est-à-dire mille fois supérieures à ce que l'on considérait comme la tension la plus élevée à employer sans danger, il y a seulement quarante ans.

Mais alors se pose la question très importante suivante : à quelle distance peut-on transporter de l'électricité économiquement ?

Supposons que nous voulions doubler la distance à laquelle nous envoyons de l'énergie électrique. Cela représente une ligne de transmission de longueur double et un prix de revient double. Il faudra donc, pour

obtenir le même fonctionnement économique, c'est-à-dire le même prix de revient de la ligne par unité d'énergie électrique transportée, envoyer deux fois plus de puissance sur la ligne de longueur double. Supposons donc que nous employons la même intensité de courant électrique, mais une tension double, pour obtenir une puissance double (on sait que la puissance est le produit de l'intensité par la tension). La perte d'énergie

par kilomètre est la même, puisqu'elle est égale au produit de la résistance par le carré de l'intensité (perte par échauffement ou « effet Joule ») ; comme la ligne est deux fois plus longue, la perte totale sera doublée, mais comme on envoie deux fois plus d'énergie sur la ligne, la perte par cheval sera la même, c'est-à-dire que le rendement de transmission sera le même que précédemment.

On voit donc ainsi qu'en augmentant la tension électrique et l'énergie transportée, proportionnellement à la distance de transmission, on obtient le même fonctionnement économique, c'est-à-dire exactement le même prix de revient par unité d'énergie transportée.

Si donc, l'électricité est transmise économiquement à 220 volts, sur une distance d'un kilomètre et demi, par exemple, pour une tension de 220.000 volts

— soit mille fois plus grande — elle sera transmise économiquement sur mille fois cette distance, soit 1.500 kilomètres ; en outre, si une puissance de 100 chevaux peut être transmise à 220 volts, il sera possible de transmettre 100.000 chevaux à 220.000 volts.

Or, pour une puissance de 100.000 chevaux, l'installation génératrice revient meilleur marché par cheval et donne un meilleur rendement. On pourra donc admettre, dans ce cas, une plus grande dépense pour la ligne et une plus grande perte dans la ligne par cheval, tout en obtenant le même fonctionnement économique du système, ce qui permettra de transmettre économiquement

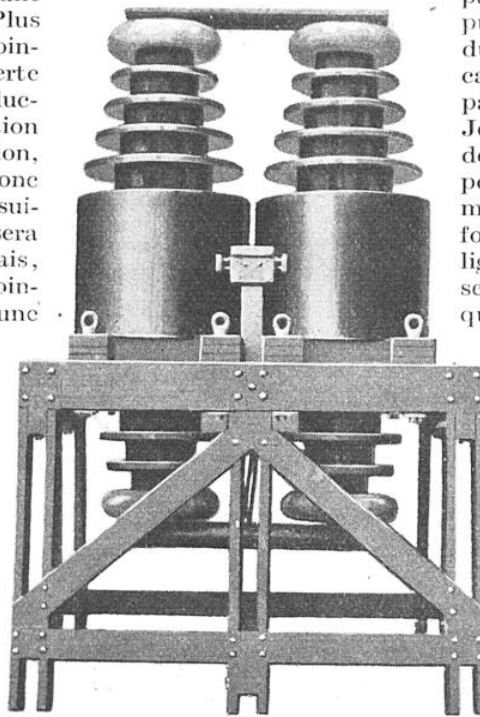


FIG. 4. — TRANSFORMATEUR AUXILIAIRE DIT D'« EXCITATION »

Ses caractéristiques sont les suivantes :
500 kilovolt-ampères (2.500 — 2.500 volts)
mais isolé pour 500.000 volts.

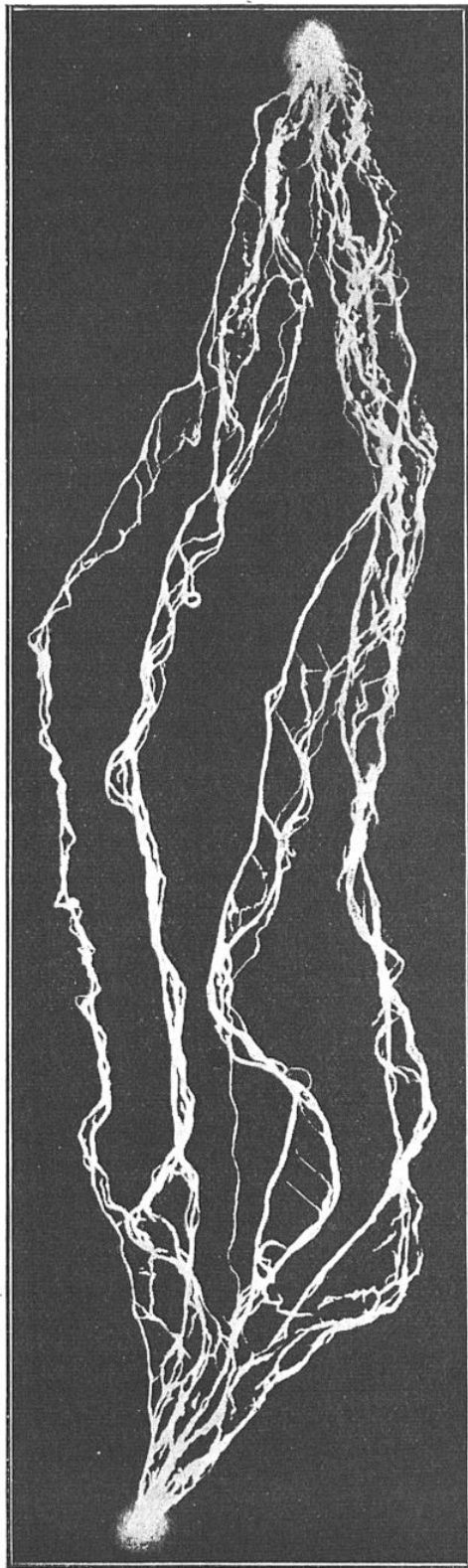


FIG. 5. — ÉTINCELLE DE 4 M. 20 DE LONGUEUR OBTENUE ENTRE LA PRISE DE COURANT À 1.000.000 DE VOLTS ET UNE POINTE MÉTALLIQUE RELIÉE À LA TERRE DONT LE POTENTIEL EST, PAR DÉFINITION, ÉGAL À ZÉRO

l'énergie électrique à des distances susceptibles de dépasser 1.500 kilomètres.

Ces grandes distances de transmission sont, évidemment, moins intéressantes dans notre pays que dans une vaste région comme l'Amérique, par exemple. Dans ce dernier pays, elles mettent les grandes villes, telles que New-York, Boston, Philadelphie, Baltimore, Washington, Chicago, Saint-Louis... dans le rayon de transmission économique de l'énergie produite par les chutes du Niagara, avec les méthodes actuelles. Mais, même en Amérique, on n'atteindra que rarement ces distances formidables de transmission, car les régions les plus proches des chutes du Niagara suffisent amplement à utiliser toute l'énergie disponible, et il n'y a, dès lors, pas de raison d'établir des lignes de transport de force coûteuses de plusieurs milliers de kilomètres, alors qu'il existe des débouchés pour utiliser cette énergie dans un rayon de plusieurs centaines de kilomètres.

Une exception se rencontre cependant, dans la vaste Amérique, sur la côte du Pacifique : les sources d'énergie se trouvent, en effet, localisées à l'intérieur du pays, dans les montagnes, tandis que le débouché pour cette énergie se trouve dans les grandes villes rangées le long de la côte. La transmission ne se fait donc plus que dans une seule direction, de l'est à l'ouest, et c'est ce qui explique que les plus hautes tensions actuelles de transmission — 150.000 à 250.000 volts — se trouvent en Californie.

Une autre exception au fait que l'on n'utilisera pas de sitôt les distances énormes de transmission que la technique électrique permet actuellement d'atteindre, est le transport d'énergie des chutes Victoria, en Afrique du Sud, jusqu'au Rand (mines d'or du Transvaal), ce qui représente une distance de plus de 1.100 kilomètres. Il est très possible, il est vrai, qu'avant que cette ligne ne soit construite, le pays se soit développé au point de fournir un débouché beaucoup plus voisin des chutes que le Rand.

Aussi existe-t-il actuellement assez peu de lignes de transmission proprement dites, c'est-à-dire reliant une source d'énergie hydro-électrique à un consommateur (une ville, par exemple). Nos lignes de transmission actuelles consistent surtout en circuits de distribution et en circuits d'interconnexion, c'est-à-dire qu'ils font partie d'un réseau de lignes électriques qui relient entre elles les diverses sources d'énergie électrique : centrales à vapeur ou usines hydro-électriques, et les divers endroits de consommation de cette énergie : villes, mines, usines, etc...

Nous venons de voir la raison qui avait conduit à la construction d'une ligne de transport d'énergie à 220.000 volts en Californie. Il n'est pas sans intérêt de donner quelques précisions à ce sujet.

C'est la « Pacific Gas and Electric Company » qui a pris cette initiative, non pas pour battre le record du monde des transmissions à haute tension, mais pour fournir de l'énergie à bon marché aux industries de la région Ouest des Etats-Unis.

Mais ces super-tensions ne sont pas sans donner naissance à de nouveaux problèmes techniques. En particulier, on est conduit à adopter un plus grand espacement entre les conducteurs, et, par suite, des pylônes plus élevés, pour résister aux efforts énormes dus au poids des câbles de transmission.

Les pylônes, en acier galvanisé, sont de deux types, le type dit « de neige » (fig. 8), employé lorsque les conditions atmosphériques sont particulièrement défavorables, et le type dit « de vallée » (fig. 9). Les pylônes type de neige portent trois câbles espacés de 4 m. 50 horizontalement, et les pylônes type de vallée portent six câbles espacés de 4 m. 50 verticalement et de 7 m. 20 horizontalement. La hauteur des pylônes du second type est de 29 m. 10 ; ils pèsent 3.600 kilos chacun et sont espacés de 240 mètres. A tous les points où la ligne fait un coude, on utilise des pylônes d'ancrage très solides dont le poids est de 5.500 kilos.

La ligne de transmission à 220.000 volts comporte deux circuits de 320 kilomètres de longueur chacun et composés de 45 kilomètres de câble en aluminium et de 275 kilomètres de câble en cuivre. Le câble en aluminium, dont la section totale est de 262 millimètres

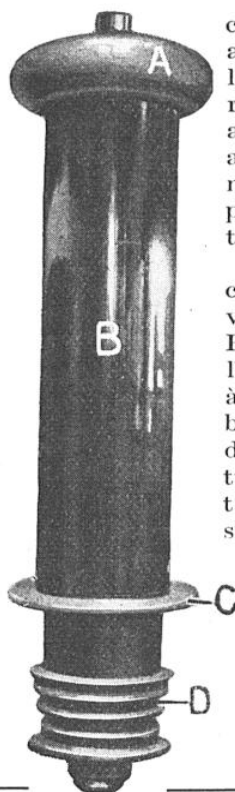


FIG. 6. — PRISE DE COURANT A 1.000.000 DE VOLTS
A, chapeau en laiton ; B, tube en porcelaine ; C, manchon-support en aluminium ; D, partie immergée dans l'huile.

carrés, comporte trente-sept fils en aluminium et dix-neuf fils en acier ; les fils en aluminium servent à assurer la conductivité, et les fils en acier sont utilisés pour permettre au câble de résister au poids de la neige. Le câble en cuivre, qui comporte quarante-neuf fils, a une section totale de 253 millimètres carrés.

La première sous-station sera construite à Sacramento ; elle servira à transformer l'énergie de Pit River (localité où sera engendrée l'énergie à 220.000 volts) en énergie à 110.000 volts, avant de la distribuer aux villes et régions voisines de la baie de San-Francisco. Les transformateurs principaux, les interrupteurs et barres à haute tension seront installés en plein air.

L'équipement de la sous-station comprendra sept auto-transformateurs monophasés, de 16.667 kilovolt-ampères, à refroidissement par eau et à isolement au moyen d'huile purgée d'eau, transformant de l'énergie à 220.000 volts en énergie à 110.000 volts.

Si l'on utilise toute l'énergie du bassin de Pit River — dont la hauteur de chute totale est de 630 mètres

— on espère arriver à une énorme puissance totale utile de 320.000 kilowatts répartis sur cinq installations différentes.

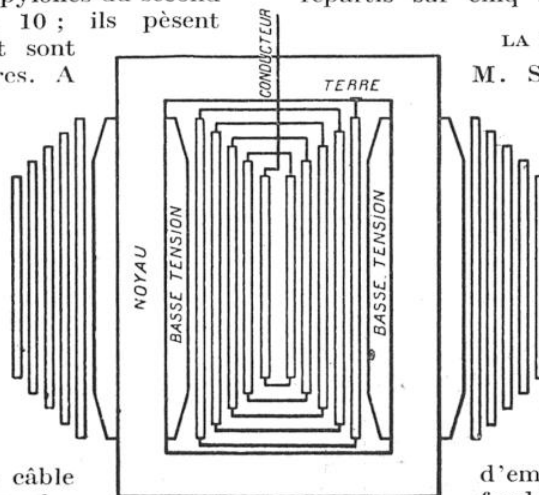


FIG. 7. — SCHÉMA DES ENROULEMENTS

LA FOUDRE ARTIFICIELLE

M. Steinmetz, ingénieur-conseil à la General Electric Company, vient de faire une série d'expériences des plus intéressantes, au cours desquelles il a reproduit les effets de la foudre. Le but de ces expériences était d'essayer des parafoudres et la seule solution pour les soumettre aux conditions réelles d'emploi était de créer la foudre artificielle. Mais, au lieu d'employer les tensions de 1.000.000 de volts qu'il

lui était donné d'utiliser, comme nous venons de le voir, il choisit la tension de 120.000 volts, car la foudre se caractérise par une haute tension combinée à une grande puissance et une très courte durée, tous éléments indispensables pour créer des effets explosifs. Or, au cours des expériences à la tension de 1.000.000 de volts, dont nous venons de parler, l'intensité du courant n'était que d'une fraction d'ampère, ce qui donnait une puissance relativement faible. Au contraire, Steinmetz crée un courant de plus de 100.000 volts et d'une intensité de 10.000 ampères, ce qui correspond à une puissance de plus de 1.000.000 de chevaux, dont la durée n'est que d'un cent-millième de seconde. On arrive ainsi à reproduire les effets destructeurs de la foudre et à faire volatiliser un petit morceau de bois ou un fil métallique exposés à cette décharge puissante et brusque.

La différence entre les décharges à 1.000.000 de volts et celles à 120.000 volts employées par Steinmetz, est semblable à celle qui existe entre un kilogramme de dynamite et un litre d'essence; le litre d'essence renferme plus d'énergie et peut produire plus de travail, mais il cède son énergie plus lentement, à une puissance modérée; au contraire, le kilogramme de dynamite cède son énergie instantanément et, par conséquent, avec une puissance formidable.

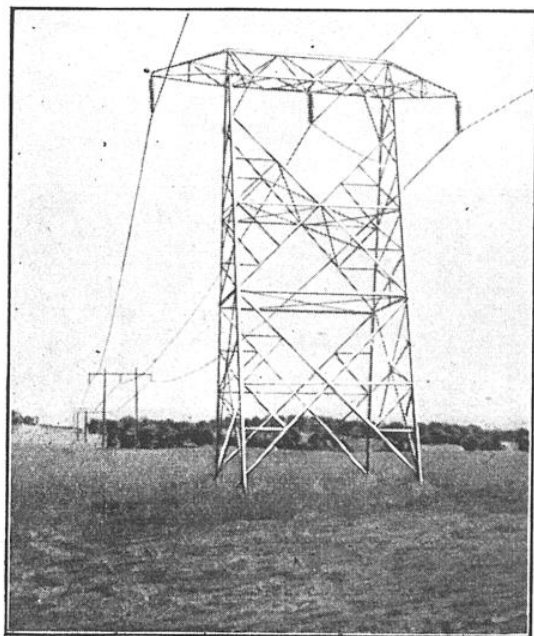


FIG. 8. — PYLONE TYPE « NEIGE »

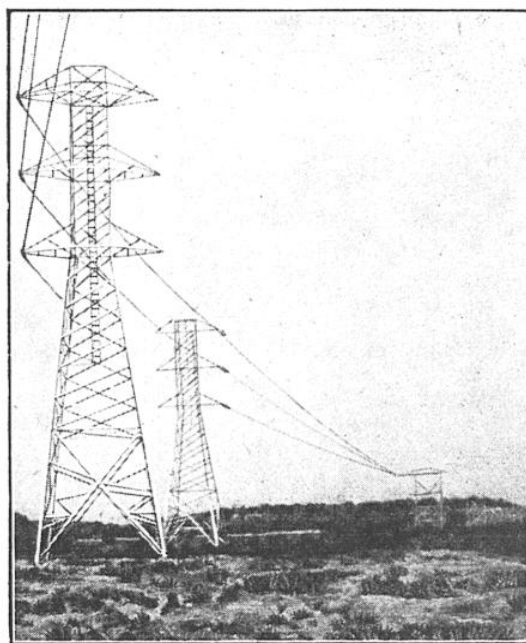


FIG. 9. — PYLONE TYPE « VALLÉE »

Dans la foudre artificielle, la tension, avons-nous vu, n'est que de 120.000 volts. Steinmetz estime la tension de la foudre à 50.000.000 de volts. La première représente pendant sa durée une puissance de plus de 1.000.000 de chevaux; la seconde aurait une puissance évaluée approximativement à 500.000.000 de chevaux. L'une et l'autre ne sont évidemment pas susceptibles d'applications industrielles intéressantes, car leur durée est trop brève — environ un cent-millième de seconde, avons-nous dit.

Il serait d'ailleurs théoriquement possible, d'après Steinmetz, de reproduire exactement la foudre naturelle, mais on serait amené à construire des appareils de dimensions énormes et on n'y trouverait aucun avantage pratique, car il serait impossible de s'approcher suffisamment, sans aucun danger, pour en surveiller les effets.

L'appareil générateur employé par Steinmetz consiste essentiellement en une batterie de condensateurs de grande capacité dans laquelle on envoie le courant à 120.000 volts. Ce courant à haute tension, en même temps qu'à forte intensité (10.000 ampères, avons-nous dit), charge les condensateurs jusqu'à ce qu'une étincelle éclate entre deux pointes métalliques jouant le rôle d'éclateur. C'est entre ces pointes qu'est intercalé le morceau de bois ou le fil métallique que l'on veut frapper de la « foudre » ainsi créée.

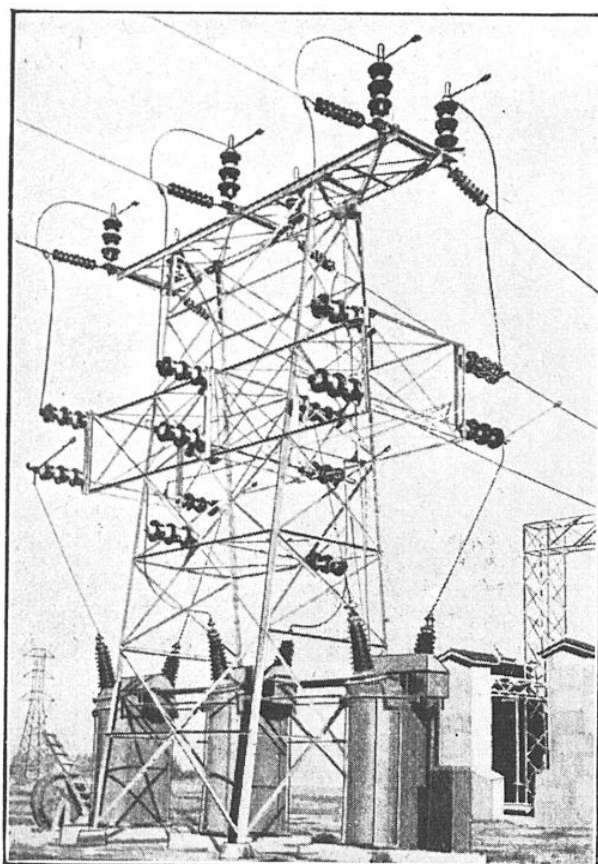


FIG. 10. — SOUS-STATION EN PLEIN AIR
On y voit un des transformateurs gigantesques de
50.000 kilowatts, 220.000 volts.

L'appareil générateur de foudre artificielle a été réalisé en vue d'étudier le fonctionnement des parafoudres industriels. Dans ce cas, on relie ces derniers entre les points de l'appareil, de la même façon que précédemment ; ils sont également reliés au circuit d'éclairage du bâtiment, de façon à le protéger contre les effets de la foudre artificielle, de même qu'en service normal ils serviraient à protéger une ligne de transmission contre la foudre naturelle.

Les résultats obtenus en étudiant, à l'aide de l'appareil de Steinmetz, la façon dont se comportent, en service, les parafoudres industriels, ont permis d'arriver à des conclusions des plus intéressantes ; on a constaté, entre autres, que les causes de non-fonctionnement accidentel des parafoudres généralement utilisés sont entièrement différentes de ce que l'on avait supposé jusqu'ici.

Il est intéressant de signaler que c'est dans les circonstances suivantes que Steinmetz

eut l'idée d'essayer de reproduire artificiellement les effets de la foudre. Il y a deux ans, son campement d'été au bord de la rivière Mohawk, près de Schenectady, fut frappé par la foudre, ce qui lui permit de faire des constatations intéressantes. La foudre avait atteint un arbre, avait sauté dans le camp ; là, elle s'était divisée, une dérivation allant à la terre par un poteau, l'autre dérivation détruisant une fenêtre, créant une oscillation dans le circuit d'éclairage du camp, démolissant ensuite une porte, un lit et un miroir qui fut brisé en mille fragments. Depuis, Steinmetz a fait presque aussi bien que dame Nature !

LA TRANSMUTATION DE LA MATIÈRE

En exposant le tungstène à la température de 50.000 degrés, deux savants américains, Wendt et Iron, de l'Université de Chicago, ont réussi à le transformer en hélium. Pour produire cette température formidable, de beaucoup supérieure à toutes celles que l'on avait réussi à obtenir jusqu'ici, on a eu recours à l'appareil de Steinmetz, que nous venons de décrire. La décharge de cet appareil fut envoyée dans un fil de tungstène extrêmement fin, qui explosa avec un bruit assourdissant, comme s'il avait été frappé par la foudre. La lumière produite au cours de l'expérience fut estimée 200 fois aussi brillante que celle du Soleil et l'élévation de température momentanée fut de 50.000°. Après l'explosion, on constata la transmutation du

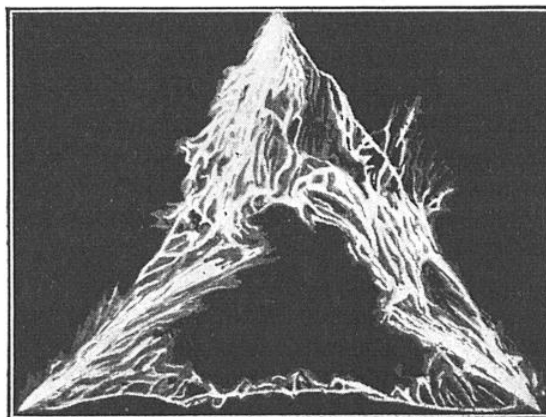


FIG. 11. — ETINCELLES DE 1.000.000 DE VOLTS TRIPHASÉS (MONTAGE EN TRIANGLE)

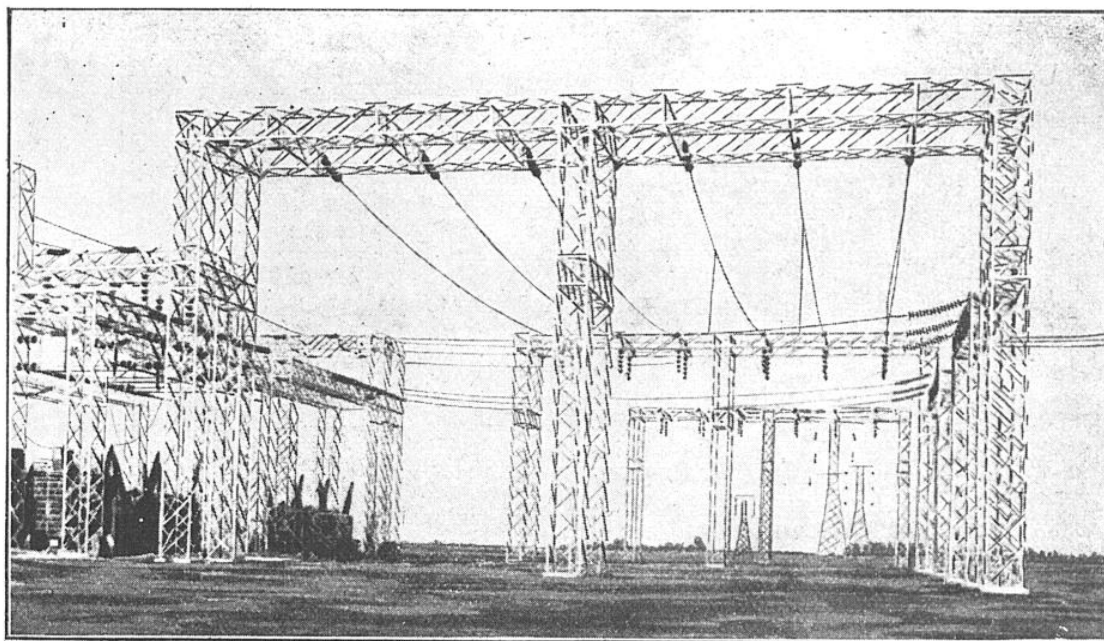


FIG. 12. — SUPPORTS EN TREILLIS MÉTALLIQUE DE LA LIGNE A 220.000 VOLTS

tungstène métallique en hélium gazeux.

Les savants américains eurent l'idée de tenter l'expérience, après avoir constaté — fait bien connu des astronomes — que

le nombre de substances qui composent les étoiles diminue au fur et à mesure que la température des étoiles augmente, au point que les étoiles les plus chaudes apparaissent composées entièrement d'hydrogène et d'hélium. Le phénomène devant être dû à la décomposition des autres substances sous l'action de la chaleur intense, Wendt et Iron se proposèrent de produire une température pres-

que égale à deux fois celle de l'étoile la plus chaude, et réalisèrent l'expérience qui donna les résultats que l'on connaît.

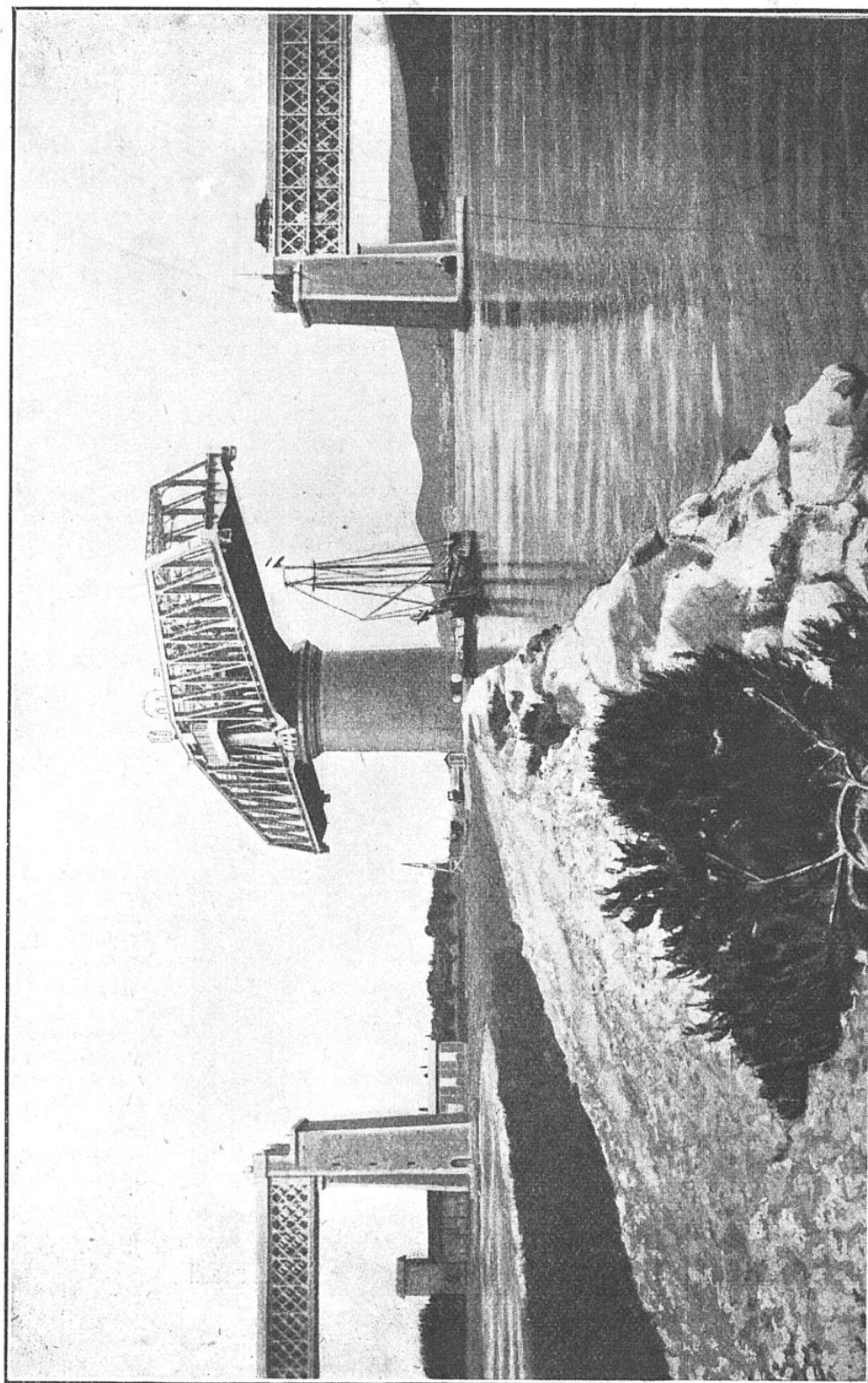
Où s'arrêtera-t-on dans cette voie, et allons-nous assister bientôt à la réalisation du rêve cher aux anciens alchimistes: celui de la transmutation des métaux en or?

Quoi qu'il en soit, nous pouvons retenir de cette étude que l'on a tendance à élever de plus en plus la tension employée dans les transports de force, afin de pouvoir transporter l'énergie électrique à de plus grandes distances et toujours plus économiquement.

G. MALGORN.



FIG. 13. — MM. EDISON ET STEINMETZ EXAMINANT UN MORCEAU DE BOIS QU'ILS VIENNENT DE BRISER AU MOYEN DE LA « FOUDRE ARTIFICIELLE »



PONT A TRAVÉE TOURNANTE DE CARONTE, SUR LA NOUVELLE LIGNE DE MIRAMAR A L'ESTAQUE-MARSEILLE
La portion mobile de cet ouvrage d'art, construite dans les ateliers du Creusot, est montée sur une pile cylindrique ; actionnée par un mécanisme, elle pivote sur un chemin de roulement circulaire pour livrer passage aux navires qui se rendent à l'étang de Berre.

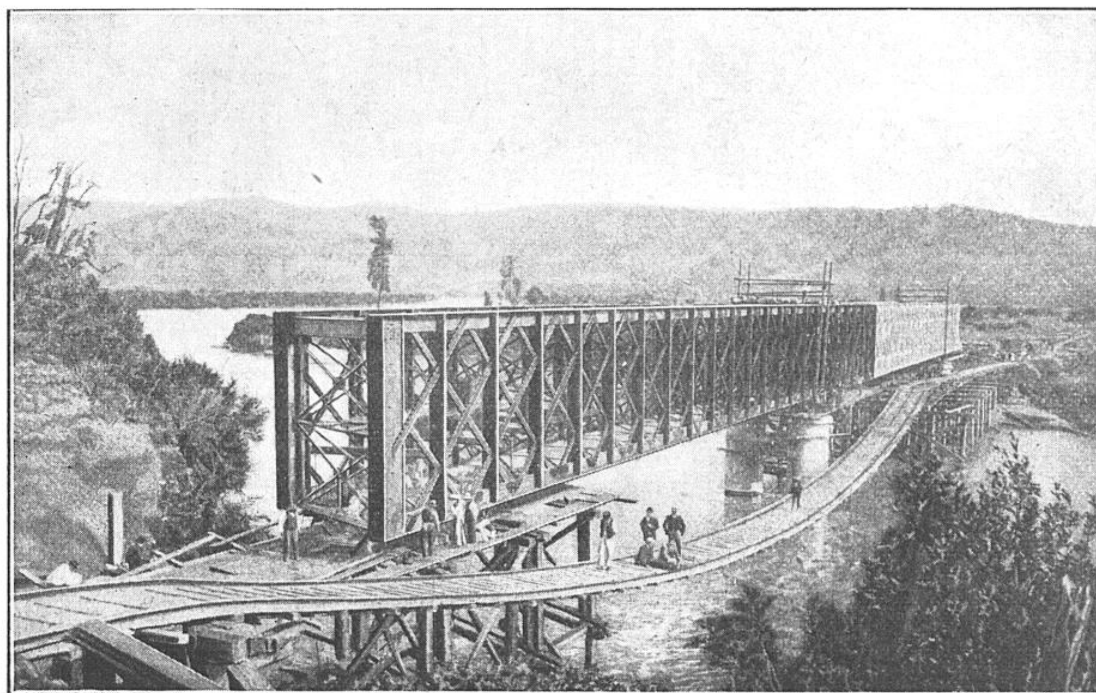
LES GRANDS PONTS METALLIQUES, MONUMENTS DE L'INDUSTRIE MODERNE

Par Clément CASCIANI

PLUS de trois mille ponts, de longueurs très diverses, en pierre et en métal, ponts-routes, ponts-canaux, ponts de chemins de fer, ont été détruits au cours de la guerre dans les régions dévastées. On conçoit l'énorme travail que nécessite leur reconstruction et la somme coquette qu'elle coûtera, laquelle a été évaluée, *grosso modo*, à un milliard et demi. Il y faut aussi beaucoup de temps, quoique celui-ci soit notablement abrégé, au moins en ce qui concerne les ponts métalliques, grâce à des procédés de construction perfectionnés et à des modes de montage rapide actuellement mis en œuvre par nos ingénieurs, et que nous allons exposer succinctement dans cet article.

M. Espitalier dit que le développement subit de la construction métallique, posté-

rieur à 1840, résulte des besoins nouveaux mis en évidence par la création des chemins de fer. Tandis que le tracé d'une route, en effet, peut se plier aux exigences du terrain et des méthodes de construction, s'incurvant s'il le faut et s'abaissant pour franchir les vallées dans de bonnes conditions et au point le plus favorable, le tracé des lignes ferrées s'impose dans des limites étroites, et les procédés de construction doivent s'y plier à leur tour. S'il avait fallu édifier en maçonnerie tous les ouvrages d'art de nos grands réseaux, il est certain qu'on se serait heurté le plus souvent à des difficultés à peu près insurmontables, soit comme portée, soit comme hauteur du débouché. Mais ce que la pierre se refusait à donner, malgré l'habileté des ingénieurs, on l'obtenait du



CONSTRUCTION D'UN PONT EN POUTRES DROITES SUR LE RIO CALLE-CALLE (CHILI)

On voit, au premier plan de la photographie, la passerelle de service, qui s'est un peu affaissée par suite de la rupture d'un échafaudage due à une forte crue du fleuve.

métal dans des conditions de rapidité d'exécution et d'économie inconnues jusque-là.

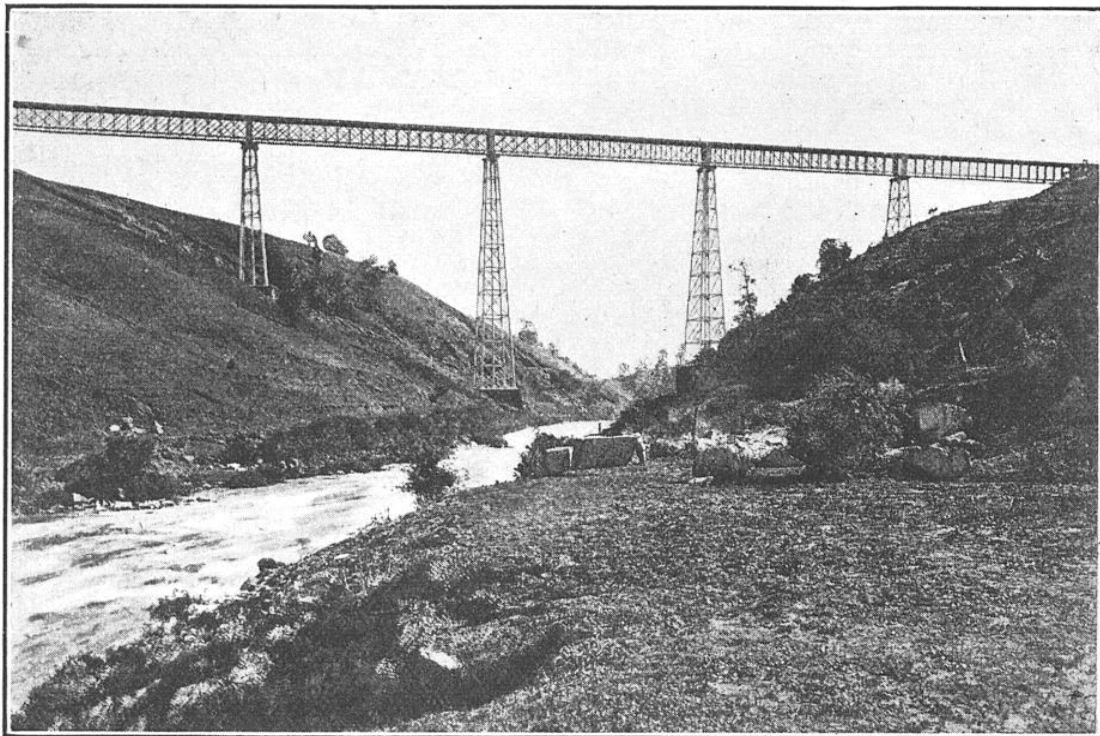
Ces premiers ponts sont en poutres droites, et ils sont les plus simples, et peut-être aussi les plus résistants de tous, se rapprochant le plus du pont primitif : un tronc d'arbre jeté d'une rive à l'autre du cours d'eau.

La poutre droite a généralement la forme bien connue d'un double T, les deux barres (l'une supérieure, l'autre inférieure) se nom-

corde. Quand la semelle inférieure est curviligne, comme la semelle supérieure, la poutre prend la forme approximative d'un ventre de poisson, et on lui donne ce nom.

Le premier bow-string fut conçu par Brunel pour le pont de Saltach, construit au milieu du siècle dernier, et qui se compose d'un arc dont le tablier forme la corde.

Parfois, au contraire, le tablier est superposé à l'arc. La poutre droite, moins résis-



VIADUC EN POUTRES DROITES DE 350 MÈTRES, SUR LE RIO MALLÉCO (CHILI)

Notre beau viaduc des Fades, sur la Sioule, qui comporte une travée centrale de 144 mètres et deux travées de rives de 115 m. 20 chacune, est semblable à celui-ci, avec cette différence, toutefois, que les piles sont en maçonnerie, au lieu d'être constituées par des pylônes métalliques.

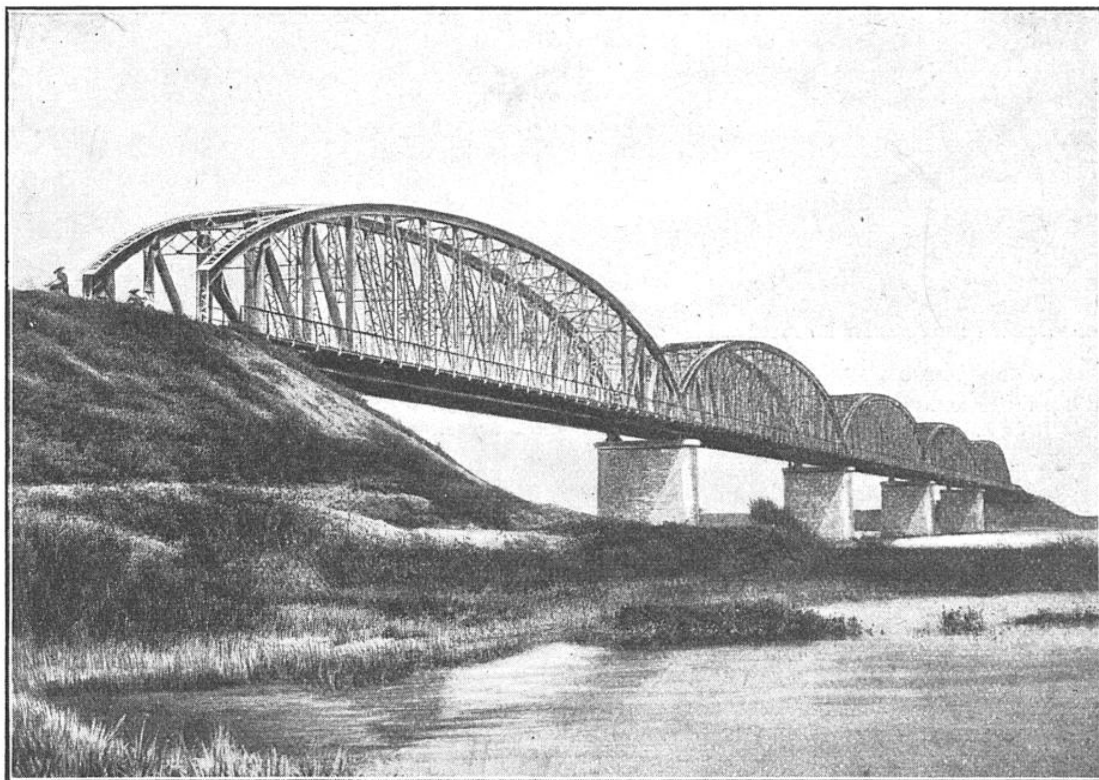
ment les semelles ou nervures. Dans les poutres de faible portée, ces deux semelles sont droites et parallèles, et la tôle du milieu qui les unit l'une à l'autre est pleine. Mais quand le pont atteint une certaine longueur, il y a économie de métal, tout en obtenant la même solidité, à donner à la semelle supérieure et quelquefois aussi à la semelle inférieure une forme curviligne ou parabolique. Quand la poutre de forme parabolique a une hauteur nulle à ses extrémités où elle prend ses points d'appui sur les piles, on lui donne le nom de *bow-string*, c'est-à-dire en forme d'arc tendu ou sous-tendu par une

tante que l'arc, ne présente pas nécessairement la même économie de métal, mais elle rend la construction plus facile et moins coûteuse (le fer en arc étant plus coûteux à travailler que le fer droit) ; de plus, elle présente une économie dans la construction des piles, celles-ci n'ayant pas, en effet, à supporter les efforts de poussée qui se produisent avec les arcs. Enfin, elle donne au pont une grande rigidité. On l'emploie toujours quand la distance à franchir est courte, et fréquemment aussi pour les distances moyennes. Les deux grands ponts de 75 mètres du Métropolitain de Paris, qui

franchissent les voies des chemins de fer du Nord et de l'Est, sont en poutres droites.

Un autre perfectionnement apporté à la poutre droite consiste à remplacer la tôle pleine du milieu qui joint les deux semelles (on l'appelle l'*âme*), et qui, dans les grandes portées, atteint plusieurs mètres de hauteur, par des barres croisées allant d'une semelle à l'autre. On obtient ainsi les ponts à treillis métalliques qui, il y a une soixantaine d'an-

Quand une autre travée avait 70 à 50 mètres, elle pouvait toujours être montée *en une seule fois*. Le viaduc de Tyrone, en Amérique, qui comprend deux travées de 68 mètres encadrant une travée de 168 mètres, avec des tours métalliques de 60 mètres de hauteur, a été monté en cinquante-six jours, et il n'en fallut que vingt-huit pour mettre en place le viaduc de Panther Creek, qui est long de 503 mètres et haut de 49 mètres.



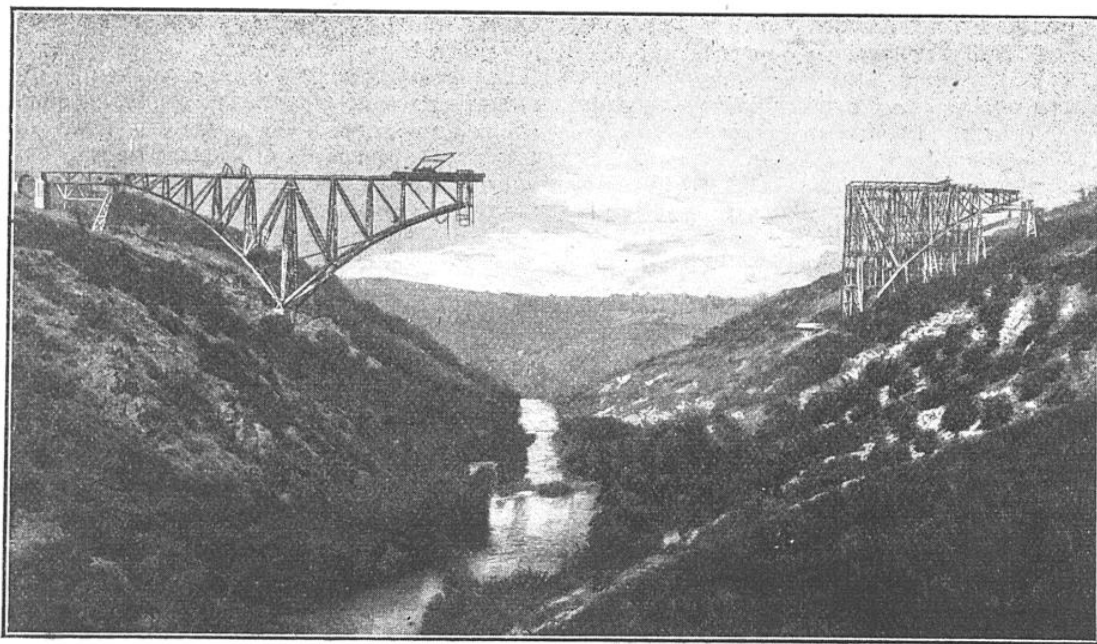
PONT DE 380 MÈTRES, SUR LE THAI-BINH (ROYAUME D'ANNAM)

Ce pont comprend cinq travées en poutres semi-paraboliques, supportées par des piles en maçonnerie.

nées, furent construits en grand nombre tant en France qu'à l'étranger : ponts de Bordeaux, du Scorf, du Louet, d'Argental, etc.

En Europe, les poutres sont rivées ; en Amérique, elles sont assemblées par articulations. Les deux systèmes ont leurs avantages et leurs inconvénients, et chacun d'eux a ses partisans. Les ponts rivés doivent se construire presque entièrement sur place ; les ponts articulés se construisent complètement à l'atelier. L'assemblage, à l'aide de chevilles, des ponts articulés est très rapide. Une travée articulée de 158 mètres a été montée aux États-Unis, en quatre jours.

Les grands viaducs à supports métalliques sont peu nombreux en France ; on ne cite guère que ceux de la Cère, de la Bouble, de Busseau, d'Ahun, à grandes travées à treillis reposant sur de hautes tours à colonnes en fonte qui atteignent jusqu'à 65 mètres. Pourtant, dès 1863, les ingénieurs du Creusot avaient construit en Suisse le viaduc de Fribourg, qui a 76 mètres de hauteur, mais cet exemple ne fut pas suivi, et il faut arriver aux époques modernes pour trouver ces belles voûtes d'acier que sont les viaducs de Porto (160 m.), Garabit (165 m.) et du Viaur (220 m.), et aussi le magnifique viaduc en



CONSTRUCTION DU PONT « CANTILEVER » SUR LE VIAUR, PRÈS DE TANUS (TARN)

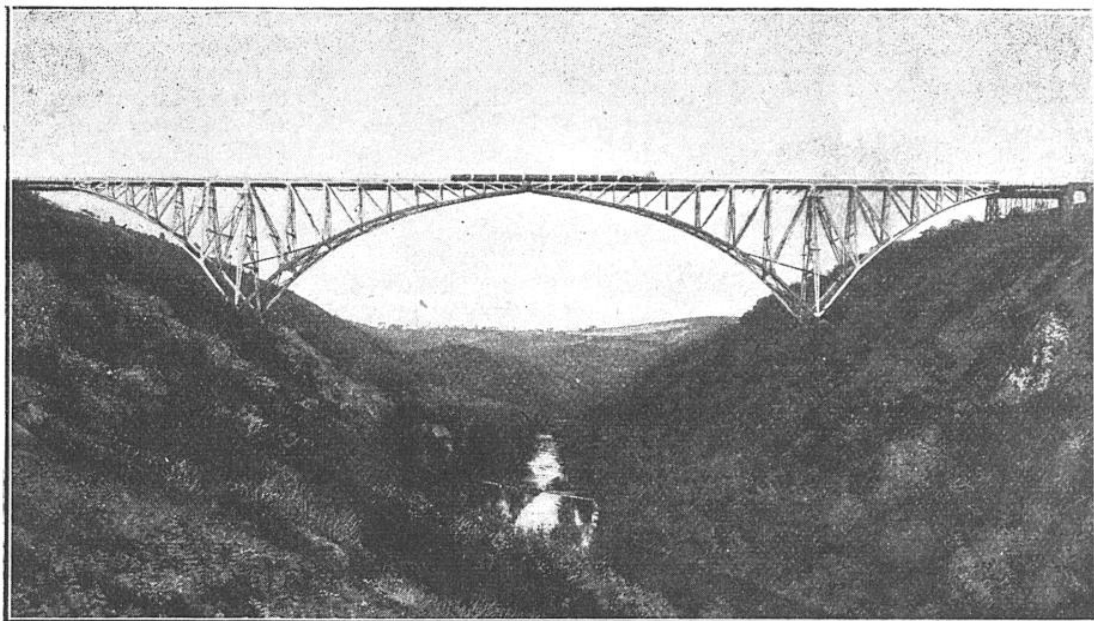
Ce beau viaduc, sur lequel circulent les trains de la Compagnie d'Orléans, comporte un arc central de 220 mètres d'ouverture ; il s'élève à la limite des départements du Tarn et de l'Aveyron.

poutres droites des Fades, sur la Sioule (ligne de Saint-Éloy à Volvic, chemin de fer d'Orléans), lequel se compose de deux travées de rives de 115 m. 20 chacune et d'une travée centrale de 144 mètres. La hauteur du rail au-dessus du fond de la Sioule est de 132 m. 50 ; il franchit, comme les viaducs de Garabit et du Vaur, un ravin profond, mais, en réalité, la construction a moins de hauteur que celle des plus hauts viaducs américains : celui de Knizua, qui a 92 mètres, et ceux du Peus et de la Loa (ce dernier en Bolivie) qui ont 97 m. 50. En outre, les ouvrages du Nouveau-Monde ont, en général, une plus grande longueur que les nôtres. Le pont de l'Ohio à Cairo (Illinois) a 3.220 mètres. Il n'est dépassé, en Europe, que par le pont du Forth (Écosse) qui a 3.287 mètres. Le *Wiesen Viaduct*, en Suisse, a, dans son ensemble, 3.050 mètres.

Enfin, il importe de mentionner le viaduc sur la nouvelle ligne de Miramas à l'Estaque et Marseille, pour la traversée de l'étang de Caronte, qui est d'une importance exceptionnelle, non pas tant à cause de sa longueur, qui n'est que de 943 mètres, mais parce qu'il comprend, en outre de ses dix travées fixes, une travée pivotant sur sa pile centrale et découvrant, sur le canal de Marseille au Rhône qui, en ce point, emprunte l'étang

de Caronte, une passe navigable de 43 mètres de largeur. Ce superbe ouvrage, qui dépasse ce qui avait été fait jusque-là de ce genre, a été construit, en ce qui concerne le pont tournant, par les établissements Schneider et C^{ie}. Lorsqu'il est fermé, le pont laisse entre le dessous de ses poutres et le niveau de la mer une hauteur libre de 23 mètres, suffisante pour permettre le passage des tartanes et des bâtiments de pêche qui circulent entre la mer et l'étang de Berre qui est voisin. C'est le passage des navires marchands de haute mâture qui a nécessité l'établissement du pont tournant. Sa longueur est de 114 mètres et il est composé de deux volées équilibrées de 57 mètres. Les deux poutres principales sont à treillis simple en N, et chacune est formée de membrures jumelées deux à deux, entre lesquelles sont placés les montants et les diagonales. L'ensemble du pont, en acier, ne pèse pas moins de 1.450 tonnes. Pour mettre en rotation cette masse énorme, on a prévu un moteur à essence de 100 chevaux auquel on a adapté un transformateur de vitesse Janney permettant d'effectuer l'ouverture ou la fermeture en 4 minutes 37 secondes.

La différence qui existe entre un viaduc français ou européen et un viaduc américain, est que le premier se compose généralement



LE PONT DE LA COMPAGNIE D'ORLÉANS, SUR LE VIAUR, COMPLÈTEMENT TERMINÉ

Les ponts de Porto (Portugal) et de Garabit (Cantal), entièrement construits en acier, sont absolument de même genre ; le premier a 160 mètres d'ouverture d'arc, et le second, 165 mètres.

de grandes travées reposant sur un petit nombre de piles, tandis que le second comprend de nombreuses piles supportant des travées de très faible longueur

Les ponts par encorbellement, ou à consoles équilibrées, auxquels les Anglais et les Américains ont donné le nom de *cantilever*, tiennent en principe le milieu entre les ponts à poutre droite et les ponts à arc. Dans ce système, contrairement à ce qui se passe dans les ponts à arc, les réactions sur appuis sont verticales et la culée n'est pour ainsi dire pas chargée ; elle reçoit uniquement le bec de la dernière console qui se trouve complètement soutenue par la pile correspondante ; en effet, les demi-travées adjacentes à chaque pile s'équilibrent d'une façon remarquable pour les charges permanentes.

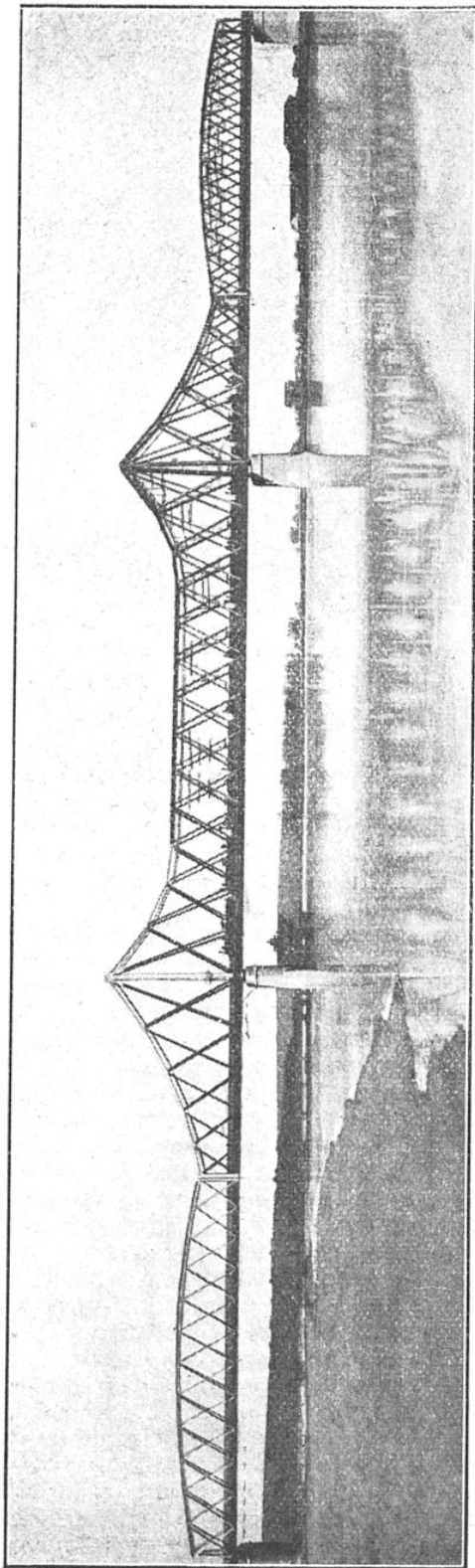
Ils se composent, en principe, de bras réticulés s'élevant d'abord en pylône sur chaque pile, puis s'éventailent en porte-à-faux d'un côté et de l'autre afin de se faire toujours équilibre ; on a ainsi une console de chaque côté de la pile, et les extrémités, ou pointes, que l'on appelle aussi bras ou becs, s'avancent l'une vers l'autre ; quand la longueur qui leur a été assignée est atteinte, les deux bras se rejoignent et le pont est fait. Ou bien, comme c'est le cas le plus général, il reste une certaine distance entre les becs des

consoles opposées issues de deux piles voisines, que l'on achève de franchir au moyen d'une travée auxiliaire en poutre droite, un bow-string, par exemple, posé simplement sur les extrémités des deux becs ou pointes des consoles en encorbellement.

La console comprend généralement des contre-fiches issues du pied de la pile et qui travaillent à la compression, et des tirants reliant le bec de la console au sommet de la pile. Parfois, ces derniers seuls existent.

Il en est ainsi dans le beau pont sur la Borcea (bras du Danube) construit par les ateliers du Creusot et dont nous donnons, dans cet article, plusieurs photographies. Sa longueur est de 420 mètres et il comprend trois travées d'égales dimensions. Les poutres sont semi-paraboliques. Le poids total des aciers qui entrent dans la construction de cet ouvrage remarquable est de 3.620 tonnes.

Par leur construction même, ces ponts, que l'on peut faire aussi gigantesques que les ponts suspendus, tout en ayant sur ceux-ci l'avantage d'être rigides, permettent de franchir, sans l'établissement préalable d'échafaudages coûteux, les fleuves, les bras de mer où l'établissement des piles serait impossible. A l'aide d'ingénieux appareils, on peut régler facilement la position des deux bras qui s'avancent l'un vers l'autre



PONT CANTILEVER DE 420 MÈTRES DE LONGUEUR, SUR LA BORCEA, AFFLUENT DU DANUBE, EN ROUMANIE

Ce pont magnifique et d'une rare hardiesse a été édifié par les Etablissements Schneider, au Creusot ; 3.620 tonnes d'acier ont été employées à sa construction.

les faire aller à droite ou à gauche, les élever ou les abaisser, de telle façon que, sans secousses, sans efforts, par une opération d'une extrême précision et qui ne demande que le concours de quelques hommes suffisamment exercés, les deux bras se rejoignent et, pour ainsi dire, se donnent la main.

On a fait, dans ce système, un grand nombre de ponts dont les travées ont 150 à 250 mètres ; l'ouvrage le plus colossal se trouve en Ecosse : c'est le pont du Forth, dont nous avons déjà parlé et qui se compose de deux travées de rive de 206 mètres et de deux travées centrales de 518 mètres ; les tours ont, l'une 82 mètres, les deux autres 47 mètres. La construction dura quatre années et coûta près de 81 millions de francs.

Cependant la vogue du pont en poutre droite, et surtout du bow-string, avait fait délaisser le pont à arc. Mais celui-ci reprit la faveur quand, en 1872, parut le beau pont Saint-Louis, en Amérique, qui comprend deux arches de 153 mètres et une de 158 mètres. Dans les ouvrages construits antérieurement, le tablier reposait inéluçablement sur la clef de l'arc et faisait corps avec lui ; dans le pont Saint-Louis, au contraire, une indépendance relative existe entre le tablier et l'arc ; celui-ci sert de support principal, et, étant bandé entre ses deux points d'appui, on conçoit très bien que le tablier puisse le couper à une hauteur quelconque, ce qui donne au système une grande élasticité d'emploi. Le tablier peut donc être placé au-dessus de l'arc (il en est ainsi quand on veut ménager au-dessous du pont une certaine hauteur libre), et il repose sur celui-ci par l'intermédiaire de simples colonnes métalliques, ou bien il est placé dessous, reliant ainsi les naissances de l'arc (type bow-string) ou encore, comme nous venons de le dire, il le coupe à une hauteur quelconque.

On a généralement soin de faire reposer les arcs, aux naissances, sur des rotules, afin de laisser un plus libre jeu aux dilatations. Quelquefois, on place une rotule à la clef ; le pont est dit, alors, à trois articulations.

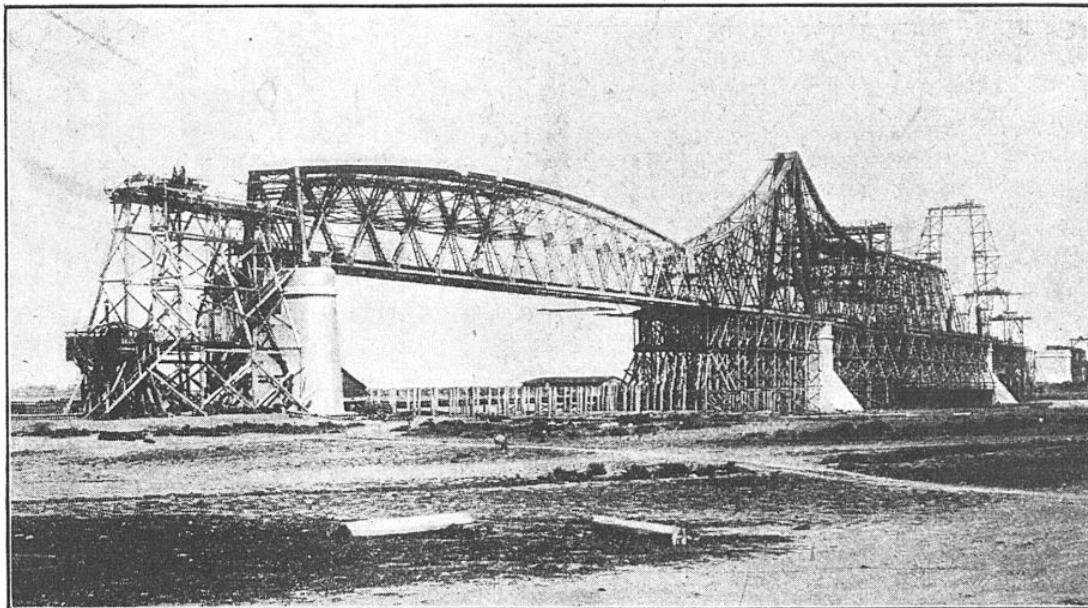
Les ponts à arc se montent, en principe, par *voussoirs*, comme les ponts en maçonnerie. Les voussoirs sont les éléments qui, mis bout à bout, forment l'arc — comme les pierres de taille qui, placées les unes contre les autres, en demi-cercle, forment l'arche du pont en maçonnerie. Pour les mettre en place, on construit un échafaudage spécial appelé *cintre*, qui repose généralement sur des appuis intermédiaires, lesquels se composent le plus souvent de pieux

battus dans le lit du cours d'eau qu'il s'agit de franchir. Pour les viaducs dont les cintres ne prennent appui que sur les piliers, et quand il est nécessaire de ménager pendant la construction une ou plusieurs arches *marinières*, qui restent libres pour la navigation, on se sert de cintres dits *retroussés*, qui reposent sur des appuis seulement à leurs extrémités. Le cintre, recouvert de *cauchis* en bois qui constituent un plancher continu, présente le *gabarit*, c'est-à-dire la forme de l'arc. On peut alors aisément construire cet arc en

tions considérables dans la fusion et un recuit très soigné, après démoulage, suivi d'un refroidissement très lent, faute de quoi il pourrait être cassant comme du verre.

Les arcs ou *fermes* des ponts à arc, dont le nombre dépend de la largeur de l'ouvrage et du poids que celui-ci aura à supporter, sont placés parallèlement, et ils sont reliés entre eux par des pièces métalliques entrecroisées qui s'opposent à leur renversement ; c'est ce qu'on appelle le *contreventement*.

Le montage des arcs sur cintres est la



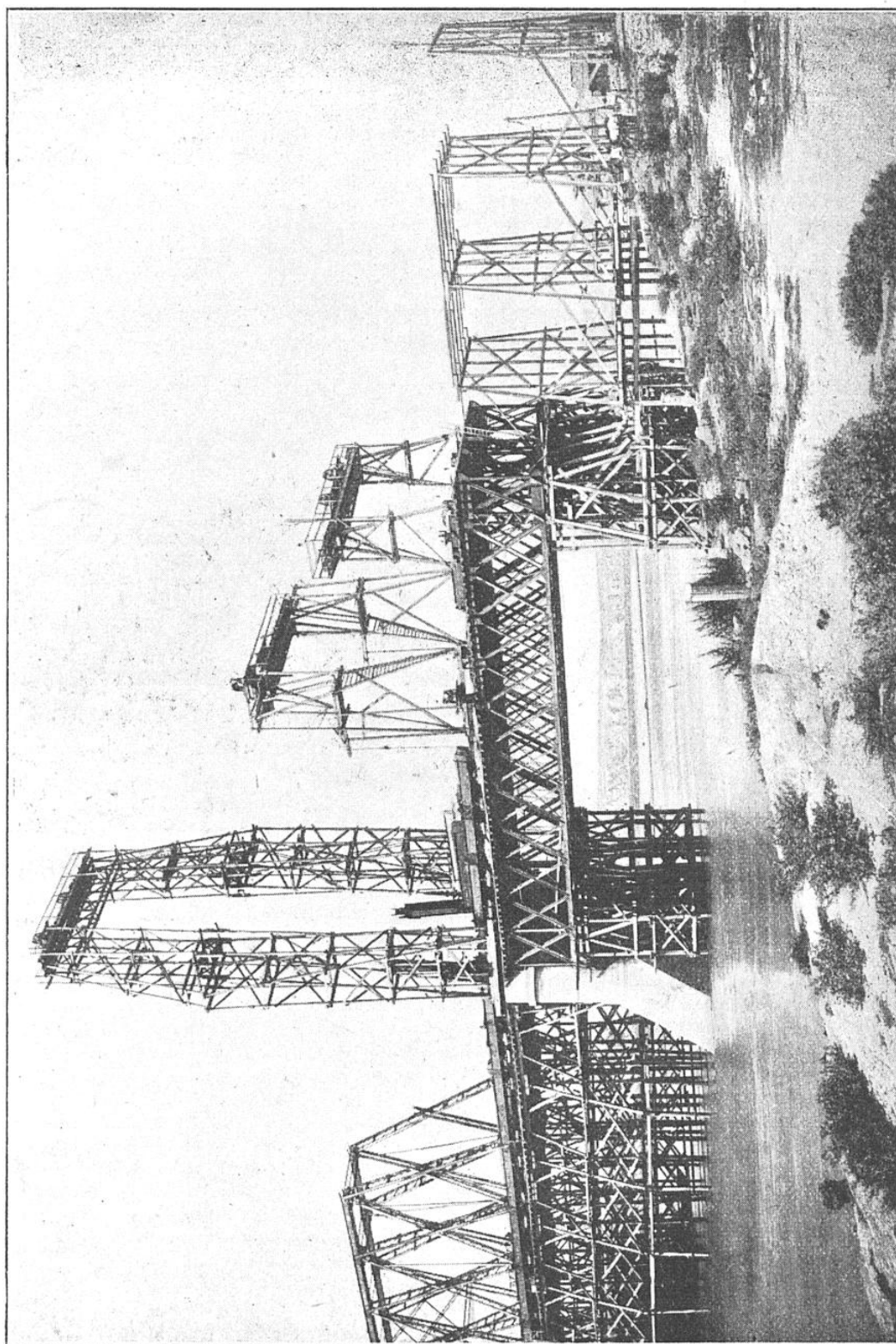
VUE PRISE PENDANT LA CONSTRUCTION DU GRAND PONT MÉTALLIQUE SUR LA BORCEA

commençant par les *naissances*, c'est-à-dire les extrémités qui touchent aux piles.

Quand les voussoirs sont en fonte, on les boulonne les uns aux autres à l'aide de brides disposées à cet effet, et, s'ils sont en tôle de fer ou d'acier, on les assemble à l'aide de cornières et de couvre-joints rivés. On a appliqué aussi l'acier moulé à la construction des voussoirs ; M. Jean Résal, qui est l'auteur de la première application en grand de ce métal, au pont Alexandre-III, a déclaré le considérer comme le métal de l'avenir : il se prête, en effet, à des formes beaucoup plus artistiques que la tôle, il est moins sujet que les fers assemblés aux effets de l'oxydation, et il est beaucoup plus résistant, ce qui rend possible une assez forte économie de métal et, par conséquent, une plus grande légèreté du pont. Mais le prix de revient est plus élevé. L'acier moulé exige des précau-

methode primitive qui, de nos jours, a été grandement améliorée. Les cintres exigent, en effet, l'établissement d'échafaudages qui deviennent immenses quand l'ouvrage atteint des proportions considérables. On est parvenu à s'en passer totalement dans la construction du pont Saint-Louis en montant les arcs en porte-à-faux et en supportant leur extrémité libre, au fur et à mesure du montage, à l'aide de haubans formés de chaînes de fer prenant appui sur les piles. Ce fut là l'origine du *cantilever*, dont nous avons parlé plus haut, et ce procédé a été souvent imité.

Une toute autre méthode a été employée au pont Alexandre-III ; là, on s'est servi de *cintres volants*, léger échafaudage de la longueur de quelques voussoirs seulement, suspendu à une passerelle métallique roulante que l'on faisait avancer au fur et à mesure de la mise en place des voussoirs.



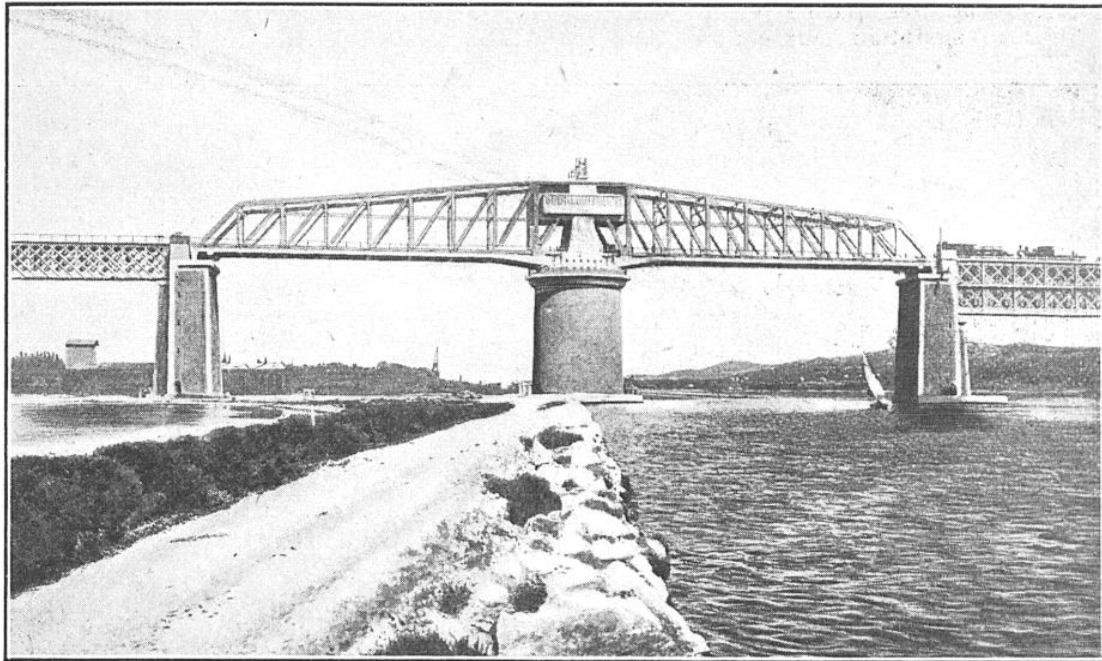
VUE MONTRANT LES PORTQUES DE MONTAGE DU « CANTILEVER » PENDANT LA CONSTRUCTION DU PONT SUR LA BORCEA

On a pu ainsi satisfaire pleinement à des conditions spéciales de la navigation.

Les ponts à arc, qui ont l'inconvénient d'être très élastiques, très vibrants, conviennent surtout pour les ponts-routes, dans lesquels le poids mort a une importance prépondérante, et où les charges roulantes sont, au contraire, relativement négligeables. Pour le passage des trains de chemins de fer, ils ne sont justifiés que dans les très grandes portées, comme à Garabit et sur le Viaur.

Ce dernier viaduc, sorti des ateliers de la

principal. Les deux travées latérales se trouvent donc avoir 95 mètres chacune. Cette moitié de l'arc principal, faisant corps avec le demi-arc ou travée qui, placée de l'autre côté de la pile, lui fait contrepoids et termine le viaduc à son extrémité, ne peut mieux être représentée que par le fléau d'une balance dont la pile, ou support, serait la colonne et qui se tiendrait presque en équilibre, sauf un léger excès de poids qui le ferait pencher du côté opposé à la rive et, par conséquent, vers la clef où son extrémité vient s'appuyer,



LE PONT DE CARONTE (BOUCHES-DU-RHÔNE) FERMÉ (VOIR LA PHOTO PAGE 302)

Société de construction des Batignolles, est à peu près le plus colossal des ponts métalliques européens, et il n'est surpassé pour la longueur que par le pont du Forth. Il se compose d'une travée centrale ou arc de 220 mètres d'ouverture articulée à la clef (la clef est le point milieu de l'arc). Chacune des deux moitiés de cet arc, c'est-à-dire la partie comprise entre la pile et la clef (la demi-voûte ou demi-arc), est équilibrée de l'autre côté de la pile par un demi-arc, formant culasse, de 69 m. 60 de portée, dont l'extrémité arrière est reliée aux culées en maçonnerie qui terminent le viaduc à ses deux bouts, au moyen d'une poutre métallique horizontale à grandes mailles de 25 m. 40 de portée, s'appuyant d'un côté sur la culée en maçonnerie et, de l'autre, sur la culasse de l'axe

mais en n'exerçant en ce point qu'une faible poussée. C'est là un avantage considérable, car l'arc métallique doit résister, à la clef, à la poussée totale résultant du poids propre du pont ainsi que des différentes surcharges qu'il est appelé à supporter, c'est-à-dire les trains de chemin de fer qui doivent le franchir. En diminuant cette poussée, on peut faire le pont plus léger et, par conséquent, économiser certaines quantités de métal.

C'est là, en somme, une sorte de pont en encorbellement avec joint central, avec cette différence que, dans ce système, les réactions des deux demi-arcs sur les piles-culées ne sont plus, comme dans les ponts en encorbellement ordinaires, verticales, mais inclinées suivant un angle avec la verticale, variable suivant les poussées résultantes à la clef,

et dépendant de la position de la surcharge. Les piles-culées en maçonnerie doivent donc être construites avec une très grande solidité.

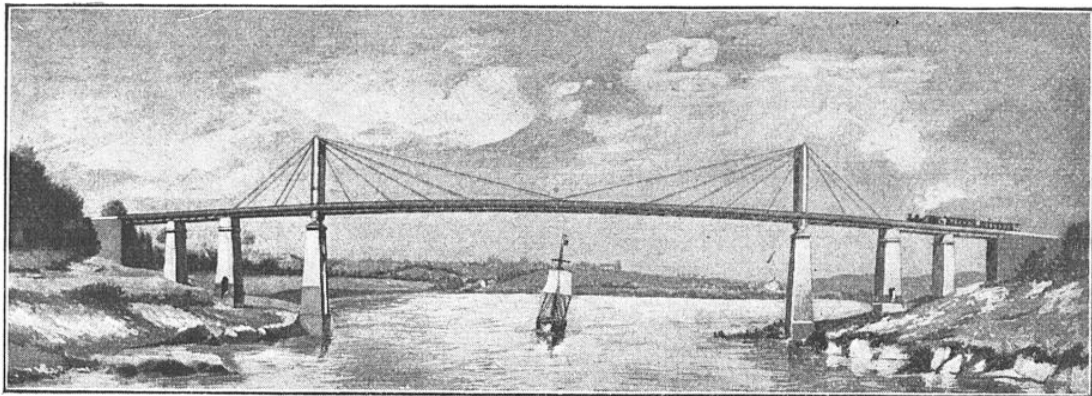
Nous ne dirons que quelques mots des ponts suspendus qui furent très à la mode il y a un certain temps. Ils permettent, en effet, de franchir d'une seule portée des espaces considérables atteignant et dépassant même 300 mètres. Malheureusement, ils manquent de rigidité et ils ont donné lieu à bien des accidents, dont plusieurs très graves. On en construit encore néanmoins dans les endroits à faible trafic, et quand ils ne doivent supporter que de petites charges.

Mais en modifiant leur construction, ce

Un pont du même genre, mais plus long et comportant un haubannage plus important, est également en construction par la même firme à Santa-Fé (Argentine). Il mesure 194 m. 60 ; sa travée centrale a 147 m. 40 et chacune des deux travées de rive 73 m. 85.

Il a été, en outre, construit des ponts dont les câbles sont rigides et qui constituent dès lors de véritables arcs renversés. Tel est le pont de Bridge, à Pittsburg, dont la portée est de 244 mètres, et l'immense pont qui doit franchir l'Hudson à New-York, comportant une seule ouverture de 946 mètres.

On a proposé de supprimer complètement le boulonnage et, du même coup, les in-



PONT « CANTILEVER » SUSPENDU RIGIDE EN CONSTRUCTION A LÉZARDRIEUX (COTES-DU-NORD)

La travée centrale de ce pont a 110 mètres de longueur entre les deux piles.

qui la rend, il est vrai, un peu plus compliquée, on est parvenu à leur donner une solidité suffisante pour leur permettre de supporter les plus lourdes charges roulantes et même le passage des trains. Un modèle remarquable est le pont de Brooklyn, à New-York, dont la portée est de 486 mètres. Les suspendeurs supportent un tablier rigide formé d'une poutre continue en treillis métallique, laquelle est, en outre, directement suspendue, sur les deux tiers environ de sa portée, par des tambours rayonnant du sommet des piles et qui s'opposent à toute flexion d'une portion quelconque du tablier.

De ce genre est le beau pont suspendu rigide, que construit actuellement la Société des Chantiers et Ateliers de la Gironde, à Lézardrieux (Côtes-du-Nord). Il satisfait complètement aux conditions d'esthétique, de simplicité, de robustesse et de rigidité qui s'imposent pour de tels ouvrages. Son ouverture totale est de 154 mètres dont une travée centrale de 110 mètres et deux petites travées de rive ayant 22 mètres chacune.

convénients assez sérieux qu'il présente.

On sait, en effet, qu'un pont métallique vibre toujours plus ou moins, soit par l'effet du vent, soit au moment du passage d'un train de chemin de fer ou simplement d'une voiture au trot. La vibration se communique à toutes les pièces, et il se produit ainsi entre celles qui se touchent un certain frottement, lequel est surtout sensible entre les boulons et les parois des trous dans lesquels ils ont été passés. Il s'ensuit nécessairement une usure des uns et des autres.

Or, il est peut-être possible de remplacer le boulonnage par la soudure autogène. En rapprochant convenablement les pièces à assembler, décapées au préalable, quelques instants suffisent pour opérer une indestructible soudure.

CLÉMENT CASCIANI.

Les photographies reproduites dans cet article nous ont été aimablement communiquées par les Etablissements Schneider et C^{ie} (Le Creusot et Châlon-sur-Saône), constructeurs des ponts qu'elles représentent, sauf celles du pont du Vieux qui ont été mises à notre disposition par la Société de constructions des Bati-gnolles.

UNE SALLE D'OPÉRATIONS OU, A DISTANCE, ON PEUT SUIVRE LES GESTES DU CHIRURGIEN ET ENTENDRE SES EXPLICATIONS

Par Louis FARJOLLE

IL faut considérer, une intervention chirurgicale sous un double point de vue. Si elle rend service à l'opéré, elle fournit aussi à la science d'utiles enseignements, provoque des découvertes, peut même dévoiler des mystères. Elle constitue une école pratique pour les élèves, qui peuvent ainsi mieux comprendre les leçons du maître et en tirer un meilleur profit. Il n'est donc pas étonnant que l'affluence soit grande des étudiants et même des médecins déjà arrivés, qui viennent assister à une opération faite par un chirurgien réputé dans les méthodes duquel il y a toujours quelque chose à apprendre. Le cas est même fréquent où l'assistance est si nombreuse dans la salle d'opérations, qu'elle est pour le chirurgien et ses aides une véritable gêne. Ces spectateurs, pressés jusqu'à soixante ou quatre-vingts autour de la table, sont, eux-mêmes, du fait de leur nombre, incommodément installés pour assister à des séances qui durent souvent plusieurs heures. Ils ne peuvent, à l'exception de ceux du premier rang, rien voir du champ opératoire, des gestes du professeur, et entendent à peine ses remarques et sa leçon. Ils sont, en outre, pour les opérés, un risque de contamination ; leurs entrées et leurs sorties pendant l'opération créent des courants d'air dont les conséquences peuvent être graves, car le maintien d'une température élevée et constante est indispensable.

Permettre de voir et d'entendre sans gêner, tel était le pro-



LA SALLE D'OPÉRATIONS DU DOCTEUR PAUCHET

On aperçoit, à la partie supérieure, les spectateurs regardant à travers la glace transparente de la coupole. Sur les parois intérieures de la galerie qui soutient ladite coupole sont installés des miroirs inclinés qui permettent de voir, par réflexion, la table d'opération, quand celle-ci est masquée en tout ou partie par le chirurgien ou ses aides. (Voir la figure de la page suivante.)

blème à résoudre. Une occasion de l'étudier se présentait dernièrement ; comme on le pense, on ne la laissa pas échapper et la solution fut bientôt trouvée, ingénieuse, élégante et pratique, comme on va le voir.

C'est à l'hôpital Saint-Michel, dans le service du D^r Pauchet, le chirurgien bien connu, qui s'est consacré particulièrement aux opérations de gastro-entérologie et à la lutte contre le cancer, que vient d'être construite cette nouvelle salle d'opérations. Elle répond heureusement aux conditions demandées et donne la solution parfaite du problème énoncé plus haut.

En reconnaissance des soins qu'il avait prodigués à l'un de ses enfants, un généreux donateur, le baron Pierre de Gunzbourg, pria le D^r Pauchet d'accepter un chèque en blanc, le laissant libre de fixer lui-même la somme, quelque élevée fût-elle, qu'il jugerait nécessaire pour faire une œuvre utile à l'humanité. Grâce au montant de ce chèque, il fut construit, à l'hôpital Saint-Michel, un nouveau pavillon de chirurgie dont l'exécution, qui fut très rapide, fut confiée à M. Bechmann, déjà architecte de l'hôpital Rothschild.

La disposition adoptée pour l'établissement d'une salle d'opérations dans laquelle le chirurgien serait entièrement libre de ses mouvements et pourrait néanmoins être vu et entendu par de nombreux spectateurs, rompait bravement avec la routine habituelle. Il fallait, à la place des locaux exigus et insuffisants affectés au service opératoire, une grande salle inondée de lumière où seul le chirurgien pénétrerait avec ses aides, et une autre salle spacieuse mais complètement

isolée de la première où seraient admises les personnes autorisées à suivre une opération.

Située au troisième étage du pavillon, la salle d'opérations, exposée nord-est et nord-ouest, de façon à éviter l'incommodité des rayons solaires, est éclairée par de grands vitrages avec doubles parois entre lesquelles un chauffage est établi pour éviter les refroidissements et les condensations. A ce même

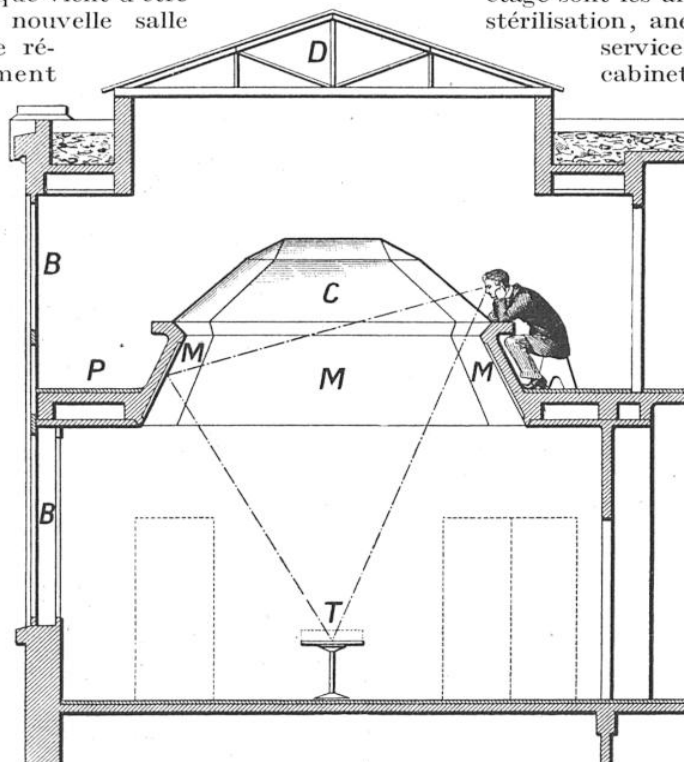
étage sont les annexes de la salle : stérilisation, anesthésie, lavabos,

service des instruments, cabinet du chirurgien.

Le plafond de la salle est constitué par une sorte de grande coupole sur plan polygonal entièrement close et vitrée de grandes glaces claires, dont toute la partie supérieure est dépolie, de façon à distribuer une lumière diffuse plus douce. Seule reste claire et transparente, à la partie inférieure de la coupole, une bande de soixante centimètres environ par laquelle les spectateurs peuvent voir et suivre ce qui se passe au-dessous d'eux.

C'est, en effet, le quatrième étage qui leur

est réservé. Autour de la coupole, ils sont commodément assis et accoudés comme à un balcon, parfaitement éclairés par de larges baies vitrées et par un grand toit de verre qui couronne le sommet du pavillon ; leurs regards plongent verticalement sur le champ opératoire. Pour compenser la distance relativement grande qui les sépare du chirurgien, on donne à chacun des spectateurs une jumelle qui leur permet au besoin de voir aussi bien que s'ils étaient dans la salle même. Ils se trouvent ainsi dans une atmosphère séparée qui est à une température normale ; ils peuvent entrer, sortir, causer sans trou-



VUE EN COUPE DU PAVILLON RENFERMANT LA SALLE D'OPÉRATIONS ET SA GALERIE SUPÉRIEURE

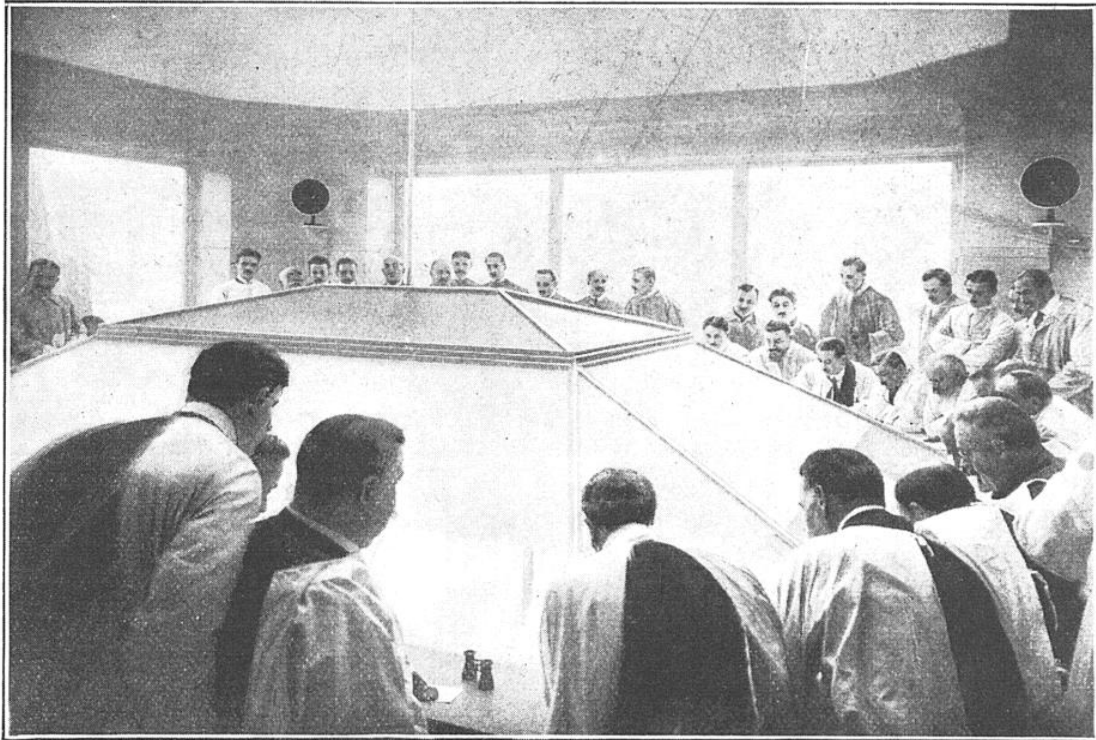
T, table d'opérations ; C, coupole en glaces dépolies à la partie supérieure ; M M M, miroirs ; P, espace réservé aux spectateurs ; B B, grandes baies vitrées ; D, toiture vitrée.

bler ni gêner le chirurgien, sans faire courir aucun risque à l'opéré. Pour donner une idée des dimensions de ces salles, nous dirons que l'on peut aisément loger dans la galerie-tribune qui entoure la coupole vitrée quatre-vingts et même cent spectateurs.

Dans cet arrangement original, tout a été prévu pour que les assistants ne perdent rien du spectacle. Il peut se faire, en effet, qu'à certains moments le chirurgien ou ses

pole, empêche tous les sons de passer. Grâce à l'électricité, rien n'est perdu pourtant dans la tribune de ce que dit le chirurgien.

On a employé, à cet effet, l'ensemble des dispositifs créés pour la téléphonie sans fil, avec cette différence que la transmission de la voix se fait ici comme dans la téléphonie ordinaire par fil : mais les appareils récepteurs, amplificateurs et parleurs sont les mêmes. Dans la salle d'opérations, un micro-



GROUPÉS AUTOUR DE LA COUPOLE, DOCTEURS ET ÉLÈVES SUIVENT, SANS LA GÊNER NI LA TROUBLER, L'OPÉRATION QUE LE CHIRURGIEN PRATIQUE AU-DESSOUS D'EUX

aides, par leur position autour de la table, gênent le regard des personnes de la tribune. Celles-ci peuvent, dans ce cas, voir la table d'opération par réflexion, comme si elles étaient placées de l'autre côté de la tribune, grâce à un jeu de miroirs disposés sur la partie pleine des parois de la coupole, dont l'inclinaison a été calculée à cet effet.

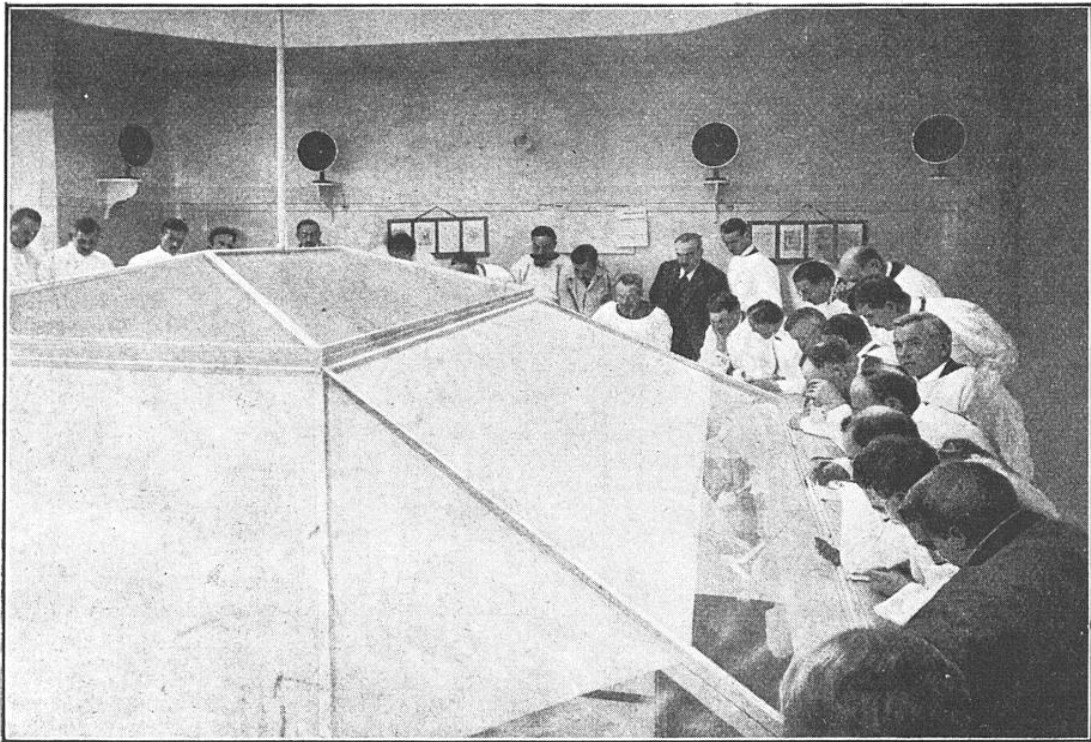
Ainsi s'est trouvée résolue la première partie du problème : voir sans gêner. Restait à entendre. Le chirurgien, pendant l'opération, explique ce qu'il découvre, comment il procède ; un de ses aides prend en note ses explications, que tous les assistants entendent dans les salles ordinaires. Mais, ici, la fermeture complète réalisée par la cou-

phone puissant a été installé que l'on peut à volonté suspendre dans le lustre ou placer sur une table, comme un appareil téléphonique ordinaire, à portée de la voix du chirurgien ou d'un de ses aides. Les fils, dissimulés entre le double vitrage des grandes baies, relient ce microphone à une batterie d'amplification placée à l'étage supérieur. Le son est alors transmis à une série de diffuseurs haut-parleurs disposés sur les murs de la tribune, au nombre de huit. Le chirurgien peut donc, si le microphone est bien à sa portée, donner ses explications lui-même, ou les faire donner par celui de ses aides qui prend des notes et rédige au fur et à mesure le rapport de l'opération. La parole ampli-

fiée est transmise à la tribune et les spectateurs entendent la leçon du chirurgien comme s'ils étaient dans la salle même. Par contre, celui-ci, isolé dans sa salle, ne peut percevoir aucun des bruits provenant de l'assistance qui occupe la galerie supérieure. Seul, un fil électrique sert de trait d'union entre le maître et ses auditeurs qui se trouvent ainsi en communication directe et constante, *visu et auditu*, l'un conservant

paroles du chirurgien sans que celui-ci ait à se préoccuper de la position dans laquelle il se trouve par rapport au microphone, placé jusqu'à nouvel ordre dans le lustre suspendu au-dessus de la table d'opération. Ce dispositif est, en quelque sorte, dérivé de celui que l'on avait imaginé pendant la guerre pour tenir en contact constant le pilote et l'observateur d'un même avion.

Cette disposition nouvelle d'une salle



LES APPAREILS HAUT-PARLEURS DISPOSÉS CONTRE LES MURS, AUTOUR DE LA TRIBUNE, PERMETTENT AUX SPECTATEURS D'ENTENDRE CLAIREMENT LES OBSERVATIONS DU CHIRURGIEN PARLANT DEVANT LE MICROPHONE DE LA SALLE INFÉRIEURE

ses coudées franches, les autres ne perdant aucun détail de l'opération pendant toutes ses phases. Ces installations de transmission et d'amplification de la parole ont été réalisées par la Société Radiola qui a mis à l'étude un appareil nouveau destiné à faciliter encore la transmission de la parole. On sait que le chirurgien porte, pendant les opérations, un miroir frontal qui projette et concentre devant lui les rayons d'une ampoule électrique. Sur le support de ce miroir, qui enserme le front et les tempes de l'opérateur, sera fixé un microphone spécial orienté de telle sorte qu'il enregistrera et transmettra aux spectateurs de la galerie les

d'opérations rompant, en quelque sorte, avec les errements admis jusqu'à ce jour, mettant à profit tous les derniers progrès réalisés en architecture et en électricité, ne fut pas sans donner lieu, au début, à des objections et à des controverses, mais les résultats obtenus depuis que le nouveau pavillon de l'hôpital Saint-Michel a été mis en service, sont venus définitivement confirmer que sa conception et sa réalisation constituent un progrès véritable, progrès dont les membres du dernier congrès de chirurgie, venus en spectateurs dans cette salle nouvelle, ont reconnu unanimement les précieux avantages.

LOUIS FARJOLLE.

UNE SOLUTION NOUVELLE AU PROBLÈME DU MOTEUR D'AVIATION

Par Georges HOUARD

L'AVIATION, pour prendre son complet essor et le développement que l'on peut en attendre, a besoin du moteur qui réponde exactement aux *desiderata* des compagnies de navigation aérienne.

Elle a besoin d'un moteur dont le fonctionnement soit régulier pour assurer aux voyageurs aériens une sécurité pratiquement absolue et dont le prix d'achat et la consommation soient peu élevés pour donner aux avions de transport cette *qualité économique* qui leur fait encore défaut aujourd'hui, dont la durée, pour la même raison, puisse dépasser sensiblement celle des moteurs actuels. Un concours de moteurs d'aviation, doté de deux millions de francs, a été institué pour encourager les techniciens à chercher la solution de ce problème qui

reste certainement, en matière d'aviation, l'un des plus importants. Ce concours, dont les épreuves n'auront lieu qu'en 1924, a déjà donné des résultats particulièrement intéressants en ce sens qu'il a incité de nombreux constructeurs à se mettre à l'étude en vue d'améliorer les qualités du moteur d'avion.

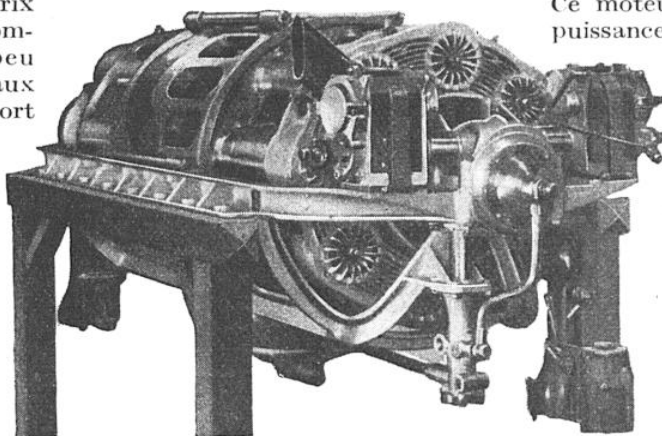
C'est ainsi que, parmi les solutions qui seront présentées au concours de l'an prochain, se trouve un nouveau moteur d'une conception certainement très audacieuse. Dû à un pilote-aviateur doublé d'un technicien de valeur, M. Edouard Laâge, ce moteur réunit des caractéristiques vraiment peu communes ; la valeur de son principe ingénieux a été établie par le fonctionnement très satisfaisant d'un premier modèle de

démonstration qui, malgré les imperfections inhérentes à tout modèle d'étude, a déjà tourné plus de cinquante heures sans aucune défaillance. On peut lui demander davantage.

Il s'agit d'un moteur rotatif du type *revolver*, ainsi dénommé parce que ses cylindres sont disposés en couronne et que leurs axes sont parallèles à celui de l'arbre central.

Ce moteur développe une puissance de 300 HP à sa vitesse de régime, qui est de 1.200 tours à la minute.

Le moteur *revolver* n'est pas, à proprement parler, une chose nouvelle ; sa réalisation avait déjà été tentée, voici une dizaine d'années, mais cette disposition séduisante n'avait pu jusqu'ici donner satisfaction, faute d'un moyen convenable de transformation du mouvement recti-

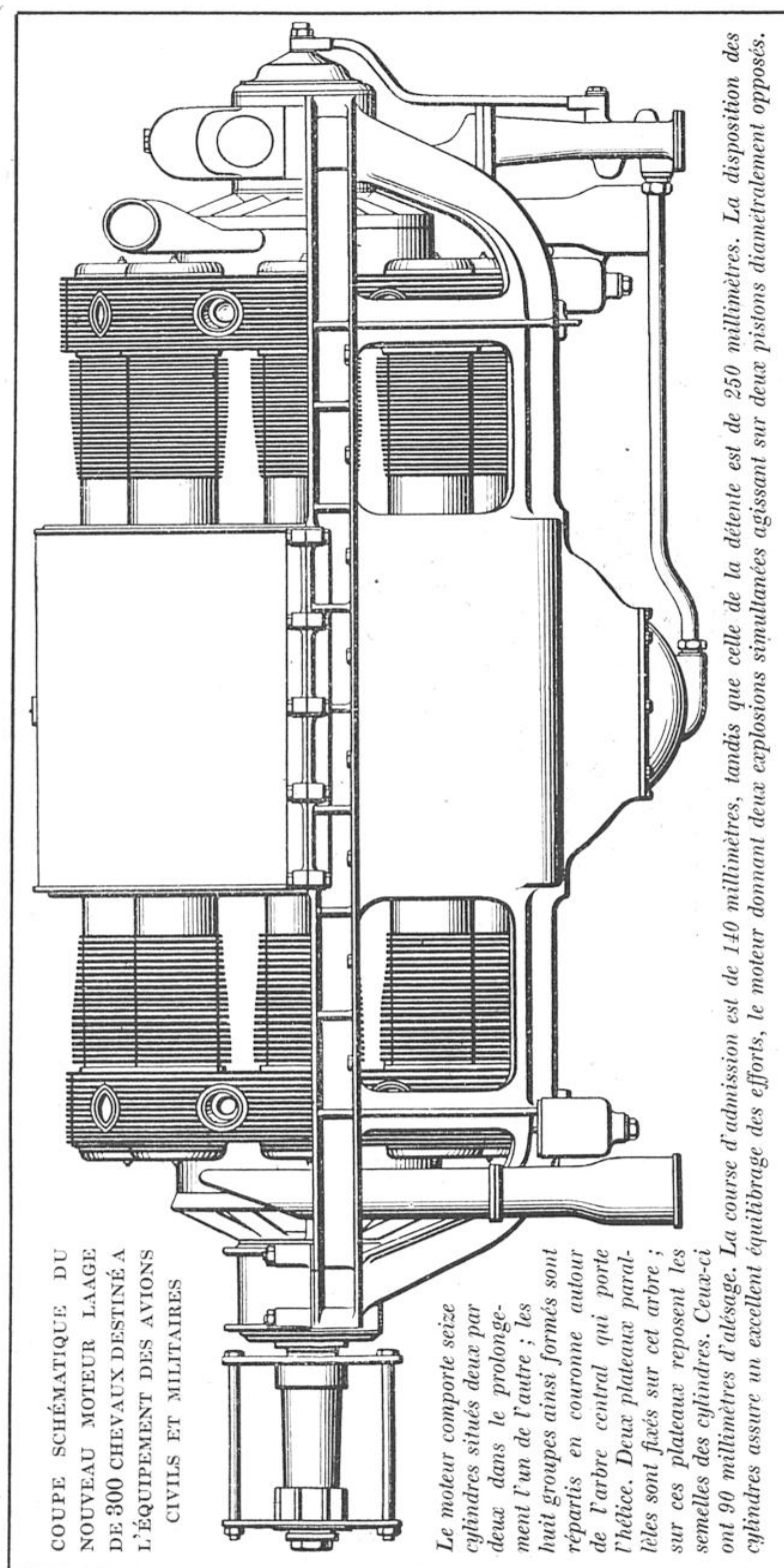


LE NOUVEAU MOTEUR ROTATIF, TYPE REVOLVER

Créé par un pilote aviateur, M. Edouard Laâge, ce nouveau moteur d'aviation comporte seize cylindres disposés en couronne autour d'un arbre central. Les axes des cylindres sont parallèles à celui de cet arbre. La puissance totale développée est de 300 chevaux.

ligne alternatif des pistons en mouvement de rotation continu de l'arbre. Dans le moteur Laâge, et c'est là que réside l'une des caractéristiques originales de l'engin, cette transformation s'effectue au moyen de galets solidaires du piston et roulant dans le chemin sinueux d'une came fixe entourant la partie centrale du moteur (Voir les figures de la page 319). Ceci constitue la particularité la plus originale de l'ensemble de la machine, laquelle ne comporte donc ni bielles, ni vilebrequin et possède, en outre, une distribution sans soupapes d'une simplicité remarquable, égale à celle de tout l'ensemble.

La simplicité du système est, en effet, très grande ; et, en cette matière, la simplicité n'est-elle pas la garantie la meil-



leure d'un fonctionnement de longue durée ?

Les cylindres sont au nombre de seize ; ils sont situés deux par deux dans le prolongement l'un de l'autre et les huit groupes ainsi formés sont disposés en couronne autour de l'arbre central qui porte l'hélice. Deux plateaux parallèles sont calés sur cet arbre ; sur eux reposent les semelles des cylindres. Ces derniers ont 90 millimètres d'alésage ; la course d'admission est de 140 millimètres et celle de la détente, de 250 millimètres.

Chaque groupe de deux cylindres comporte un piston relativement long et à double effet. La partie centrale de ce piston est traversée par un axe portant deux galets excentrés. Ces galets sont destinés à rouler alternativement dans un chemin sinueux qui, lui, est taillé dans une sorte de grand anneau fixé sur le bâti-moteur et qui joue, en somme, le rôle d'une came ordinaire.

Au moment où se produit l'allumage, le piston étant à fond de course, la pression de l'explosion pousse ce piston et, du même coup, par conséquent, le galet dont il est muni. Ce dernier, prenant appui sur la rampe, convenablement inclinée, de la came fixe, imprime à l'ensemble des parties tournantes un mouvement de rotation dont la continuité est naturellement assurée par la mise en action successive des sept autres pistons.

Le cycle utilisé est à six temps, dont un temps de balayage à l'air pur ; le piston effectue trois allées et venues pour un

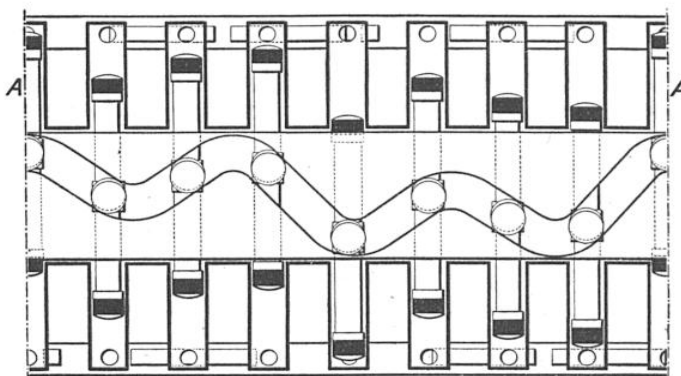
tour de l'arbre central, et ceci grâce à la forme appropriée et au grand diamètre de la came. La disposition des cylindres permet d'obtenir un équilibre parfait des efforts, le moteur donnant deux explosions simultanées agissant sur deux pistons diamétralement opposés. Quant aux galets, les diverses réactions qui s'exercent sur eux sont supportées par des glissières prolongeant les cylindres et dans lesquelles circulent des coulis-seaux solidaires des pistons.

Le refroidissement du moteur est assuré d'une façon très satisfaisante par air, malgré le groupement compact de l'ensemble. L'orientation des têtes de cylindres vers les deux extrémités du moteur, concourt à ce résultat. De plus, les corps de cylindres, en acier, sont garnis d'ailettes et leur tête s'emboîte dans une couronne en aluminium également garnie d'ailettes et dans laquelle sont ménagés les conduits de passage des gaz. Les cylindres sont fermés par des culasses en

aluminium très favorables au refroidissement. Ce refroidissement se trouve encore très grandement facilité par le temps de balayage que comporte le cycle du moteur.

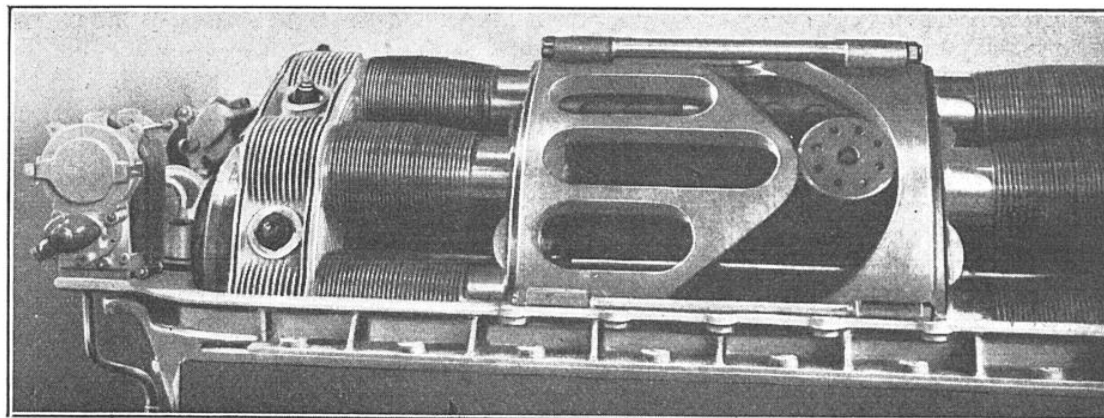
Les conduits de gaz de chacune des couronnes passent devant les ouvertures d'un boisseau fixe comportant également des conduits pour les gaz frais et les gaz brûlés. Les tubulures d'aspiration et d'évacuation sont donc branchées sur ce boisseau, qui est maintenu par le bâti du moteur. Ce bâti est encore une des caractéristiques intéressantes du moteur

Laâge ; il a la forme d'une demi-coquille et s'étend sur toute la longueur de la machine. Il porte les paliers de l'arbre à ses deux extrémités, alors que, dans la partie centrale, formant carter, repose la came. Cette came est recouverte, pendant le fonctionnement du moteur, par une sorte de grand couvercle enfermant les organes en action. Ce couvercle est parfaitement visible



LE CHEMIN SINUEUX DE LA CAME FIXE

Ce schéma représente le moteur complètement « développé » ; les côtés A A se rejoignent, en réalité, pour former un groupe cylindrique. La transformation du mouvement alternatif des pistons en mouvement de rotation continu de l'arbre, s'effectue au moyen de galets solidaires des pistons et roulant dans le chemin sinueux d'une came fixe. Ce chemin sinueux entoure la partie centrale du moteur.



VUE DU MOTEUR MONTRANT LE CHEMIN SINUEUX DE LA CAME FIXE

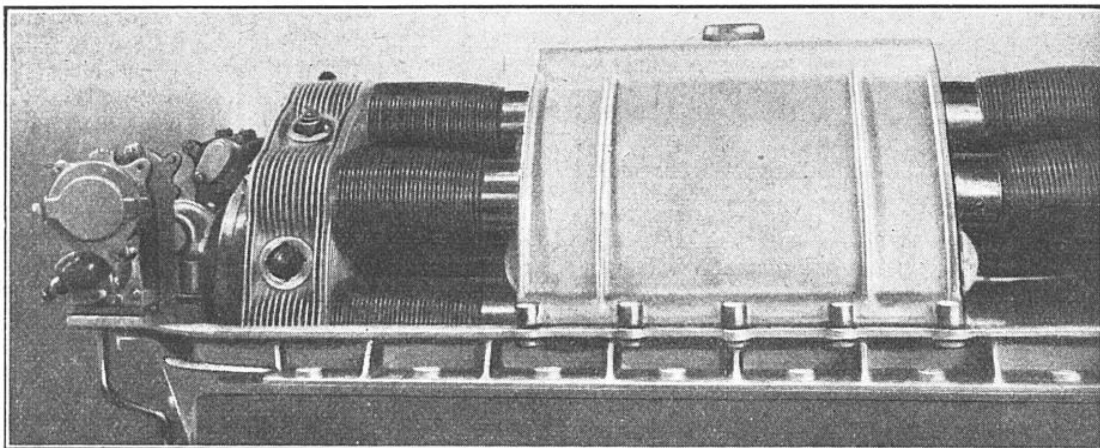
Chaque groupe de deux cylindres comporte un piston relativement long et à double effet. La partie centrale de ce piston est pourvue d'un axe qui la traverse : cet axe porte deux galets excentrés destinés à rouler alternativement dans un chemin sinueux. Celui-ci est taillé dans une sorte de grand anneau fixé sur le bâti du moteur et qui joue le rôle d'une came.

sur la photo que nous donnons ci-dessous.

Il convient de remarquer que la partie centrale du moteur est parcourue par un courant d'air facilitant encore le refroidissement. Le moteur d'étude, que nous avons vu tourner, n'avait, pratiquement, pour ainsi dire pas chauffé après un essai au point fixe d'une durée de huit à dix minutes.

Le graissage sous pression est obtenu au moyen de deux pompes à volets refoulant l'huile dans l'arbre central d'où elle se répar-

des deux pistons travaillant simultanément sur une même rampe, suppriment les vibrations si funestes aux membrures des appareils d'aviation. L'utilisation de la détente des gaz est, par ailleurs, remarquable, car la course des pistons, pendant la détente, est presque double de celle qu'ils ont pendant l'aspiration. Le rendement thermodynamique est donc fortement supérieur à celui communément obtenu, et cela grâce à cette diminution des pertes à l'échappement.



VUE DU MOTEUR LAAGE, LA CAME DISSIMULÉE SOUS SON COUVERCLE

La came et les galets en mouvement sont dissimulés sous un grand couvercle métallique que l'on peut ouvrir aisément. Le bâti-moteur a la forme d'une demi-coquille et s'étend sur toute la longueur de la machine. Le groupement compact des différents organes qui le composent donne à ce nouveau moteur un encombrement excessivement réduit.

tit aux différents points à lubrifier pour retomber ensuite dans le bain d'huile du bâti-carter, d'où on peut l'évacuer aisément.

Pour se prononcer définitivement sur la valeur de la solution préconisée par M. Laage, il faut attendre évidemment que le moteur ait non seulement effectué les essais officiels imposés par le Service technique de l'Aéronautique, mais été expérimenté sur un avion en vol. Cependant, dès à présent, les résultats acquis méritent de retenir l'attention ; ce moteur, réellement nouveau, paraît présenter, pour l'aviation, des avantages énormes. C'est d'abord le groupement compact des différents organes qui le composent et qui donnent à l'ensemble, en profil surtout, un encombrement excessivement réduit ; la simplicité de construction et la réduction du nombre de pièces permettent d'obtenir un très faible poids au cheval, qui, théoriquement, ne dépasse guère 900 grammes.

Le grand nombre des cylindres et la régularité cyclique obtenue grâce au principe

Enfin, on a pu se rendre compte, par cette brève description, de l'extrême simplicité du système. Les pièces délicates sont, pour ainsi dire, inexistantes, ce qui semble impliquer des qualités d'endurance et de robustesse assez rares sur les moteurs d'aviation.

Le prix de revient d'un tel engin sera assurément très inférieur à ce qui a été obtenu jusqu'ici. La consommation, sur laquelle on ne sera fixé, d'une façon précise, qu'après des essais de durée, ne peut pas être supérieure à celle des moteurs ordinaires. De plus, M. Laage assure que sa machine pourra fonctionner indifféremment à l'essence ou aux huiles lourdes, ce qui est un nouvel avantage extrêmement précieux.

La question du moteur a une trop grosse importance sur le développement de la navigation aérienne pour que nos constructeurs d'avions n'accordent pas, à cette solution nouvelle d'un problème ardu, toute l'attention qu'elle semble devoir mériter.

GEORGES HOUARD

LA RADIOTÉLÉPHONIE PAR LA LUMIERE

Par ANDRY-BOURGEOIS

PENDANT la guerre, en outre de la télégraphie optique par radiations invisibles, c'est-à-dire par rayons infrarouges ou ultra-violet (voir *La Science et la Vie*, nos 48, 52 et 69), on a également employé la téléphonie sans fil par la lumière, et de telle façon qu'elle assurait d'une manière certaine le secret des communications.

Bien avant l'époque de Marconi (1895) et même avant la découverte des ondes électriques par Hertz, on avait déjà réalisé une sorte de télégraphie sans fil. Ce système était celui employant une source lumineuse pour transmettre les messages à distance. On pouvait ainsi, par signaux lumineux, transmettre à bord d'un navire en mer des dépêches en code Morse, ou même les simples signaux par fanions. Cette méthode a été perfectionnée, comme nous l'avons vu dans un précédent article, par M. Charbonneau et le professeur Wood, par le seul emploi des rayons invisibles de la source lumineuse.

Si nous examinons la *téléphonie sans fil*, les observations précédentes sont également vraies. La téléphonie sans fil par la lumière

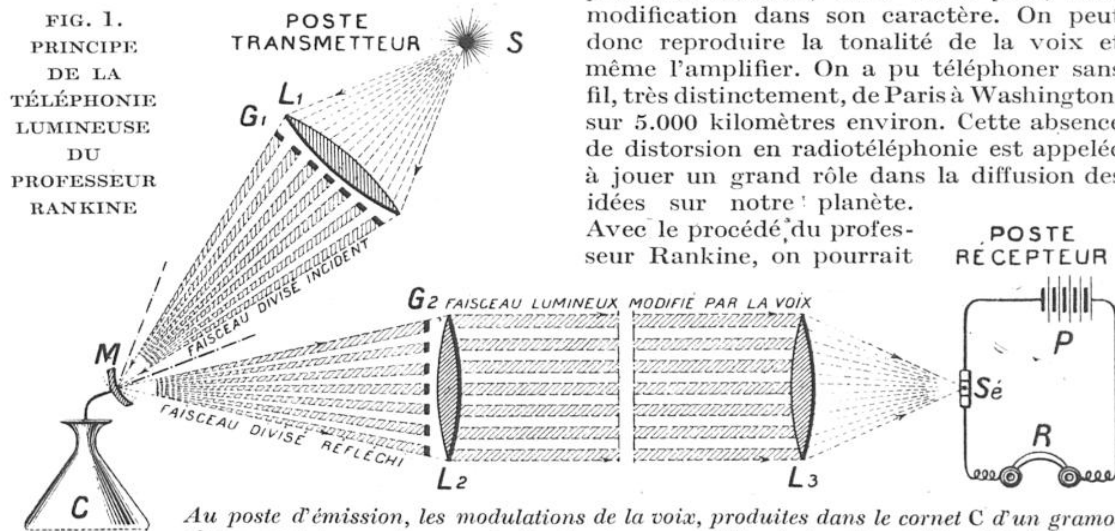
a été réalisée bien antérieurement à la radiotélégraphie. C'est en 1880, grâce à Graham Bell, que l'on réussit à transmettre la parole au moyen de la lumière à une distance de plus de 200 mètres. Mais Graham Bell ne put alors réussir à mettre son invention suffisamment au point pour être pratique.

C'est le professeur A. O. Rankine, de l'Imperial Collège de Sciences, de Londres, qui, en 1917, travaillant à la requête de l'amirauté britannique, est enfin arrivé à la réussite complète de cette mise au point. Avant de décrire son dispositif, qui a été employé pour la transmission des ondes sonores par la lumière, à des distances de plusieurs kilomètres, signalons le très important avantage de la radiotéléphonie sur la téléphonie ordinaire avec fils.

En effet, la radiotéléphonie n'exerce qu'une *très faible distorsion*, c'est-à-dire que l'atténuation des harmoniques élevées, de haute fréquence, est sensiblement la même que celle des harmoniques basses. En conséquence, aussi loin que la voix puisse être portée, son timbre ne change pas pratiquement ; elle peut être affaiblie, mais reste pure, sans modification dans son caractère. On peut donc reproduire la tonalité de la voix et même l'amplifier. On a pu téléphoner sans fil, très distinctement, de Paris à Washington, sur 5.000 kilomètres environ. Cette absence de distorsion en radiotéléphonie est appelée à jouer un grand rôle dans la diffusion des idées sur notre planète.

Avec le procédé du professeur Rankine, on pourrait

FIG. 1.
PRINCIPE
DE LA
TÉLÉPHONIE
LUMINEUSE
DU
PROFESSEUR
RANKINE



Au poste d'émission, les modulations de la voix, produites dans le cornet C d'un gramophone, sont transmises par le diaphragme au petit miroir vibrant M qui influence le faisceau lumineux de la source S projeté par la lentille L_1 à travers la grille filtrante G_1 . Le faisceau incident est renvoyé par le miroir M sur la grille G_2 qui en laisse filtrer une partie, à travers la lentille L_2 , dans l'espace. Pour la réception, on prend comme détecteur une cellule de sélénium Sé qui se trouve influencée par le choc du faisceau lumineux, modifié par la voix et émanant de la lentille L_3 . Cette cellule agit sur le circuit d'un téléphone qui reproduit exactement la voix du transmetteur.

assurer parfaitement le secret, si précaire avec les postes ordinaires d'écoute des centraux téléphoniques établis tout d'abord pour la surveillance des opératrices par le personnel supérieur (Voir à ce sujet l'article paru dans le n° 55 de *La Science et la Vie*). Cette insécurité présente évidemment de très grands dangers en cas de guerre.

Or, le système radiotéléphonique de Rankine peut être appliqué sur des distances très importantes et en complète sécurité.

Examinons tout d'abord les limites et les avantages de cette invention. La lumière se propage pratiquement en ligne droite, il semble qu'il ne peut y avoir aucun obstacle entre les postes émetteur et récepteur. Mais, en fait, sans faire intervenir la densité de l'éther, quasi impondérable, la courbure seule de la Terre ne nous permettrait guère de dépasser une portée de 50 kilomètres, à moins de recourir aux hautes altitudes. La radiotéléphonie ordinaire, il est vrai, ne connaît pas cette limite; par contre, la propagation rectiligne de la lumière assure le secret parfait à ce mode de communication, basé sur les mouvements vibratoires de l'éther.

On dirige le rayon lumineux sur le point voulu et la communication se trouve alors établie exclusivement avec le poste dont on veut être entendu. Un navire, par ce moyen, peut parler à un autre bâtiment, sans que la conversation puisse être saisie par aucun bateau du voisinage, même équipé avec les appareils de réception nécessaires.

Ce sont les propriétés vraiment remarquables du métalloïde bien connu, le *sélénium*, qui ont donné à Rankine la possibilité de transmettre intégralement la parole par la lumière. En effet, ce corps simple est bien meilleur conducteur de l'énergie électrique, lorsqu'il est frappé par un rayonnement lumineux que lorsqu'il reste dans l'obscurité ou même simplement dans l'ombre.

Le professeur Rankine a donc imaginé un circuit électrique comprenant du sélénium en plaquettes convenablement montées, une batterie de piles ou d'accumulateurs et un téléphone ordinaire installé au poste récepteur. Le courant traversant le circuit subit les fluctuations qui sont en concor-

dance avec les variations d'intensité de la lumière venant frapper le sélénium.

Par suite, il s'ensuit que si cette lumière subit des fluctuations d'intensité correspondant aux vibrations diverses de la parole humaine, les variations qui en résulteront dans le courant du circuit agiront alors sur la plaque du téléphone, de façon à reproduire la parole. Tout dernièrement, le Dr Fournier d'Albe est arrivé à construire des cellules ou tablettes de sélénium qui obéissent parfaitement aux moindres insulations de la lumière; elles ont donc été employées par le professeur Rankine dans son dispositif.

Afin de transmettre la parole par la lumière, il a d'abord imaginé un moyen extrêmement simple de faire varier instantanément, par la voix humaine, l'intensité du faisceau lumineux.

Voici le mécanisme du dispositif établi par cet inventeur (fig. 1).

Lorsque l'on parle dans le cornet du gramophone (type phonographe ordinaire), le diaphragme de la boîte résonnante entre en vibrations par

le fait des ondes sonores; ces vibrations sont alors transmises par un levier à un petit miroir mobile *M*; mais les mouvements relativement rapides du diaphragme ne communiquent au miroir vibrant que des oscillations de faible amplitude.

Si l'on envoie maintenant la lumière d'un arc électrique, celle d'une forte lampe à incandescence ou du soleil, sur la lentille *L*₁, celle-ci la concentre sur le petit miroir mobile *M* (situé au foyer de la lentille *L*₁); ce dernier la réfléchit alors dans une direction différente conjuguée pour l'envoyer frapper contre la lentille *L*₂, dont le foyer coïncide aussi avec le petit miroir, de façon que, de cette seconde lentille, s'échappe un faisceau de rayons lumineux tous parallèles entre eux. C'est ce faisceau, réfléchi, influencé ainsi par la parole, que l'on projette dans l'espace.

Ce qui constitue l'originalité du procédé est l'adjonction de deux grilles spéciales sur le trajet du faisceau lumineux qui se trouve ainsi divisé parallèlement. Ainsi, avant d'atteindre le miroir, la lumière sortant de la lentille traverse la grille *G*₁, consistant essentiellement en intervalles d'égale largeur *alternativement opaques et transparents*.

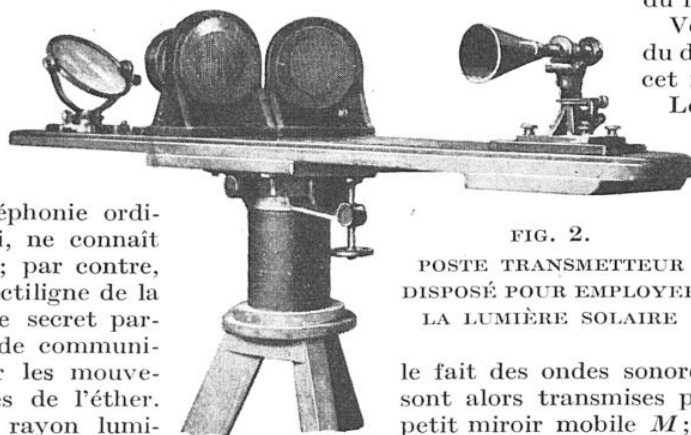


FIG. 2.
POSTE TRANSMETTEUR
DISPOSÉ POUR EMPLOYER
LA LUMIÈRE SOLAIRE

La lumière se divise, par suite, en segments étroits, séparés par des intervalles sombres (hachurés). Le faisceau divisé diverge après réflexion sur le miroir et tombe sur la grille G_2 , qui est rigoureusement identique à la grille G_1 . Il est évident que la position angulaire du petit miroir vibrant détermine à quel degré d'intensité la lumière pénètre à travers la grille filtrante G_2 .

Or, la position angulaire du petit miroir M est soumise au contrôle de la parole dans le cornet gramophonique. En conséquence, la quantité de lumière qui traverse la grille G_2 et qui est projetée à distance par la lentille L_2 , subit des variations extrêmement rapides d'intensité qui sont la traduction exacte des vibrations de la parole émise.

La figure 2 est la reproduction photographique d'un poste transmetteur monté pour l'emploi du soleil comme source de lumière tombant sur un miroir réflecteur.

La figure 3 montre le montage du miroir oscillant, qui est l'âme du poste transmetteur.

C'est le faisceau lumineux ainsi divisé et influencé par la parole qui, après avoir franchi la distance entre les deux stations émettrice et réceptrice, tombe, à cette dernière, sur une cellule ou tablette de sélénium, comme il est indiqué sur la figure schématique 1.

Au poste récepteur, on a rendu ce faisceau convergent à l'aide de la lentille n° 3 (employée sans grille), qui la concentre directement sur la surface sensible du sélénium (*Sé*) placé en son foyer. Il en résulte alors des fluctuations de courant qui reproduisent parfaitement la voix dans l'appareil téléphonique installé au poste récepteur.

La reproduction à distance des vibrations de la parole originale, par ce procédé, est bien supérieure à celle d'un téléphone ordinaire, comme nous l'avons déjà fait remarquer.

La voix de la personne qui parle se reconnaît de suite et sans difficulté. En général,

la netteté des sons perçus au récepteur dépend de l'éclat de la source lumineuse employée. La lumière solaire donne évidemment des résultats bien supérieurs à ceux de n'importe quelle source artificielle.

Pour l'employer, on se sert alors d'un

miroir plan renvoyant les rayons du soleil, au lieu de la source lumineuse indiquée figure 1, page 321.

Le grand miroir, placé à gauche, recueille les rayons solaires et les renvoie, après passage à travers la lentille L_1 et la grille G_1 , sur le petit miroir oscillant relié au diaphragme vibrant.

La figure 2 indique aussi le montage complet du transmetteur qui est disposé comme sur un affût de canon, avec des organes de visée, de façon que l'on puisse diriger le faisceau solaire à vo-

lonté, ce qui est très important. Il est évident que, pour téléphoner simultanément dans deux directions différentes, il faut deux transmetteurs et deux récepteurs. Ces dispositifs ont été fréquemment employés et à des distances de deux milles (trois kilomètres environ). Il est certain que cette portée peut être facilement accrue jusqu'à 15 kilomètres et elle dépend principalement de l'intensité de la source employée.

Nous espérons avoir exposé clairement le

principe, sans être entré dans tous les détails, qui caractérise l'ingénieuse invention du professeur Rankine, invention qui nous semble appelée à

rendre de sérieux services, principalement à la marine, pour radiotéléphoner secrètement, en temps de guerre. Il n'en reste pas moins évident que, même en temps de paix, on a également intérêt à ce que certaines communications ne soient surprises par personne. Le sélénium, par ses précieuses qualités, est appelé à révolutionner la physique, comme il a été dit dans un précédent numéro de ce magazine.

ANDRY-BOURGEOIS.

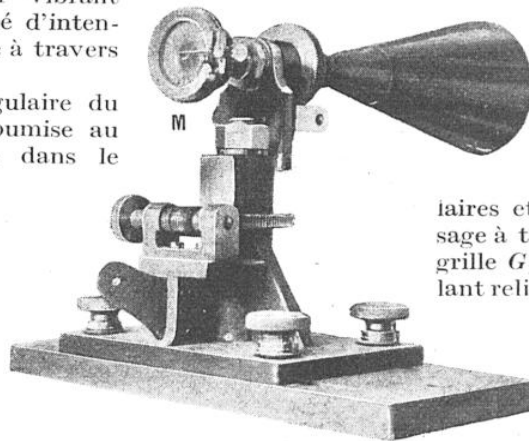


FIG. 3. — MONTAGE DU MIROIR OSCILLANT M DU POSTE TRANSMETTEUR



FIG. 4. — CELLULE DE SÉLÉNIUM EXTRA-SENSIBLE AVEC ENROULEMENT ORDINAIRE (L. ANCEL)
F, fils d'amenée et de sortie du courant.

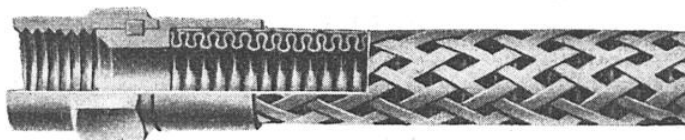
UN TUBE MÉTALLIQUE SOUPLE ET ÉTANCHE

Il n'est pas de tube souple, dans la confection duquel entre du caoutchouc ou toute autre matière organique, qui puisse résister à l'essence, à l'huile ou à la vapeur. Bien avant l'usure complète, il se produit une désagrégation de la matière ; des particules se dégagent qui engorgent et gênent la canalisation. On a bien imaginé des tubes en métal formés d'anneaux en spirale qu'un double accrochage réunit entre eux, en haut de chaque pli. La flexibilité de ce tube est obtenue par le léger glissement qui peut se produire entre les deux branches qui constituent l'accrochage ; mais, néanmoins, il a fallu, pour supporter les pressions inévitables qui s'exercent sur les parois, intercaler une garniture très mince de caoutchouc ou de coton.

Voici, aujourd'hui, un nouveau dispositif de tube métallique flexible duquel toute garniture est exclue. C'est le pli lui-même, en forme d'U, qui donne l'élasticité voulue. Supposons, en effet, qu'il existe entre deux plis consécutifs un intervalle d'un millimètre ; en pliant le tube, on rapprochera les bras des U, on amènera les plis à se toucher entre eux et la courbe ainsi décrite par le tube diminuera, dans sa petite circonférence, d'autant de fois un millimètre qu'il y aura d'U fermés, c'est-à-dire de plis mis en contact, si bien qu'un tube, même de petite longueur,

pourra s'enrouler facilement. D'autre part, les accrochages étant soudés, l'étanchéité se trouve assurée et la résistance est telle que l'eau contenue dans ces tubes peut geler sans

les faire éclater. Cette résistance est encore accrue à l'aide d'un treillis d'acier, formé de bandes galvanisées



COUPE DANS UN TUBE MÉTALLIQUE FLEXIBLE

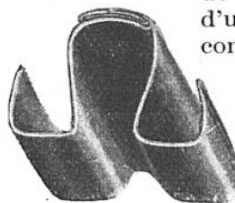
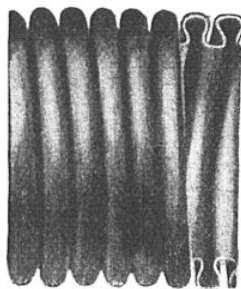
étroites et plates, qui enveloppe complètement le tube plissé (voir la fig. ci-dessus).

Les raccords employés pour le montage de ces tubes sont également d'un modèle spécial. Ils se composent d'une douille *A* renfermant un joint de matière élastique *B* (de section rectangulaire à l'état libre), entouré sur trois côtés d'un revêtement de métal malléable, de faible épaisseur. Ce joint est suivi d'une bague métallique *C*, dont la section présente deux côtés inclinés à des pentes convenables. Un presse-joint *D*, manœuvrable de l'extérieur, se visse dans la douille et porte

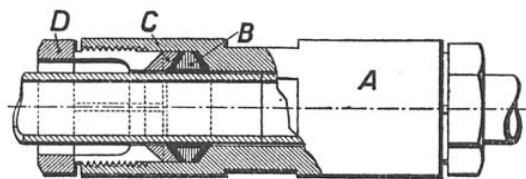
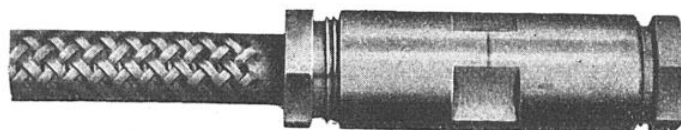
à son extrémité une face biseautée venant s'appuyer sur un des biseaux de la bague. Ce presse-joint est fendu en plusieurs endroits, perpendiculairement au filetage.

En serrant la bague *C*, la matière élastique refoulée fait gonfler son enveloppe métallique intérieure et cette dernière vient s'appliquer sur le tube en l'enserrant étroitement. La réaction

de l'effort fait ouvrir le presse-joint, dont les filets entrent en contact intime avec ceux de la douille, assurant la rigidité de l'ensemble.



COUPE DANS UNE SPIRALE DU TUBE EN FORME D'U



VUE EXTÉRIEURE ET COUPE D'UN RACCORD DE TUBE MÉTALLO-SOUPLE

A, douille ; *B*, matière élastique ; *C*, bague métallique ; *D*, presse-joint.

LA CONQUÊTE DE L'AIR PAR L'HÉLICOPTÈRE

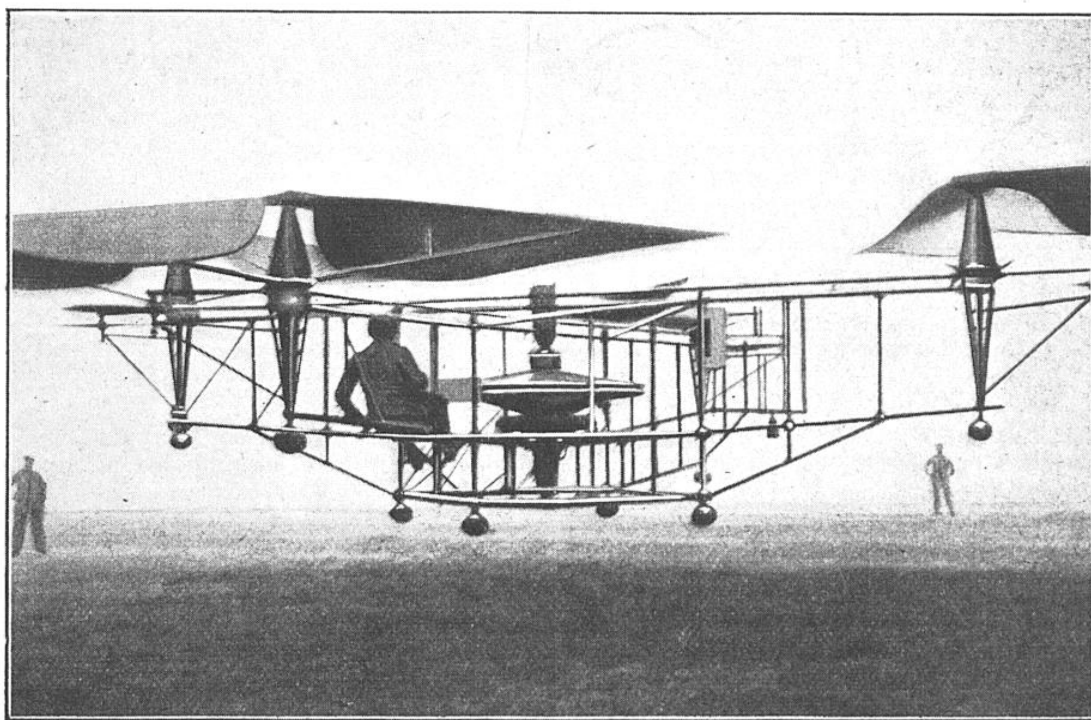
LA STABILITÉ DANS LE VOL VERTICAL

Par Pierre DESBORDES

ON a déjà parlé dans cette revue, et à plusieurs reprises, du problème de l'hélicoptère. Jusqu'ici, il faut bien le dire, peu de résultats vraiment concluants avaient été obtenus par les différents appareils qui furent conçus dans le but de réaliser le vol vertical. Tous les expérimentateurs — ou presque tous — réussirent bien à faire quitter le sol à leur machine, mais sans que celle-ci eût une stabilité suffisante pour lui permettre de tenir l'air un temps appréciable. Dans le problème, très complexe, du vol vertical, il semble qu'il importait de résoudre, en premier lieu, la question de la stabilité, sans laquelle il est absolument impossible d'envisager un vol de quelque durée.

Or, cette question peut être, à présent, considérée comme résolue ; en tout cas, un jeune ingénieur, M. Étienne Œhmichen, vient de lui faire faire un pas très important au cours des expériences qu'il a réalisées et qu'il poursuit à Valentigney (Doubs), avec un hélicoptère d'une conception très personnelle.

Depuis plusieurs années, M. Œhmichen étudie l'hélicoptère ; ses premiers essais eurent lieu en laboratoire et furent, d'ailleurs, l'objet d'un très remarquable ouvrage, où se trouve exposée une théorie originale et séduisante, propre à M. Œhmichen et dite *théorie de la récupération*. Cette théorie établie, l'inventeur s'est efforcé de l'appliquer, en construisant un premier hélicoptère



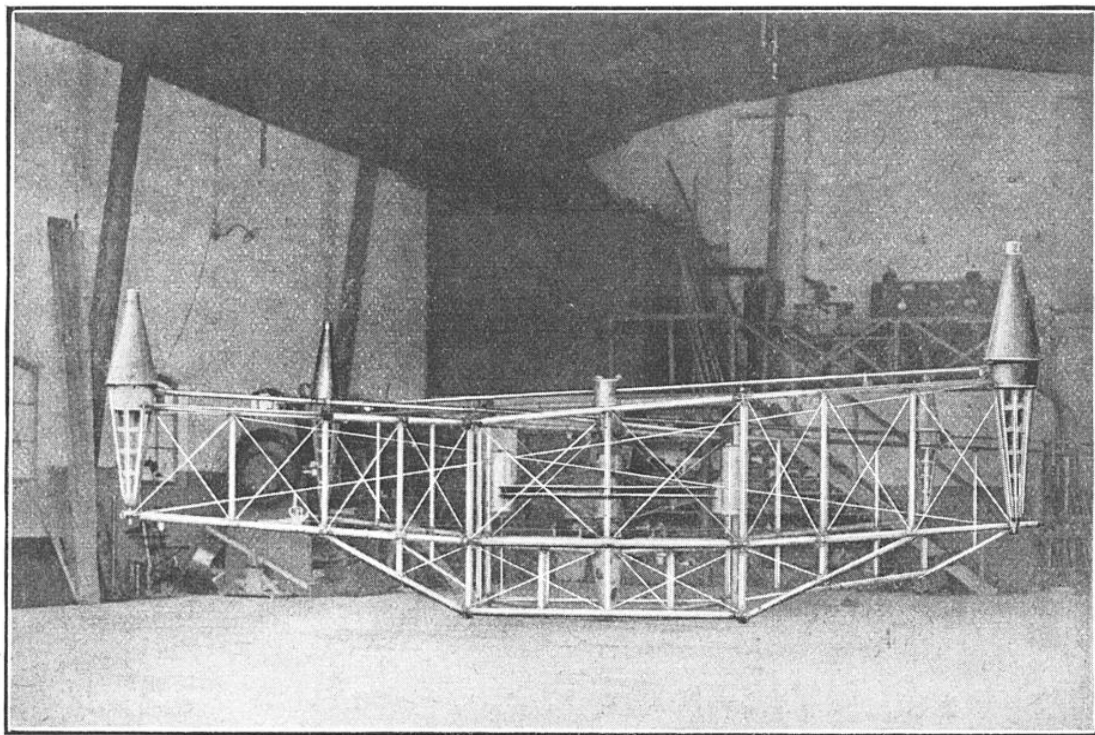
UN DES PREMIERS VOLS DE L'HÉLICOPTÈRE CONÇU PAR M. ŒHMICHEN

Au cours d'une trentaine d'essais successifs, cette machine a réussi à tenir l'air, au point fixe, pendant 2 minutes 37 secondes. Elle a aussi réalisé des vols horizontaux de translation de 80 mètres.

d'étude. Cet hélicoptère décolla à plusieurs reprises, effectuant près de 80 vols malgré son poids de 340 kilos. Comme il n'avait d'autre but que d'orienter les recherches de M. Œhmichen et de répondre, en quelque sorte, à des questions précises, on n'avait pas cherché à en faire un engin très perfectionné. On lui demandait seulement de décoller pour démontrer la valeur de certains dispo-

rente-cinq vols qui ont eu lieu pendant la première série des expériences, elle a pu, certain jour, stationner au point fixe, à 2 mètres du sol, avec son pilote à bord, pendant 2 minutes 37 secondes, exactement.

Outre la question de stabilité, M. Œhmichen a cherché à résoudre, avec l'appareil actuel, le problème de la translation. Il y est parvenu également, puisqu'il réalisa des vols de



LE CHASSIS DE L'HÉLICOPTÈRE ŒHMICHEN, EN COURS DE MONTAGE

L'appareil comprend un châssis, en tubes de duralumin, qui affecte la forme d'une grande croix à branches inégales. L'axe de la branche la plus longue constitue la carène et définit le sens dans lequel s'effectue la translation. Aux quatre sommets de la branche sont placées les hélices sustentatrices.

sitifs spéciaux et celle des hélices sustentatrices d'une forme très particulière.

Ainsi, la stabilité de la machine était assez précaire pour que l'inventeur ait dû recourir à un ballonnet de 144 mètres cubes destiné à assurer l'équilibre de l'ensemble. Grâce à ce ballonnet, M. Œhmichen put stabiliser son hélicoptère et l'étudier très sérieusement avant d'aborder la construction d'un second appareil. Il se rendit compte, par exemple, de la nécessité d'un système stabilisateur pour pouvoir réaliser, avec un hélicoptère, des vols dignes de ce nom. La dernière machine a permis de résoudre efficacement le problème, puisque, au cours des trente ou

80 mètres de longueur, celle-ci étant limitée seulement par l'exiguïté du terrain où se déroulèrent ces intéressants essais.

L'hélicoptère Œhmichen réunit des dispositifs vraiment nouveaux et qui sont d'autant plus remarquables que leur efficacité a été consacrée par l'expérience. Dans son ensemble, l'appareil se compose essentiellement d'un châssis en tubes de duralumin, formant une grande croix à deux branches inégales. L'axe de la branche la plus longue, qui constitue l'axe longitudinal, représente la carène de la machine et définit son sens principal de translation. Aux quatre sommets de la croix sont disposées les hélices

de sustentation. Celles-ci, par conséquent, au nombre de quatre, sont groupées par paires, dont les diamètres respectifs sont de 7 m. 60 pour la paire latérale et 6 m. 40 pour la paire longitudinale. Toutes les quatre tournent à la même vitesse. Ces hélices sont d'une forme extrêmement originale. Elles constituent précisément l'application de ce principe de la *récupération* qui est à la base même des expériences de M. Œhmichen et dont nous devons renoncer à l'exposé, qui nous entraînerait trop loin. Qu'il nous suffise de dire qu'elles ont donné aux essais un rendement très satisfaisant, ce dont on s'était d'ailleurs déjà rendu compte lors des essais effectués avec le premier hélicoptère.

Le montage des hélices sur la machine est fort intéressant ; il a lieu par l'intermédiaire de cônes-moyeux spéciaux, montés sur billes et présentant l'aspect d'une tourelle élançée. Ces cônes-moyeux sont établis de telle sorte que l'ensemble de l'hélice puisse résister au transport de la totalité de la charge sur une

seule des deux pales. La transmission du mouvement aux hélices s'effectue, avec la plus grande aisance, par quatre arbres tubulaires disposés deux à deux sur des étages différents et partant d'une cage centrale où se trouvent placés les couples d'engrenages.

Les hélices sustentatrices, ainsi que les organes de translation et de stabilisation de la machine, sont mus par un moteur rotatif d'une puissance de 120 chevaux et comportant 9 cylindres. Ce moteur, placé dans la cage centrale, a subi une légère modification

pour lui permettre de fonctionner avec l'axe vertical. Il est alimenté par deux réservoirs d'essence d'une contenance de 60 litres. En cas d'inclinaison de l'hélicoptère, ces réservoirs s'isolent automatiquement l'un de l'autre, grâce à un dispositif spécial.

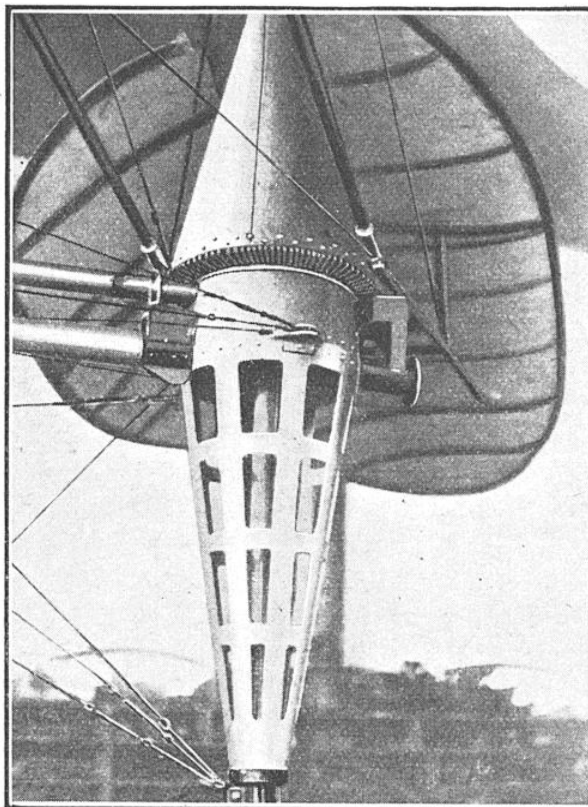
Le pilote est placé à l'arrière de la machine,

ayant devant lui le groupe moteur. Son siège est composé d'un simple baquet de bois ; il est d'autant moins confortable que le pilote doit subir la douche d'air glaciale que provoque la chasse d'air des hélices et qui rend la conduite de l'appareil assez pénible. Mais il s'agit encore, répétons-le, d'un appareil d'expérience, pour lequel la question de confort a été volontairement laissée au dernier plan.

Tout l'ensemble repose sur un train d'atterrissage d'une conception très originale, formé de trois parties distinctes. Ce sont d'abord quatre ballons — comparables à des ballons de football — contenus dans des coupelles de duralumin et placés aux quatre pieds de la cage centrale ; puis trois skis articulés aboutissant à des

sabots montés à cardan et suspendus élastiquement par des sandows. Ces ballons et ces skis sont complétés, enfin, par un autre groupe de deux ballons jumelés, placés à l'avant et disposés sur un sabot fixe. Ce système s'est révélé particulièrement efficace pour amortir les chocs reçus par l'appareil lorsqu'il reprend contact avec le sol.

L'étude de la stabilité a donné lieu à l'adoption d'un dispositif dont M. Œhmichen a obtenu pleine satisfaction. Ce dispositif, placé dans la cage centrale, comprend



LES CONES-MOYEURS SUPPORTANT LES HÉLICES ET LEUR TOURELLE

Les hélices sont montées sur le châssis par l'intermédiaire de cônes-moyeux spéciaux, à billes, présentant l'aspect d'une tourelle, et établis de telle sorte que l'ensemble de l'hélice puisse résister au transport de la totalité de la charge sur une seule des deux pales.

d'abord un gyroscope, calé sur l'arbre du moteur et tournant à une vitesse périphérique maximum de 130 mètres par seconde. Cet appareil suffit pour la stabilisation en air calme et ralentit, dans la mesure la plus utile, les oscillations en atmosphère agitée.

La stabilité secondaire, ou de manœuvre, est demandée à un groupe de quatre hélices à pas variable, ou *évolueurs*, placées aux quatre extrémités du châssis, et dont les commandes viennent toutes aboutir au poste central de pilotage, sur le levier de manœuvre.

Le pilote peut, à son gré, augmenter, dans un sens ou dans l'autre, l'angle d'attaque des pales de ces hélices, de manière à faire apparaître des efforts additifs ou soustractifs superposant leurs effets aux efforts de traction des hélices principales. Ce dispositif permet donc de faire apparaître des couples de redressement d'intensité variable, soit pour redresser l'appareil lorsqu'une cause de déséquilibre persistante viendrait triompher de la résistance du gyroscope, soit, au contraire, pour l'incliner systématiquement en vue d'obtenir des déplacements quelconques de l'appareil.

Cependant, la marche du gyroscope et du moteur, qui tous deux constituent un groupe assimilable à une hélice unique, donne lieu à un couple d'antirotation qu'il fallait combattre. M. Œhmichen y est parvenu en recourant à une hélice à axe horizontal et à grand bras de levier commandée par une transmission prise sur l'arbre de l'hélice de tête, celle de 6 m. 40. Nous avons vu que les *évolueurs* à pas variable permettaient d'incli-

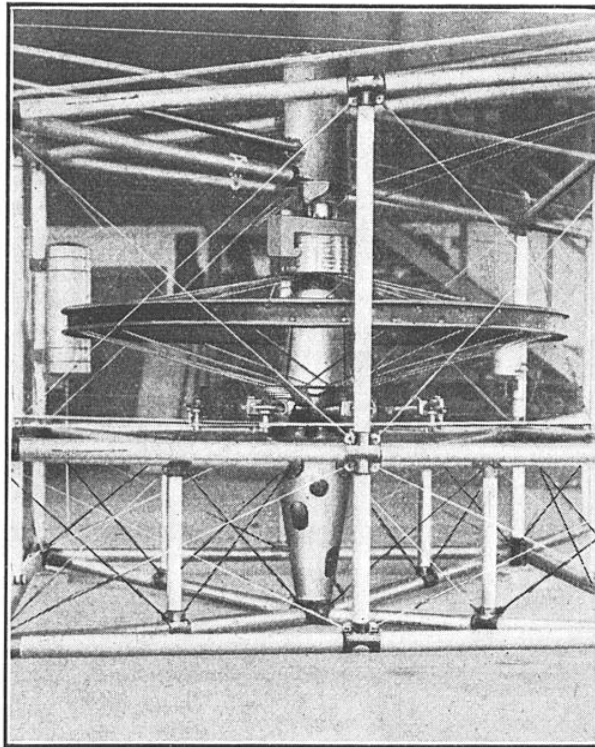
ner volontairement tout l'ensemble pour provoquer le déplacement de l'appareil. Ce déplacement est obtenu, d'autre part, par une hélice tractive placée à l'avant de l'appareil.

C'est sur le réglage des évolueurs et de l'hélice tractive qu'ont porté les tout derniers essais de M. Œhmichen; ils ont révélé la nécessité d'apporter quelques améliorations

à la commande de cette hélice et au dispositif de direction dont nous allons parler, et aussi d'augmenter sensiblement la vitesse de rotation des évolueurs.

Pour la première série de ses expériences, M. Œhmichen eut recours à une hélice tractive à pas fixe. Par la suite, il la remplaça par une hélice à pas variable. Une pédale d'accélérateur permet de changer l'incidence des pales, de manière à faire varier son pas positivement ou négativement. A l'incidence zéro, elle est sans effet; actionnée positivement, elle remorque l'appareil: une manœuvre inverse de la pédale permet de renverser son action: elle agit alors en marche arrière. Ce dispositif a pour

but de faire varier à volonté l'intensité de l'effort de traction ou de freiner la marche de l'appareil, lorsqu'on le juge à propos. Ainsi, la translation de la machine est assurée à la fois par les évolueurs et par cette hélice tractive. L'ingénieur ne s'est pas contenté de ce résultat; ayant trouvé le moyen de propulser l'hélicoptère, il a voulu aussi le diriger. Pour cela, il a eu recours à une paire de panneaux déviateurs, disposés en arrière de l'hélice tractive et commandés d'abord par une pédale qui, par la suite, fut remplacée par une poignée située sur le levier de commande.



LE MOTEUR ET LE GYROSCOPE STABILISATEUR

Le moteur est un rotatif de 120 chevaux qui fonctionne avec l'axe disposé verticalement. Sur l'arbre est calé un gyroscope tournant à une vitesse périphérique de 130 mètres par seconde. Il suffit à stabiliser l'appareil en air calme et ralentit les oscillations de la machine dans une atmosphère agitée.

Ces panneaux déviateurs permettent de diriger l'hélicoptère pendant sa translation ; pour modifier son orientation, lorsqu'il est immobile, au point fixe, on manœuvre deux panneaux horizontaux qui agissent en déviateurs de chasse de l'hélice de tête et permettent d'obtenir des mouvements de dérive soit à droite, soit à gauche. La commande de ces panneaux est la même que celle des panneaux servant à la translation.

Cette commande, dans le dernier dispositif adopté, consistant en une poignée, le pilote n'a pas à déplacer la main pour changer de direction. Il se contente de tourner plus ou moins la poignée qui garnit l'extrémité du levier. Si l'appareil est en cours de translation, les panneaux situés en arrière de l'hélice tractrice agissent pour provoquer la déviation ; s'il est au point fixe, c'est la chasse verticale de l'hélice de tête qui, se trouvant déviée vers la droite ou vers la gauche, assure la rotation de l'appareil sur lui-même.

Si l'appareil actuel de M. Ehmichen ne marque encore qu'un pas vers la solution définitive de l'hélicoptère, on se rend facilement compte, par ce rapide exposé, qu'il représente néanmoins une étude très sérieuse de la question. On peut même dire que c'est la première fois qu'un appareil destiné au vol vertical révèle, de la part de celui qui le créa, une aussi parfaite compréhension du problème

L'appareil a été construit dans un but bien déterminé : accomplir le programme fixé par les services techniques du sous-

secrétariat d'État de l'Aéronautique à tous les constructeurs d'hélicoptère, c'est-à-dire tenir l'air cinq minutes sans reprendre contact avec le sol, puis accomplir un vol en circuit fermé. A l'heure où paraîtront ces lignes, il est bien possible que M. Ehmichen ait réalisé cette double performance que beaucoup d'expérimentateurs ont tentée avant lui, mais qu'aucun n'a pu encore réussir.

Lorsque ce résultat sera acquis, le jeune ingénieur abordera un autre problème que, volontairement, il a laissé de côté jusqu'ici : celui de la descente, moteur arrêté. Il sera traité plus tard, au moyen d'un troi-

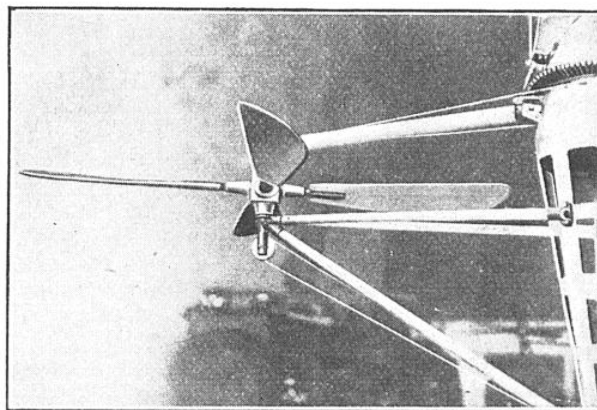
sième modèle d'hélicoptère dont les plans sont dès maintenant établis. Toutefois, une certaine sécurité a déjà été assurée à l'appareil actuel par l'emploi du gyroscope ; celui-ci se substituant au moteur, en cas de panne, lui permet de descendre sans danger d'une hauteur assez appréciable, hauteur déterminée par le calcul et qui est de l'ordre de celle que l'on a besoin d'atteindre pour accomplir les expériences inscrites au programme.

Le problème de l'hélicoptère fait l'objet, en ce moment, de recherches sérieuses dans presque tous les pays qui s'efforcent d'accroître leur puissance aérienne. C'est ainsi



M. E. EHMICHEN DANS SON LABORATOIRE

Le jeune ingénieur, dans son laboratoire de Valentigney, s'est livré à de minutieuses études sur le vol des oiseaux et des insectes, avant d'entreprendre la construction et les essais de l'hélicoptère qu'il pilote lui-même.



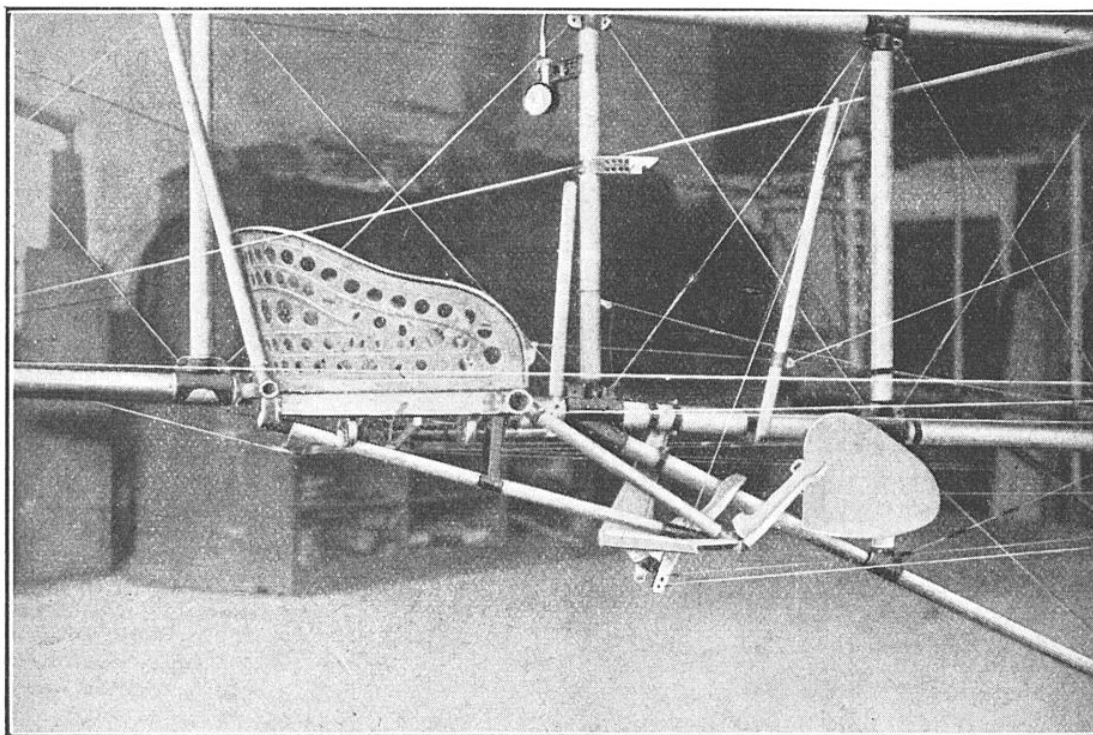
UN DES QUATRE «ÉVOLUEURS» DE L'HÉLICOPTÈRE

L'appareil comporte quatre petites hélices auxiliaires, appelées «évolueurs», dont le rôle est de permettre soit le redressement de l'hélicoptère, si une cause de déséquilibre vient à triompher de la résistance du gyroscope, soit, au contraire, son inclinaison en vue d'obtenir des déplacements de l'appareil.

qu'aux Etats-Unis un ingénieur russe, M. G. de Bothézat, a construit, pour l'aviation militaire américaine, un nouveau système d'hélicoptère, composé, comme celui de M. Gémichen, de quatre grandes hélices. Dans les derniers jours de 1922, l'hélicoptère de Bothézat a réalisé quelques vols malgré son poids de 1.650 kilos. L'un d'eux dura le temps appréciable de 1 m. 42 s.

Les expériences de M. de Bothézat ont

ou trois mètres de hauteur, le matelas d'air emprisonné entre le sol et l'hélicoptère facilite dans une mesure assez appréciable le décollage de l'hélicoptère ? Il est, en effet, infiniment probable que l'air, chassé avec une grande violence par les hélices sur le sol, y trouve comme une surface réfléchissante, et que sa pression est, à cet endroit, supérieure à la pression atmosphérique. Le point d'appui qu'il constitue est donc plus



LE POSTE DU PILOTE, TRÈS SIMPLE, SE RÉDUIT A UN BAQUET EN BOIS AJOURÉ

L'hélicoptère Gémichen ne constitue encore qu'un appareil d'études ; à ce titre, le poste du pilote est réduit à sa plus simple expression : un baquet de bois, ajouré pour être plus léger, devant lequel sont placés les leviers et les pédales qui commandent les différents organes de cette intéressante machine.

ceci de commun avec celles de M. Gémichen, c'est que l'ingénieur russe s'est efforcé, lui aussi, de résoudre en premier lieu la question de la stabilité. Il n'attend cependant cette solution que de la forme très particulière des hélices adoptées et qui assurerait à la machine une stabilité absolument automatique. Il convient d'attendre de nouveaux essais pour pouvoir apprécier la valeur exacte de cette solution.

Les expériences d'hélicoptère ne seront vraiment concluantes que le jour où une de ces machines se sera élevée assez haut pour s'affranchir du voisinage du sol. N'est-il pas permis de penser que, jusqu'à deux

solide qu'à une certaine hauteur. Disons tout de suite qu'au moyen de son premier appareil, M. Gémichen avait gagné une altitude assez grande pour qu'on ne puisse pas attribuer à la proximité du sol le beau résultat obtenu.

Le caractère essentiel et remarquable des expériences de M. Gémichen est qu'elles sont menées avec une méthode parfaite. Nous pouvons dire, sans vaine louange, que s'il est possible, en définitive, d'apporter au problème de l'hélicoptère une solution pratique, M. Étienne Gémichen est, à l'heure actuelle, l'ingénieur le plus qualifié pour nous donner cette solution.

PIERRE DESBORDES.

LA LECTURE PAR PROJECTION DES MANUSCRITS ET DOCUMENTS RARES

Par Charles GOUFFIN

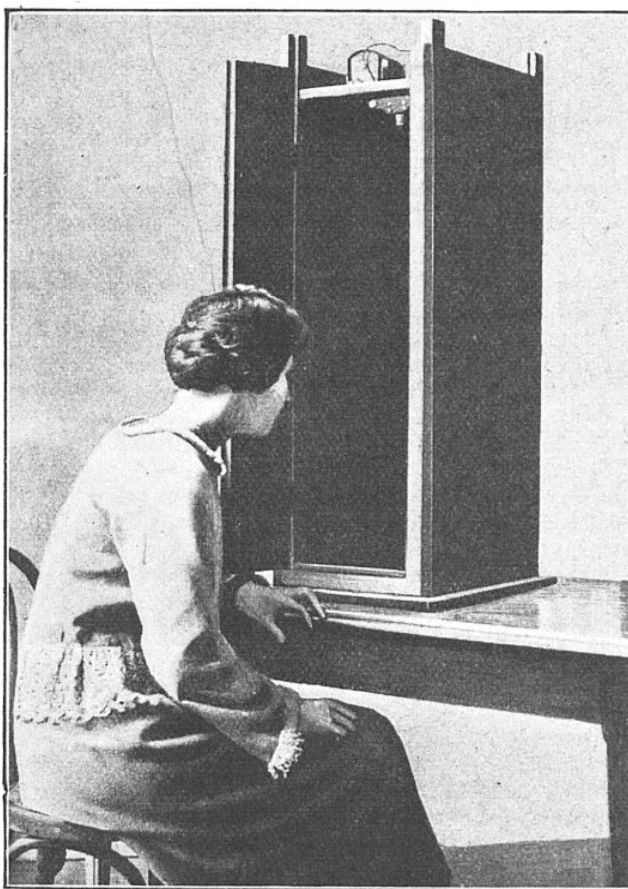
COMBIEN de manuscrits, de livres rares, de documents précieux restent enfouis dans les bibliothèques sans que personne, sauf quelques rares privilégiés, les y puisse consulter. Leur valeur est trop grande et leur fragilité aussi pour qu'on les laisse sortir des vitrines derrière lesquelles ils sont prudemment enfermés. Ce sont là autant de richesses inutiles, de trésors de la pensée improductifs, qu'il serait bon pourtant de jeter dans le courant de la science et de l'étude, afin que chacun ait la possibilité d'y venir puiser des connaissances nouvelles et d'y affiner son intelligence. Trouver un moyen pratique de mettre sous les yeux de tous ces documents précieux, sans leur faire courir aucun risque, était un problème séduisant à poser et intéressant à résoudre. Il y a quelque quinze ans déjà, on l'a mis à l'étude et la solution, qu'il n'a cessé de perfectionner depuis, en est due à M. Goldschmidt, qui nous a décrit toute la genèse de son invention et nous a expliqué comment il a réalisé mécanique-

ment et scientifiquement le moyen de faire lire un livre, admirer une gravure, étudier un dessin sans que le dessin, la gravure ni le livre quittent l'armoire ou le rayon de la

bibliothèque où ils sont conservés.

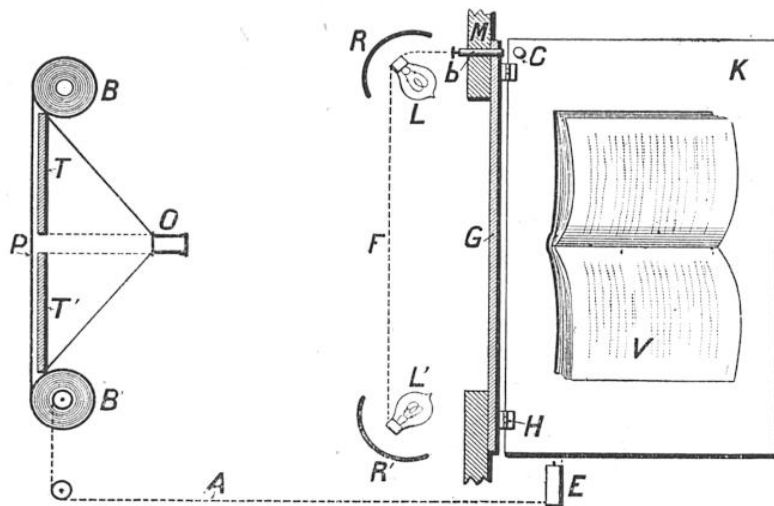
L'inventeur partait de ce principe que, la base du travail scientifique et technique étant la documentation, si, d'une part, les catalogues de bibliothèques et les offices de bibliographie pourvus d'un système copieux de fiches permettent d'orienter utilement les recherches, il est, par contre, difficile et onéreux de se procurer les documents eux-mêmes, le plus souvent très chers. Quant aux revues ou périodiques contenant le renseignement désiré, l'éditeur se refuse à dépareiller les quelques collections qu'il conserve et à vendre séparément tel ou tel numéro de la publication ; aux demandes qui lui parviennent, il répond que l'ouvrage est épuisé.

Si le lecteur se rend alors à la bibliothèque publique la plus proche, c'est un temps précieux qu'il lui faudra perdre, tout en courant le risque de voir en lecture l'ouvrage



L'APPAREIL, SERVANT A PROJETER LES MANUSCRITS

Dans cette chambre noire, à bâti rigide, qui constitue la machine à lire, le dispositif de projection est à la partie supérieure et la projection se fait dans le fond de la boîte, où il est facile de l'examiner.



SCHEMA DE L'APPAREIL A PRENDRE LES VUES

P, pellicule sensible ; B B', bobines portant la bande pelliculaire ; T T', supports de la bande ; O, objectif ; K, planchette ; V, volume à photographier ; H, charnière ; G, glace transparente ; L L', ampoules électriques ; R R', réflecteurs ; M, mur ; C, borne repoussant la tige b quand on relève la planchette et établissant le contact ; F, fil électrique ; E, rouleau entraîné par la planchette quand on abaisse celle-ci ; fil A, s'enroulant sur E et commandant le déroulement de la pellicule.

qu'il désire et de ne pouvoir ainsi le consulter.

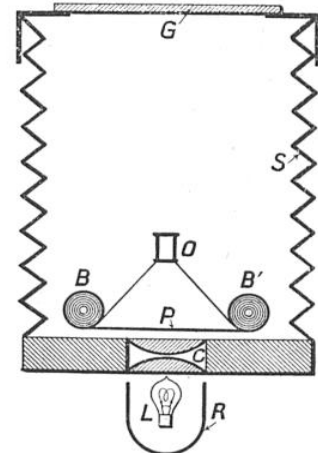
Le procédé qui permettrait de multiplier économiquement en un nombre illimité d'exemplaires ces éléments de documentation était donc appelé à rendre à la science un service immense, puisque, dans l'esprit de son inventeur, il faciliterait, en se généralisant, une sorte de Conservatoire international de la pensée. C'est à la photographie que l'on demanda ce mode de reproduction ; mais, par les moyens ordinaires qui auraient consisté à contre-typer successivement et séparément toutes les pages d'un volume, le travail eût été long et coûteux. M. Goldschmidt songea à utiliser la propriété de certaines émulsions sensibles, de pouvoir fixer photographiquement sous d'extrêmement petites dimensions les images à reproduire : une page de livre in-quarto, par exemple, peut être réduite aux dimensions d'une image de film cinématographique, soit 18 sur 24 millimètres. Pour prendre ces vues de façon rapide et pratique, il imagina un appareil, à manœuvre facile, dont nous donnons ci-dessus un détail schématique.

Supposons un grand appareil de photographie. La plaque de verre dépoli sur laquelle se projette ordinairement l'image est ici remplacée par une glace transparente, très claire et d'une surface rigoureusement plane. Contre cette glace, une planchette,

différentes opérations se font automatiquement. En effet, en remontant la planchette

et en appuyant les pages du volume contre la glace, une borne solidaire de la planchette a pressé un bouton de contact et, aussitôt, les lampes se sont allumées et la pellicule sensible a été impressionnée. La puissance de la lumière et la sensibilité de l'émulsion sont telles que le temps de pose est infiniment court et que la photographie est, pour ainsi dire, instantanée. L'opérateur rabat la planchette, le courant électrique est aussitôt interrompu et les lampes s'éteignent. D'autre part, en venant reprendre sa position hori-

fixée par deux charnières horizontales, peut venir s'appliquer ; sur cette planchette est disposé le volume ou le document à reproduire. De l'autre côté de la glace, deux lampes électriques, placées convenablement devant de puissants réflecteurs argentés, projettent leur lumière sur la glace et éclairent le document maintenu par elle, la planchette ayant été relevée. Enfin, à la distance voulue et exigée par la mise au point, se trouve l'objectif, et, à sa suite, la pellicule sensible. Cette pellicule, semblable à celle d'un film cinématographique, se déroule d'une bobine-support sur une deuxième bobine au fur et à mesure que les prises de vue se succèdent. Les



DÉTAILS DE LA MACHINE A LIRE DÉMONTABLE

G, verre dépoli ; P, pellicule portée par les bobines B B' ; L, ampoule électrique ; R, réflecteur ; C, condensateur ; O, objectif ; S, soufflet en cuir constituant la chambre noire.

zontale, la planchette actionne un mouvement de crémaillère commandant le tambour sur lequel s'enroule la pellicule et celle-ci s'est avancée devant l'objectif d'une longueur équivalente à une vue. L'opérateur fait passer un feuillet à la main et relève la planchette pour prendre une nouvelle vue. Toutes les pages du livre vont se trouver ainsi photographiées, juxtaposées, sur la pellicule comme sur une bande cinématographique. En quelques instants, plus de cinquante pages peuvent être reproduites et occupent à peine un mètre de bande. En une heure, un seul appareil enregistre ainsi 3.000 à 4.000 pages

pour un prix relativement modique.

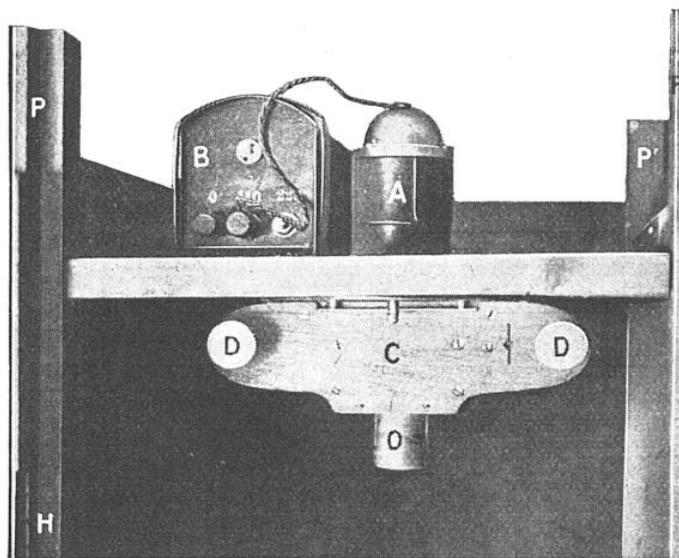
On conçoit que, de cette façon, sous un volume excessivement réduit, on peut réunir un nombre considérable de documents sous forme de clichés négatifs. En enroulant séparément chaque bande représentant un livre, on peut disposer, dans un tiroir d'un mètre carré, 10.000 volumes microphotographiés de 350 pages; et chacun de ces négatifs permet de reconstituer l'original dans tous ses détails. De ce négatif, on tirera par contact autant de positifs que l'on voudra, des machines spéciales permettant d'obtenir jusqu'à 500 mètres, à l'heure, soit 2.500 pages.



COMMENT ON PEUT
LIRE DEBOUT

L'appareil posé sur ses pieds, la projection se fait de bas en haut et se lit extérieurement sur la vitre dépolie.

Pour consulter le film qui, au besoin, pourrait être lu directement à la loupe, on a imaginé un appareil spécial, dit « machine à lire », complément naturel de la machine à prendre les vues.



QUELQUES DÉTAILS DU DISPOSITIF DE PROJECTION

A, boîte contenant la lampe électrique et le condensateur ; B, résistance ; C, support de la bande pelliculaire ; D, manettes servant à dérouler la bande ; O, objectif ; H, charnière de la porte à ouvrir pour lire à l'intérieur de la boîte ; P P', pieds de l'appareil sur lesquels repose celui-ci quand on le retourne pour obtenir une projection de bas en haut.

Cette machine à lire est un appareil à projections, permettant de voir très agrandie l'image que l'on veut consulter. Construite aussi comme un appareil photographique, c'est-à-dire avec des côtés en cuir pliés en soufflet, de façon à pouvoir se replier, la machine porte d'un côté, sur l'un des panneaux constituant les fonds de la boîte, la lampe de projections munie de son condensateur et la pellicule montée sur ses deux tambours. Sur le panneau opposé de la boîte est ménagé un espace vide dans lequel s'encastre une glace dépolie. C'est sur cette glace que vient se projeter l'image agrandie. À l'aide d'une manette, on déroule la bande pelliculaire et l'on amène ainsi successivement sous les yeux du lecteur les pages du volume consulté. Cette machine à lire, d'encombrement et de poids réduits, peut être employée de différentes façons. Placée sur le sol, l'image apparaît sur la glace comme si celle-ci était fixée dans le panneau de la table-bureau sur lequel on écrit. Placée horizontalement sur une table, on peut étudier l'image comme un tableau suspendu devant soi. Si, au contraire, on retire la glace dépolie, la projection se fait plus loin, soit sur un écran blanc, soit au plafond, et, dans ce cas, elle peut être vue par un grand nombre de personnes à la fois. On peut encore disposer la machine verti-

calement et renversée afin d'avoir la projection venant d'en haut, sur une table. Le même appareil peut servir aussi à la reproduction. Si l'on désire conserver un document agrandi, il suffit de remplacer l'écran par une feuille de papier sensible, et l'on obtient alors, après développement, une reproduction de la grandeur désirée.

L'application de ce nouveau mode de lecture peut prendre une importance considérable. On sait, en effet, que la création

la matière demandée : film, papier sensible, papier de luxe ou papier ordinaire, que l'on enverrait aux intéressés. On pourrait ainsi compléter aisément la documentation bibliographique par les textes eux-mêmes.

Pour la bibliographie même, la méthode semble convenir tout particulièrement. Sur chaque mètre de film, l'on peut facilement reproduire 1.000 à 2.000 fiches et obtenir ainsi des bandes qui représenteraient des « tiroirs continus » et illimités. La bande



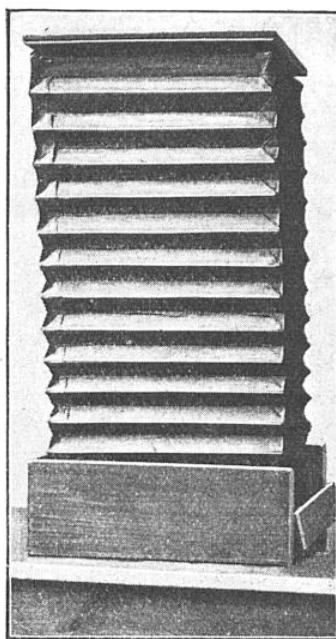
EN PLACANT LA MACHINE A LIRE HORIZONTALEMENT ET EN RETIRANT LA VITRE DÉPOLÉE, L'IMAGE SE PROJETTE AU LOIN SUR LE MUR OU SUR UN ÉCRAN

d'un bureau central et international des brevets d'invention a été votée par la Société des Nations. Cette institution, dont le siège a été fixé à Bruxelles, donne plus d'urgence encore aux moyens de rendre possible et efficace une documentation internationale et complète. Grâce au procédé que nous venons de décrire, on conserverait au bureau central une bande positive de chaque volume, de chaque brevet ou de chaque série de documents, chaque bande pouvant donner un nombre illimité de copies. Les bandes positives seraient mises en lecture à l'office même, dans les machines à lire, ou envoyées en prêt. La bande négative servirait à faire les reproductions au format au nombre et sur

serait tenue à jour continuellement en intercalant de nouveaux morceaux de bande ; les positifs seraient ainsi continuellement à jour également. Pour la question spéciale des brevets, il serait possible de les conserver à très bas prix et de les reproduire également dans d'excellentes conditions. Une organisation spéciale amènerait les différents offices du monde à envoyer leurs brevets à titre de prêt à la Centrale qui en assurerait la conservation et la diffusion à volonté. L'on peut prévoir aussi que, par extension, une Centrale des brevets deviendrait fatalement la Centrale des périodiques. Tous les périodiques, régulièrement photographiés, pourraient être mis à la portée de tous sans léser

les éditeurs. Ceux-ci recevraient une indemnité pour chaque exemplaire vendu et seraient débarrassés du souci de procurer des numéros séparés, dépareillant leurs collections. Ce système, enfin, permettrait la réédition à bon marché de livres épuisés ou rares avec leurs illustrations, planches et gravures. Il rendrait possible la création de bibliothèques internationales préconisées par la section de la coopération intellectuelle de la Société des Nations, et l'impression à très peu de frais, à n'importe quel format, des thèses universitaires, charge très lourde et insupportable pour les étudiants. Ces manuscrits ou une copie qu'on en obtiendrait à la machine seraient microphotographiés directement.

La machine à lire constituerait un appareil de projections bon marché, simple et serait un auxiliaire très utile dans toute institution



TYPE DE MACHINE A LIRE DÉMONTABLE

Elle se replie dans son socle comme un appareil photographique, et son volume se trouve alors très réduit.

d'enseignement, permettant non seulement la projection des clichés, mais la projection du texte à étudier par les élèves. Il n'est pas jusqu'à la lecture de la musique que ce système faciliterait en rendant possible la création de pupitres lumineux.

Devrons-nous à cette ingénieuse invention une révolution dans l'organisation des bibliothèques publiques. Au lieu de rayons sur lesquels s'alignent volumes et dossiers, l'avenir nous réserve-t-il des armoires bondées de pellicules ?

Mais que diront alors les bibliophiles qui recherchent surtout les éditions sur papiers précieux tirées à petit nombre d'exemplaires et qui, souvent, goûtent plus la reliure que la valeur littéraire de l'ouvrage qu'elle contient ? La machine à lire, qui respectera collections et musées, aidera au contraire à faire connaître leurs trésors.

CHARLES GOUFFIN.

POUR MANIPULER COMMODÉMENT LES CAISSES D'EMBALLAGE

Le dessin que nous donnons ci-dessous montre un dispositif qui permet le soulèvement ou la descente des caisses d'emballage. Il consiste en un certain nombre de crampons ou d'agrafes montés sur une corde et s'accrochant automatiquement dès qu'une tension est exercée sur la corde.

Chaque agrafe est composée d'une partie fixe et d'un grappin mobile; ces deux parties sont reliées entre elles de manière à pouvoir faire, l'une avec l'autre, des angles différents, ce qui permet ainsi à l'agrafe de s'adapter à n'importe quelle forme de caisse d'emballage.

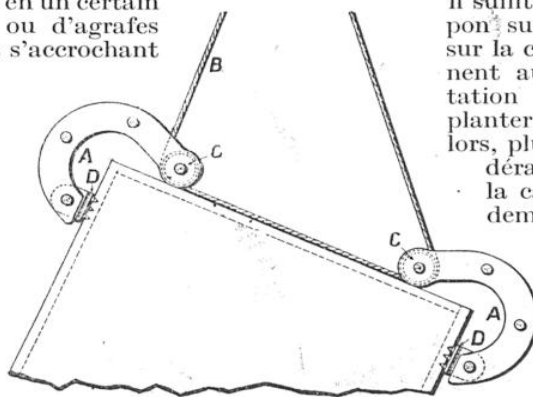
Le dispositif complet comprend une paire de crampons *A* fixés à une corde *B*. Chaque crampon ou agrafe possède une rainure *C* (sorte de rouet) placée sur un de ses bouts et une pièce d'enserrement mobile

ou grappin muni de rangées de dents *D*, montée sur un pivot à l'autre extrémité.

Lorsqu'on désire manipuler une caisse, il suffit de placer chaque crampon sur une arête et de tirer sur la corde. Les dents *D* prennent automatiquement l'orientation convenable pour s'implanter dans les planches et, dès lors, plus la traction est considérable sur le câble, plus la caisse est maintenue solidement. Il suffit, au contraire, de cesser tout effort pour qu'il soit facile d'enlever les agrafes en les faisant basculer vers l'extérieur et de libérer ainsi la caisse.

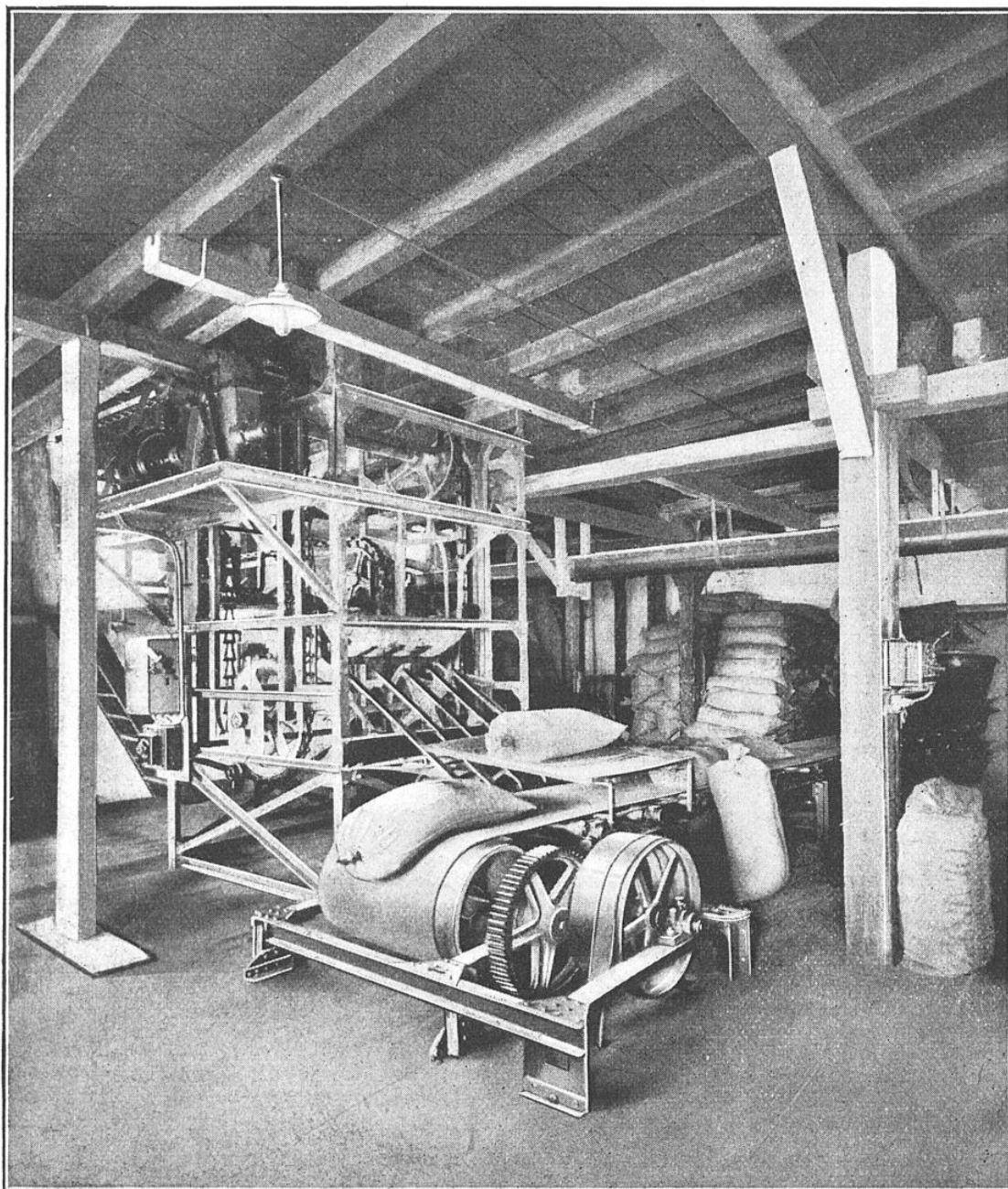
Ce dispositif peut rendre de grands services et permet d'économiser de la main-

d'œuvre dans les gares, les docks, etc. Il peut être appliqué à d'autres objets que les caisses d'emballages, à des colis qui n'auraient point à souffrir de la morsure des grappins



LE DISPOSITIF POUR MANIPULER LES CAISSES D'EMBALLAGE

MACHINE ÉLECTRIQUE ACTIONNANT LE TRANSPORTEUR
QUI SERT A CONDUIRE LES SACS D'ORGE A LA MALTERIE



Les sacs d'orge, entassés dans la salle de réception, sont posés un à un sur le tapis roulant en fibres d'aloès, qui, à la vitesse de 12 mètres par minute, les transporte à la malterie, où, dans une atmosphère humide et tiède, les grains seront étendus en couches pour que la germination les transforme en malt. Les transmissions du moteur électrique aux organes de la machine se font par vis sans fin, et ce système assure à l'ensemble de l'installation une robustesse remarquable.

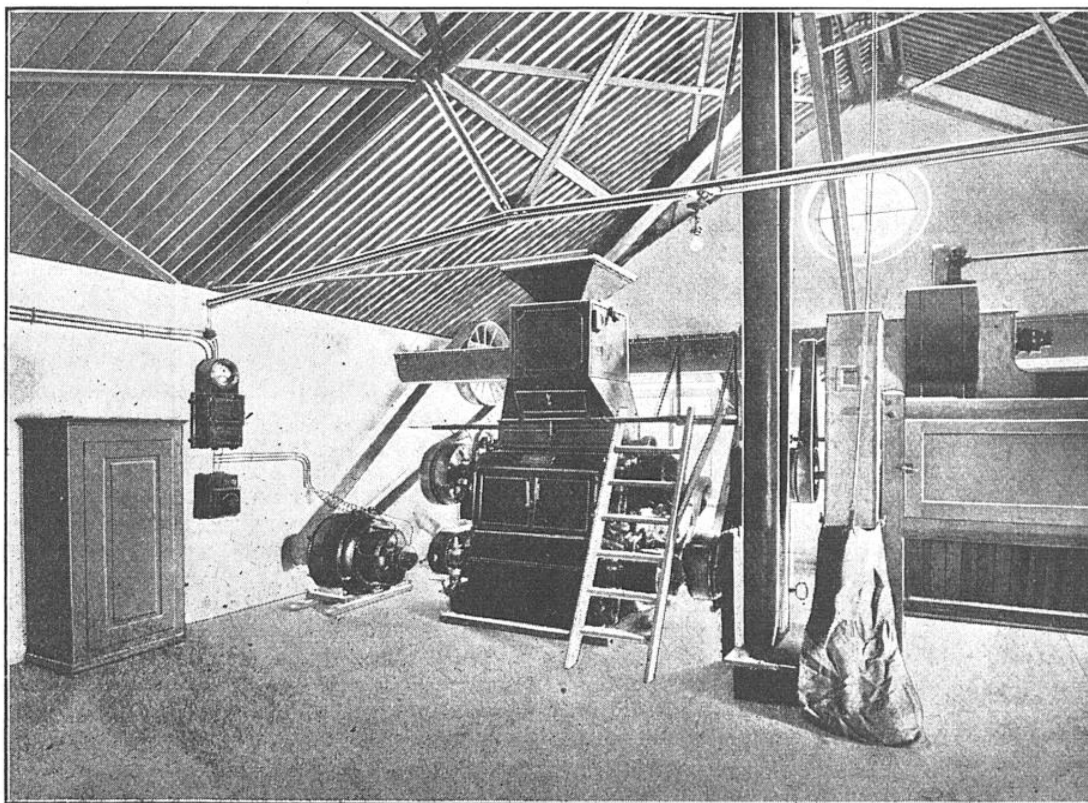
L'ÉLECTRICITÉ DANS LA BRASSERIE

Par Joseph GIRARDEL

La brasserie est une industrie qui, dispersée de temps immémorial entre un grand nombre de petites fabriques, s'est concentrée, au moins partiellement, à l'époque moderne, dans de grandes usines, scientifiquement installées et pourvues d'un matériel extrêmement important. Il en est résulté nécessairement une diminution du nombre des installations. Ainsi, d'après une statistique donnée par M. Petit, directeur de l'Ecole de brasserie de Nancy, ce nombre a passé, dans l'espace de dix ans (1898-1907), en Allemagne, de 20.000 à 16.000 (environ) ; en Angleterre, de 7.360 à 4.800 ; en Autriche-Hongrie, de 1.600 à 1.350 ; en Suisse, de 253 à 177. En Belgique (3.387) et en France (2.776), il a à peine varié, quoique de

grandes brasseries y aient également été créées. La production, nécessitée par une consommation toujours croissante, dépassait notablement, avant la guerre, 200 millions d'hectolitres, dont 70 pour l'Allemagne, autant pour les Etats-Unis d'Amérique, 56 pour l'Angleterre, 22 pour l'Autriche-Hongrie, 17 pour la Belgique, 15 pour la France et un peu plus de 2,5 pour la Suisse.

La méthode générale de fabrication de la bière a été suffisamment décrite dans un article publié antérieurement par *La Science et la Vie* (n° 38, avril 1918). Nous n'y reviendrons pas. Nous ne parlerons que de l'application de l'électricité à cette fabrication, laquelle est toute récente et offre incontestablement un très grand intérêt.

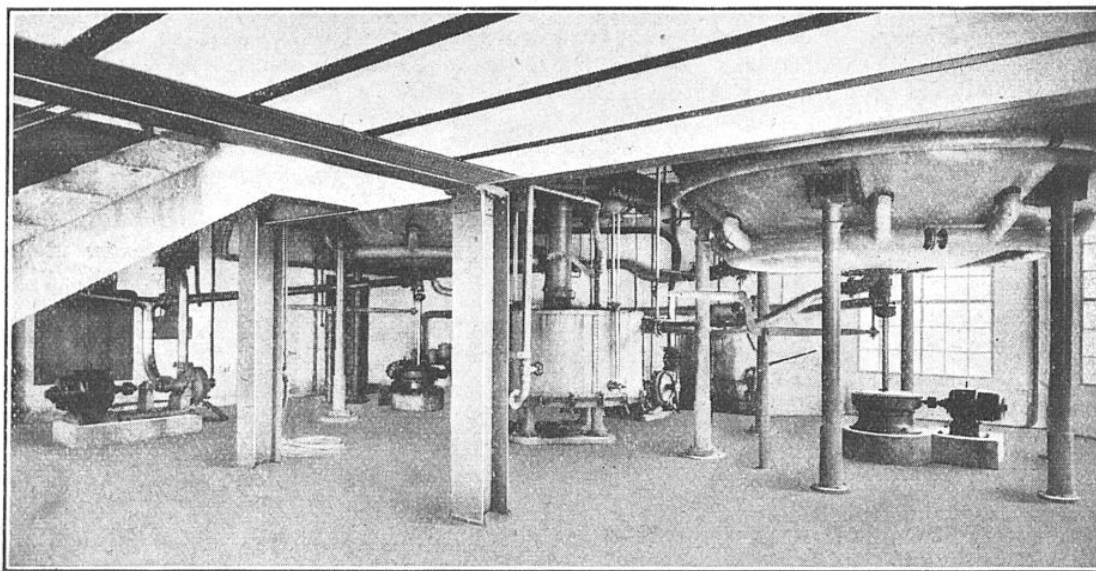


COMMANDE D'UN CONCASSEUR DE GRAINS ET D'UNE MACHINE A POLIR PAR UN MOTEUR A COURANT CONTINU DE 15 CHEVAUX, TOURNANT A 700 TOURS PAR MINUTE

La substitution de la manutention mécanique au travail à la main a eu pour résultat immédiat l'introduction du moteur dans la brasserie. La manœuvre à bras d'homme des machines et appareils employés, souvent de grande dimension, eût été, en effet, trop pénible, trop longue ou trop coûteuse, parfois même impossible. Et c'est naturellement à la vapeur que l'on s'est adressé. Il n'y a pas actuellement de brasserie moyenne ou grande qui n'ait en activité au moins une machine à vapeur. Elle y rend d'indispensables services ; ils ne vont pas

sance de ce moteur correspondant exactement à la machine entraînée, la vitesse de celle-ci, facilement réglable même pendant la marche, la diminution des pertes d'énergie par la suppression des longues transmissions, enfin, la propreté et l'amélioration qui en résulte de la qualité des produits.

La Société Oerlikon a créé un équipement spécialement approprié, et le moteur électrique s'est rapidement répandu dans la brasserie, surtout dans les pays où l'électricité peut être produite à bon marché, comme la Suisse, grâce aux nombreuses



COMMANDE ÉLECTRIQUE DES AGITATEURS DE CUVES A MOUT PAR MOTEURS TRIPHASÉS
AVEC TRANSMISSION PAR VIS SANS FIN A RÉDUCTION DE VITESSE

cependant sans une certaine critique. Ainsi elle est souvent peu économique, car la marche ininterrompue du moteur entraîne de grosses pertes par le frottement inutile de certaines transmissions marchant à vide ; de plus, les installations à vapeur manquent de simplicité dans leur disposition, et elles ont le grand désavantage de ne permettre aucun réglage de la vitesse ou un seul changement du nombre de tours : il est impossible d'obtenir une variation douce et continue de ladite vitesse pouvant s'opérer pendant le fonctionnement des machines.

Pour ces raisons, on eut recours, comme agent moteur, à l'électricité, qui, par sa souplesse, donna immédiatement le meilleur résultat. On obtint alors la simplicité dans la disposition de l'installation, le moteur toujours prêt à fonctionner, la vitesse et la puis-

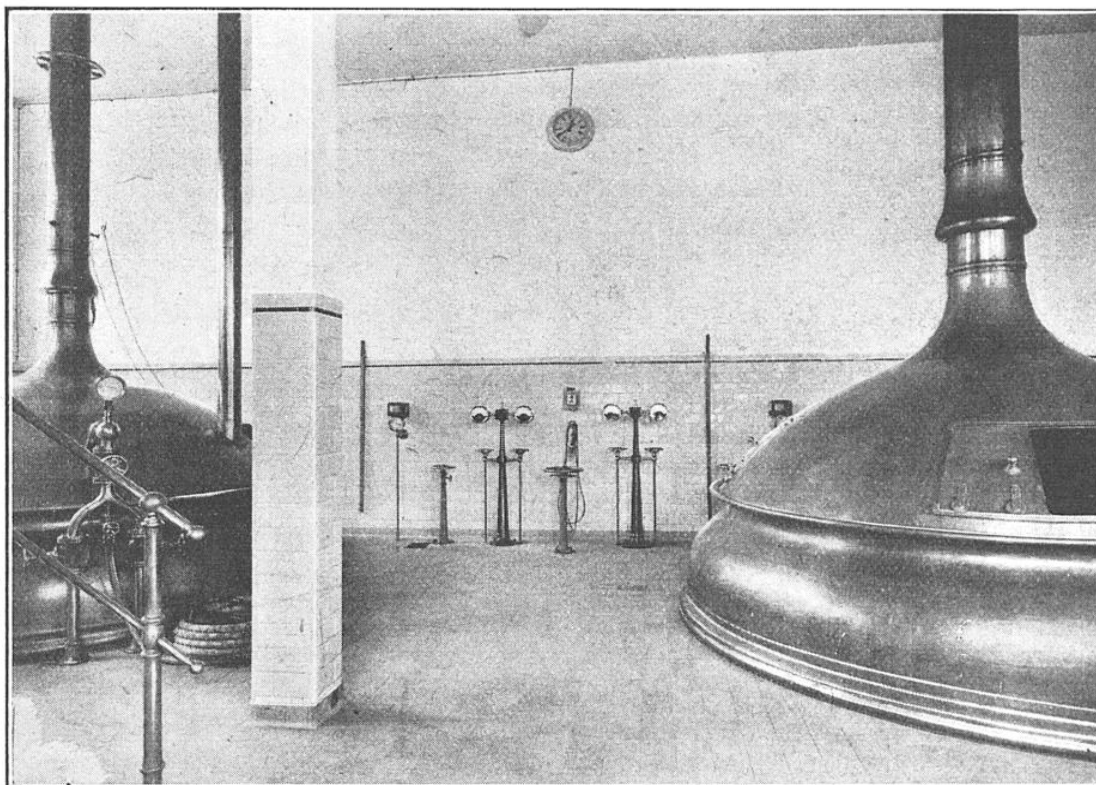
chutes d'eau qui existent dans ce pays.

Il a l'avantage de pouvoir s'appliquer aussi bien aux petites brasseries qu'aux grandes, même à celles dont la production est trop faible pour pouvoir supporter les frais d'une machine à vapeur, et l'installation se réduit alors à un branchement sur le secteur.

Mais, pour être avantageux, son emploi doit être judicieux. Il importe d'abord de savoir s'il faut avoir recours à une commande individuelle ou à une commande par groupe, question devant être résolue séparément pour chaque cas. S'il s'agit d'une installation existante et possédant déjà une transmission, on aura recours à une commande groupant les différentes machines d'un local, et le moteur sera rendu solidaire de l'arbre existant. Par contre, dans les installations nouvelles, il est à recommander de n'employer que des com-

mandes individuelles, le rendement étant meilleur, au dire des praticiens ; en outre, chaque machine peut être arrêtée séparément et sa vitesse sera modifiée à volonté. Un autre avantage de ce genre de commande est la possibilité de placer chaque machine à l'endroit qui permet le transport le plus court des matériaux à employer. Si on a affaire à des machines ne marchant que pendant des temps très restreints, tels que

courant électrique elle-même, il est à recommander de faire une installation de courant continu à trois fils, de 2×110 volts. On aura ainsi pour l'éclairage une tension de 110 volts et pour la force 220 volts. Dans le cas du courant triphasé, on pourra recourir à un réseau de $3 \times 220/125$ ou $3 \times 250/145$ volts. L'emploi du courant continu donne souvent l'avantage d'un réglage économique et facile du nombre des tours (moteur déri-



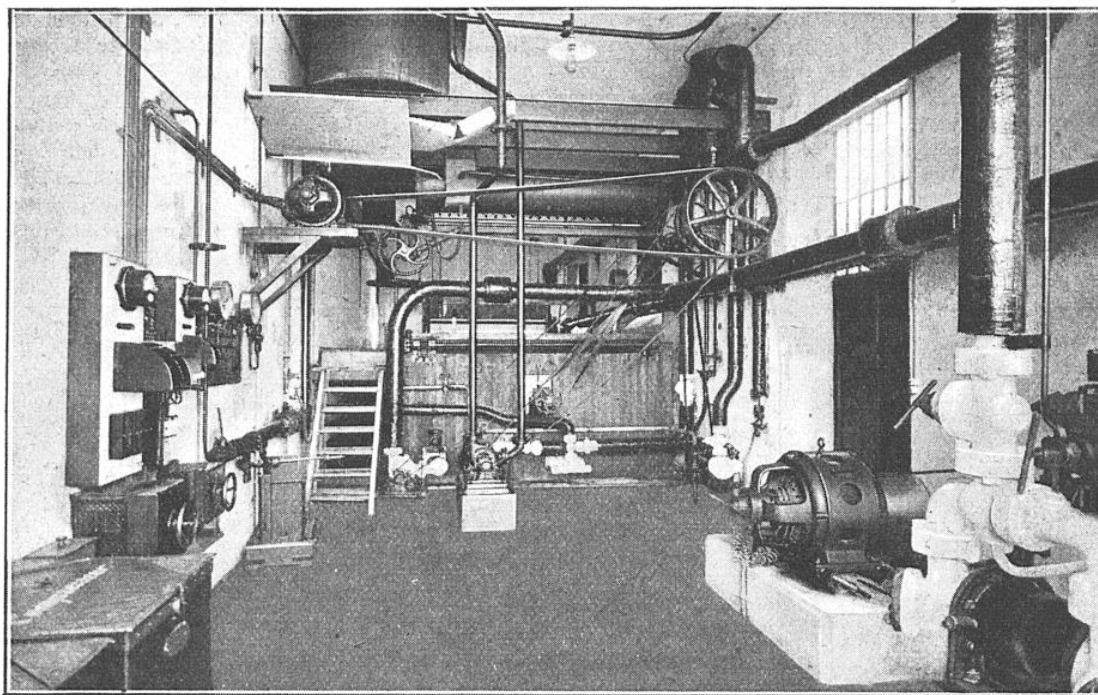
LOCAL DE BRASSAGE ET COLONNES DE DISTRIBUTION POUR LE CONTRÔLE DES MOTEURS
INSTALLÉS À L'ÉTAGE INFÉRIEUR

Les cuves sont munies d'une cheminée pour l'évacuation des gaz engendrés par la fermentation.

concasseurs, machines à nettoyer, pompes de brassages, agitateurs, etc., il faut avoir recours à la commande individuelle sauf pour le cas de machines semblables.

Pour le choix du courant à employer, on s'en tiendra presque toujours aux conditions locales. Il est toutefois préférable de n'employer que des tensions faibles à cause du danger de mise à terre résultant de la grande humidité de l'air dans les locaux de brassage, surtout près des appareils, et la fréquence de gouttières dans les caves de dépôt et de fermentation. Si la brasserie produit son

variation). S'il est possible de relier la brasserie à un réseau de courant triphasé, les frais d'établissement seront diminués de beaucoup, et le rendement de l'exploitation par moteur électrique dépendra essentiellement du prix du courant. La tension la plus couramment employée dans les brasseries est, pour le courant triphasé, de 110 à 250 volts. Cependant, il faudra autant que possible faire usage de la tension normale du réseau, tant que cela n'amène aucun danger. Dans ce dernier cas, la transformation de la tension ou la transformation du courant tri-



COMPRESSEUR A GLACE ACTIONNÉ PAR UN MOTEUR TRIPHASÉ DE 25 CHEVAUX

L'installation comporte un autre petit moteur de 8 chevaux commandant des agitateurs et des pompes pour la fabrication de la glace nécessaire au refroidissement des moûts.

phasé en courant continu est indispensable.

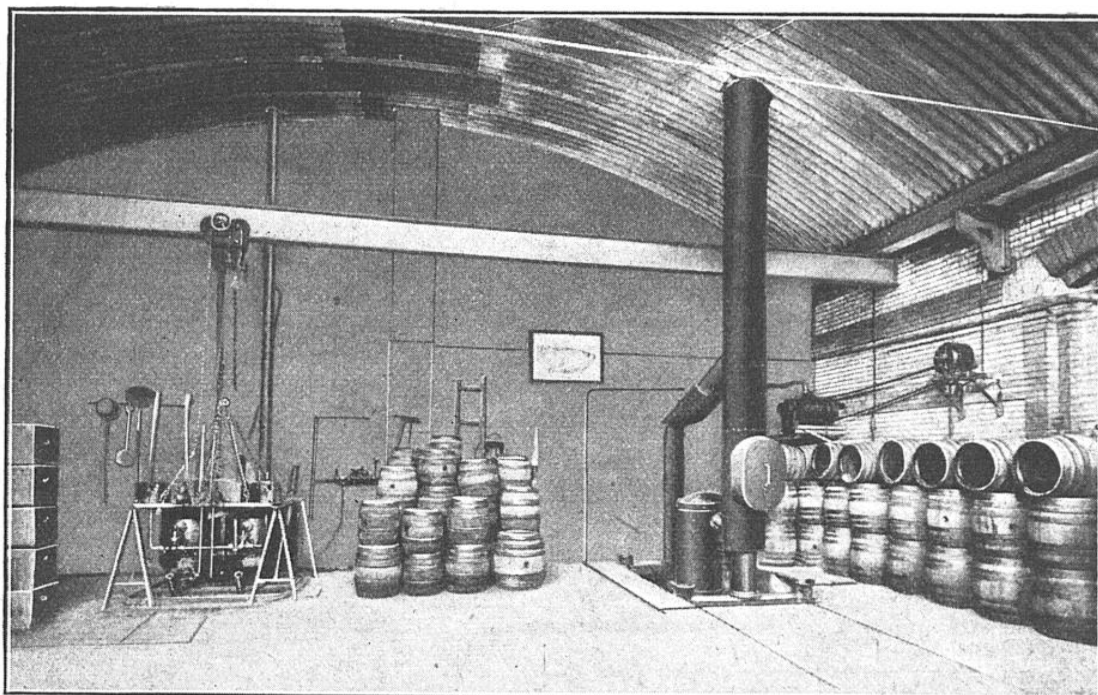
Nous allons rapidement décrire l'installation de la commande électrique, la construction du moteur et ses nombreuses applications à l'industrie de la brasserie.

Tous les petits moteurs Oerlikon à courant continu ont une carcasse de fonte et des pôles lamellés ; des ouvertures sont prévues et permettent une ventilation complète des enroulements des pôles et de l'induit. Les flasques latéraux, supportant les paliers, sont centrés dans la carcasse, de façon à pouvoir être tournés de 90° ou de 120°, dans le cas où le moteur doit être suspendu à une paroi ou un plafond. Il faudra, dans ce cas, que l'arbre reste strictement horizontal. Les paliers, qui ont un graissage à bague, possèdent des coussinets en bronze phosphoreux dans les petites unités, tandis que dans les gros moteurs ils sont en fonte revêtue de métal blanc. Le graissage peut être contrôlé par une petite ouverture fermée habituellement par un couvercle à charnière. Presque toutes les grandeurs de moteurs sont exécutées avec des pôles de commutation. Les enroulements de ceux-ci ainsi que ceux des pôles principaux sont bobinés sur des enveloppes métalliques isolées sans joint et fixées

avec celles-ci sur les noyaux polaires. L'extrémité de l'arbre en acier peut être pourvue à volonté d'une poulie, d'une roue dentée ou d'un dispositif d'accouplement. L'enroulement, interchangeable, est composé, selon le cas, soit de fils, soit de barres de cuivre. Afin de réaliser une ventilation profonde, on a fixé des ailettes aux plaques de serrage de l'induit. Le collecteur est composé de segments de cuivre séparés par du mica. Les supports des porte-balais sont fixés entre la carcasse et le palier de façon à pouvoir être déplacés à la main ou par volant en évitant toute espèce de vibration intempestive.

Si l'on utilise un réseau de courant triphasé, on a recours aux moteurs triphasés à bague ou avec induit en court-circuit.

Les différentes constructions s'adaptent aux conditions spéciales qui se présentent dans l'industrie. Ainsi les moteurs ouverts, qui ont l'avantage d'être plus légers et, par conséquent, meilleur marché, sont employés dans les locaux essentiellement secs, tels que les malteries. La poussière qui se dépose sur les enroulements peut être facilement enlevée en la soufflant par un procédé quelconque. Dans les locaux où le degré d'humidité est faible, on peut encore avoir recours



SALLE DE GOUDRONNAGE ET DE LAVAGE DES TONNEAUX SPÉCIAUX A BIÈRE

Ces opérations indispensables s'effectuent avec une grande rapidité à l'aide d'une soufflerie Roots, commandée par un moteur triphasé de 35 chevaux.

au moteur ouvert ou au moteur ventilé, en ayant soin que l'isolation soit particulièrement bien imprégnée contre l'humidité. S'il s'agit de locaux très humides, où l'on ne peut soustraire le moteur aux influences des gouttières et des jets continus, on emploiera le moteur partiellement fermé. Si, par contre, les locaux sont très poussiéreux en même temps qu'humides, et s'il s'y développe des vapeurs acides, on installera le moteur triphasé, à ventilation forcée, type blindé.

Dans certaines machines, dans les brasseurs de chaudières de moût et de trempe, par exemple, on demande une grande amplitude dans le réglage de la vitesse. Dans ces cas, le moteur à courant continu est le plus avantageux, car le changement du nombre de tours se fait simplement par variation de l'excitation. Dans les installations à courant alternatif triphasé, on est placé actuellement dans des conditions presque aussi avantageuses : la construction du moteur triphasé à collecteur permet de faire varier le nombre de tours de la machine par un simple déplacement des balais. Ce réglage, qui est très précis, permet au moteur de prendre toutes les vitesses dans des limites très espacées. Quoique ce genre de moteur se soit montré

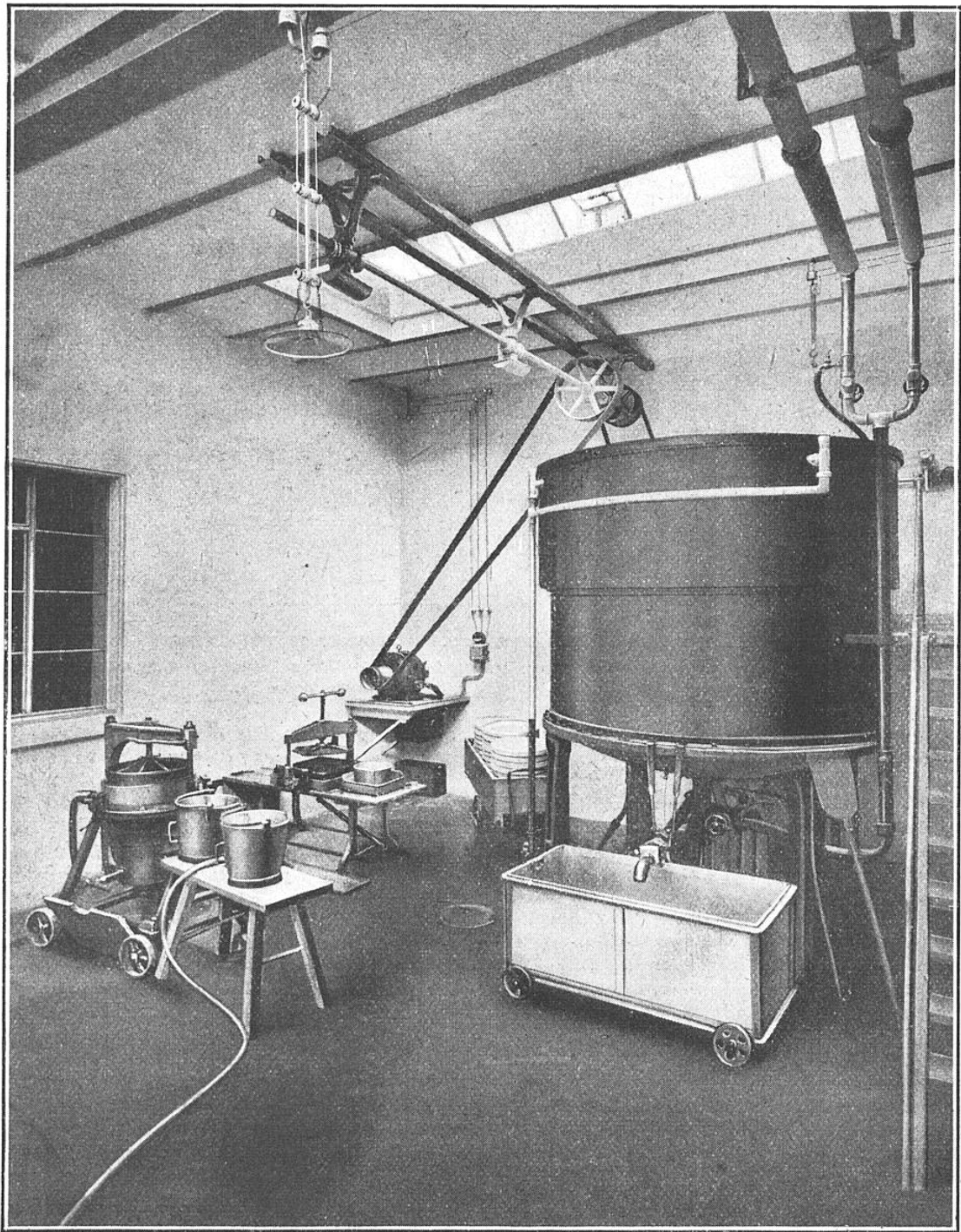
très pratique, on ne le prend souvent pas en considération à cause de son prix élevé.

Si l'exploitation exige une série de 2 à 6 vitesses, par exemple, le moteur triphasé en cascade est à peu près obligatoire.

La mise en marche ainsi que la mise hors circuit du moteur de brasserie se fait à la main par un dispositif de démarrage à refroidissement à huile ou à air, suivant le degré d'humidité du local. Les démarreurs refroidis à l'air sont, en général, fixés à une paroi près du moteur ; cependant, les démarreurs des moteurs entraînant des chaudières à brasser à l'étage inférieur des locaux de brassage sont commandés de la colonne de distribution à l'étage supérieur par un arbre vertical traversant le plancher (fig. page 339).

La distribution du courant se fait dans les brasseries du tableau principal de distribution ; il est amené aux moteurs par des câbles à gaine de plomb, asphaltés, armés de rubans de fer, pour leur donner de la solidité.

Outre les moteurs fixes, on utilise en brasserie un moteur transportable sur roues et un moteur portatif dans le genre de ceux dont nous avons donné la description et la photographie dans notre article sur *L'électricité à la ferme*, paru dans le n° 51 de *La*



SALLE DES FILTRES DANS UNE IMPORTANTE BRASSERIE MODERNE

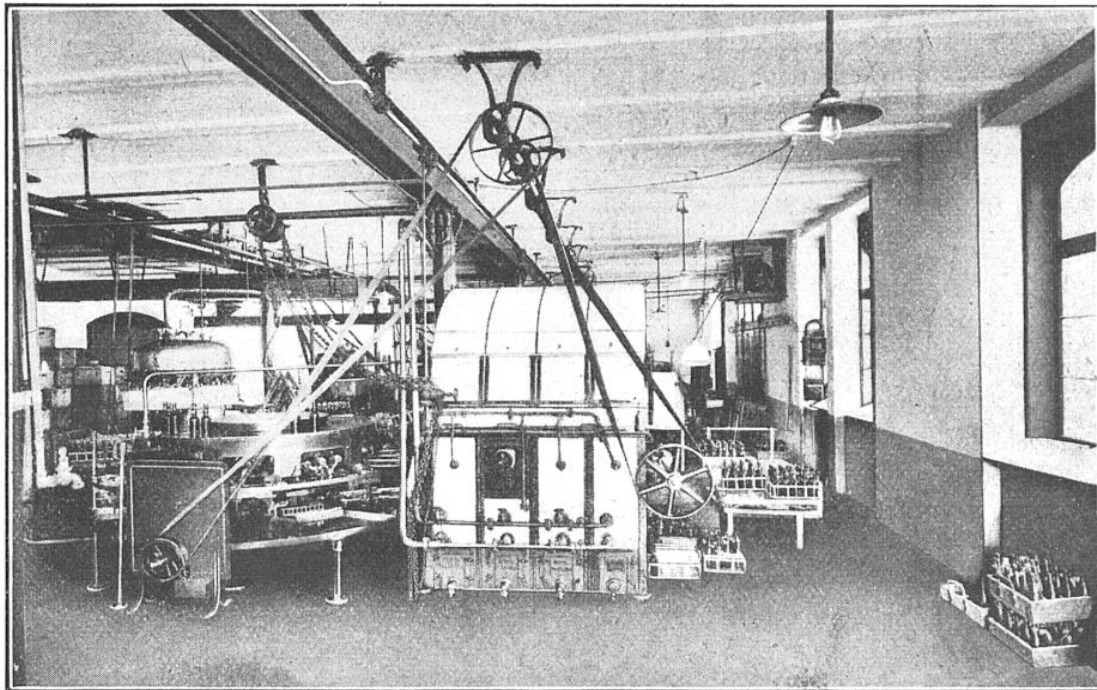
Les filtres de brasseries ont besoin de lavages très fréquents et particulièrement soignés. Cette opération, dans les installations perfectionnées, s'effectue à l'aide d'une machine actionnée par un moteur triphasé à bagues, de 5 chevaux. Non seulement il y a ainsi économie de main-d'œuvre, mais l'opération est plus parfaite et les filtres, y gagnant en conservation, ont une plus longue durée.

Science et la Vie (juin 1920) ; ils ont l'avantage de pouvoir être appliqués à la commande de machines ne nécessitant pas une force motrice continuelle et dont la dépendance d'un moteur fixe ne serait pas rémunératrice ; ils sont pourvus d'une ou plusieurs poulies, éventuellement de roues dentées. Un câble, muni de fiches de connexions, peut être branché sur n'importe quel réseau de lumière avec la plus grande facilité.

Le moteur électrique est appliqué aujourd'hui à presque toutes les machines de brasserie, soit aux installations de transport,

la marche en sont éliminés. Quand elle ne peut être employée à cause des conditions locales, ainsi que dans les machines à nettoyer les tonneaux et celles à étiqueter, dans les ascenseurs et dans d'autres installations de transport, on aura recours à une transmission par roues dentées, fixées au moteur. L'arbre de commande sera relié à l'arbre entraîné par un accouplement élastique. La transmission par vis sans fin peut aussi être employée avantageusement.

Les commandes d'agitateurs pour chaudières sont spécialement à recommander ;



LE LAVAGE MÉCANIQUE DES BOUTEILLES DESTINÉES À CONTENIR LA BIÈRE

Le moteur électrique actionnant les appareils laveurs, qui se composent de goupillons rotatifs en crin, est placé sur une console ; la transmission se fait à l'aide de courroies.

d'ascenseurs, d'agitateurs, de machines à nettoyer, à trempe, dans le brassage, aux pompes rotatives, aux régulateurs de pression de bière, aux pompes à eau salée, aux pompes à vide, aux compresseurs, aux machines à nettoyer les filtres, aux appareils à nettoyer les tonneaux, les bouteilles et à étiqueter celles-ci, ainsi qu'aux machines des ateliers de serrurerie et de menuiserie annexés généralement à l'exploitation.

La transmission par courroie est employée de préférence dans les machines lentes ; elle agit comme liaison élastique entre le moteur et la machine entraînée, et les à-coups dans

l'arbre vertical allant de la chaudière à l'étage inférieur du brassage est accouplé au moteur de commande au moyen d'une vis sans fin, procédé simple et pratique.

Enfin, il faut, autant que possible, relier le générateur de courant directement au moteur afin d'éviter les pertes d'énergie.

Un certain nombre de brasseries font actionner leurs génératrices par des turbines à vapeur. Contrairement à ce qui arrive dans les machines à piston, la vapeur d'échappement est absolument exempte d'huile ; on peut donc s'en servir pour réchauffer l'eau de nettoyage, pour le chauffage des salles,

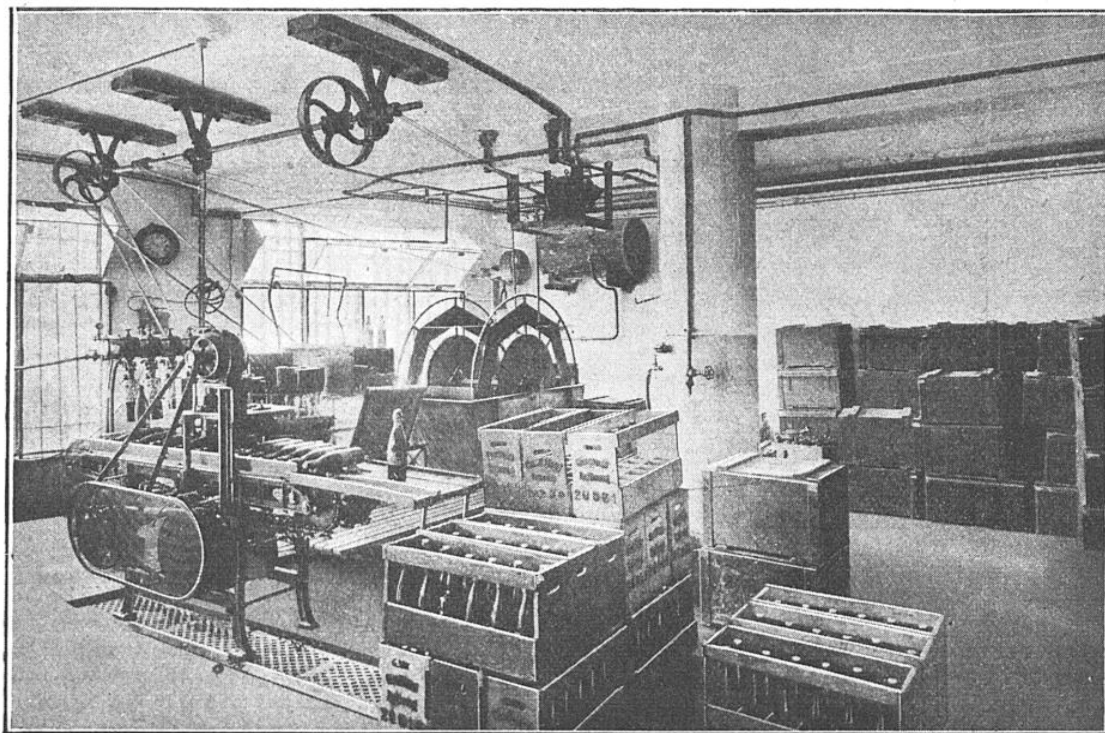
pour la cuisson, etc... Si toute la vapeur d'échappement est employée après la sortie de la turbine, on aura recours de préférence à une turbine à réaction pure; si, par contre, la quantité de vapeur utilisée dans des buts secondaires est faible relativement à la quantité absorbée par la turbine, il faudra installer une turbine à prise de vapeur intermédiaire, qui est, en réalité, une turbine à condensation possédant une conduite supplémentaire d'amenée de vapeur placée en un point de la turbine où la pression et la température sont celles de la vapeur amenée, c'est-à-dire de la vapeur destinée aux services auxiliaires de l'établissement.

Mais l'électricité ne sert pas uniquement à actionner les machines et appareils, on l'emploie aussi dans la fabrication même sous forme d'air électrisé, ou ozone.

Les réactions biologiques mises en œuvre en brasserie (maltage, fermentation, stérilisation) impliquent, en effet, l'intervention d'agents dont on a souvent fait varier la nature. Quels qu'ils soient, il est nécessaire de les faire disparaître aussi complètement que possible après emploi. Cette élimination est

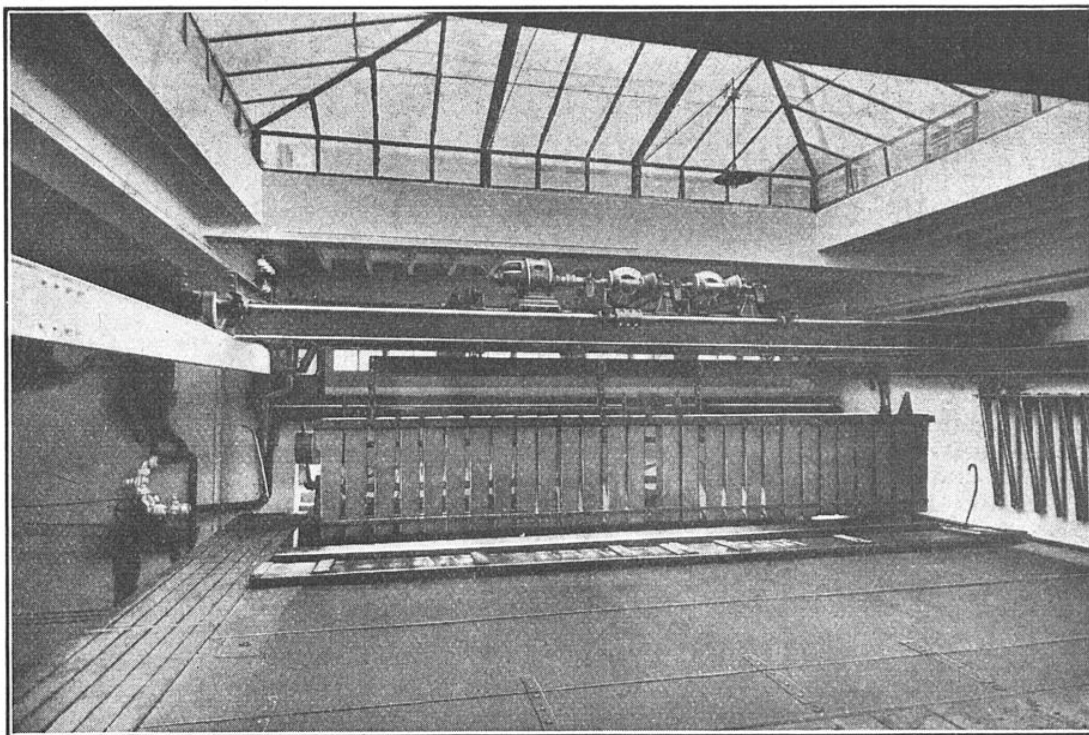
parfois impossible : tel est le cas pour l'acide salicylique. L'ozone présente le grand avantage d'être un agent de stérilisation de tous les éléments du brassin : eau, air et grains. Loin d'avoir un effet retardateur sur le processus de la fermentation normale, il active celle-ci et supprime les réactions parasites. Cette absence d'effet retardateur de la fermentation utile résulte du fait que l'ozone est seulement constitué d'oxygène et qu'après son action il ne laisse comme résidu que de l'oxygène ordinaire. De nombreuses applications ont été réalisées en Angleterre, où les méthodes de brassage à température normale sont très répandues et où, par conséquent, l'ozone peut intervenir utilement. On a constaté que le rendement de la fermentation est augmenté sensiblement.

En Allemagne, un spécialiste, M. von Vetter, qui a étudié son action, a trouvé que l'ozone, employé dans des conditions convenables, détruit les sarcines et les bactéries des levures, élimine les ferments de maladie et donne, par conséquent, un accroissement de conservation. On ne peut ozoniser directement la bière, l'action de l'ozone se por-



L'ÉTIQUETAGE DES BOUTEILLES SE FAIT AUSSI MÉCANIQUEMENT

La machine étiqueteuse, que l'on voit à gauche, est commandée électriquement par un petit moteur triphasé de deux tiers de cheval, avec induit en court-circuit.



VUE PARTIELLE DE LA SALLE DES MOULES A GLACE

Pour opérer le démoulage, les moules sont levés à l'aide d'un pont roulant mis en mouvement par un moteur triphasé à bagues, de 5 chevaux et demi. Les blocs démoulés sont ensuite transportés aux lieux d'utilisation.

tant d'abord sur les matières organiques oxydables, de façon à détériorer le goût ; mais il est possible d'empêcher le développement des ferments bactériens par une addition de levure ozonisée, et d'empêcher l'altération, à condition que le développement des ferments n'ait pas déjà fourni des produits de mauvais goût. L'ozone peut aussi stériliser la masse filtrante, les copeaux, les appareils et tuyauteries (sauf celles en caoutchouc, qui sont attaquées). La ventilation à l'air ozonisé a donné d'excellents résultats, surtout celle du réfrigérant ; jusqu'ici, malgré l'emploi de l'air filtré sur du coton, on trouvait dans celui-ci de nombreuses colonies de thermo, bactéries acétiques et lactiques, moisissures et quelques levures sauvages ; de même, le moût, pris au bas du réfrigérant, s'infectait après douze à vingt-quatre heures. L'expérience consista à faire arriver de l'air ozonisé dans le local, bien avant le passage du moût, et on continua l'aération pendant toute la durée de la réfrigération. L'effet utile s'aperçut dès le premier jour et s'accrut progressivement ; les bactéries disparurent d'abord, puis les

levures sauvages et enfin les moisissures ; de même, les échantillons de moût sont arrivés à se conserver trois à quatre jours, et même davantage, à l'étuve, où on n'a observé aucune modification de fermentation.

La ventilation des caves par l'air ozonisé a eu également de bons résultats, ainsi que l'ozonification des bouteilles ; celles-ci n'ont donné, après cinq semaines d'étuve à 25°, qu'un simple dépôt de levure de culture, tandis que les témoins, non ozonisés, ont présenté, plus ou moins rapidement, le développement habituel de mycodermes.

Enfin, l'application rationnelle de l'ozone ou de l'eau ozonisée à toutes les phases de la fabrication permet d'obtenir un produit qui n'a plus besoin de pasteurisation. C'est là un avantage qui n'est pas à dédaigner, car, si la pasteurisation présentait des avantages de conservation incontestables, elle comportait aussi des inconvénients et elle ne laissait pas d'être relativement coûteuse.

J. GIRARDEL.

Les photographies qui accompagnent cet article nous ont été gracieusement communiquées par la Société Oerlikon, que nous tenons à remercier ici.

LA RECHERCHE ET L'ÉVALUATION DES FUITES DE GAZ DANS LES CANALISATIONS URBAINES

Par Henry VALLÉE

DANS l'exploitation d'une usine à gaz moderne, la question des fuites ou pertes de gaz d'une canalisation a une importance capitale pour le bon rendement de l'entreprise. En effet, les réseaux de canalisation augmentent chaque année en longueur et en diamètre, et les usines, pour satisfaire aux usages les plus courants du gaz (cuisine et chauffage), sont forcées d'augmenter et de maintenir la pression dans le réseau pendant toute la journée. En outre, les consommateurs réclament des abaissements des prix de vente, qui sont imposés pour les renouvellements de traités, de sorte que, au moment où le cube annuel des fuites de gaz tend à augmenter, la répercussion financière de ces pertes se fait très vivement sentir.

Dans les usines déjà anciennes et en voie d'agrandissement, on peut attribuer le coefficient élevé des fuites à l'état défectueux des canalisations. Si l'on se décide à remplacer celles-ci, il sera donc du plus haut intérêt de pouvoir déterminer, au préalable, l'importance des pertes par quartier, par conduite. Cette façon méthodique de procéder permettra de réaliser de sérieuses économies, soit en réparant provisoirement les plus grosses fuites, soit en remplaçant, dès le début, les plus mauvaises conduites, soit en s'abstenant de remplacer les parties saines de la canalisation entière.

On comprend tout l'intérêt qu'il y a à réduire le cube du gaz perdu par les fuites : c'est, en quelque sorte, augmenter la puissance de production d'une usine et réaliser du même coup une économie annuelle, dont l'importance peut atteindre 10 % du bénéfice de

l'exploitation (en moyenne 8 %, d'après les plus récentes évaluations), ce qui est fort appréciable par ce temps de combustible cher.

Un second avantage résultant d'une facile et prompte réparation des fuites est d'augmenter la distribution du gaz.

Les accidents, explosions ou incendies, dus à des fuites importantes de la canalisation urbaine, sont heureusement assez rares dans nos villes ; en tout cas, ils entraînent toujours les compagnies à de fortes dépenses.

Il en est de même des cas d'asphyxie. Le passage sur la chaussée de lourds véhicules produit parfois des ruptures de conduites de gaz enfouies plus ou moins profondément dans le sol.

Enfin, une fuite de gaz en présence d'étincelles pouvant provenir de câbles électriques souterrains est toujours extrêmement dangereuse et peut donner lieu à des accidents très graves.

Jusqu'ici, pour découvrir les fuites d'un réseau, on s'était contenté d'opérer des sondages, de distance en distance, pour trouver les parties défectueuses de la canalisation. On emploie, généralement, pour cette découverte, du chlorure de palladium, dont nous verrons les propriétés.

Ces recherches, bien menées, servent à dénoncer la présence du gaz dans un certain rayon autour du trou de sonde. On utilise aussi l'indicateur de fuites, basé sur le phénomène de la diffusion des gaz à travers une paroi poreuse. Mais cette opération ne donne aucune mesure de la

quantité du gaz perdu par les fuites des canalisations dans un périmètre déterminé.

En outre, le gaz peut rester dans le sol, ce qui donne lieu à des travaux bien inutiles,

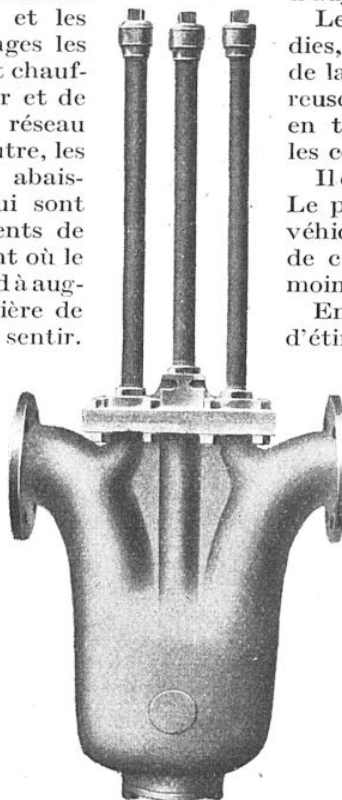


FIG. 1. — ISOLATEUR
HYDRAULIQUE

Cet appareil robuste permet d'isoler complètement une partie quelconque d'un réseau urbain pour y fixer et évaluer les fuites de gaz.

La méthode nouvelle que nous allons indiquer paraît répondre parfaitement à toutes les conditions de sûreté et de rapidité exigées dans la recherche des fuites.

Elle consiste essentiellement dans l'emploi des *Isolateurs hydrauliques*, isolant une section déterminée du réseau, et la mesure des fuites s'effectue sous pression à l'aide du « gazomètre portatif » ; les recherches par ce procédé peuvent être combinées avec les sondages et l'emploi du palladium.

Pour trouver méthodiquement les fuites d'un réseau, il faut évidemment en mesurer l'importance directement dans chaque section du réseau ; il faut donc un organe de sectionnement fixe, l'isolateur hydraulique, qui est le plus parfait de tous les appareils d'isolation connus.

En outre, partant de ce fait que le gaz dépose des condensations, qu'il faut des siphons et qu'il est nécessaire d'en vider l'eau de temps à autre, on obtient le maximum de simplicité et d'économie en confiant au même organe le double rôle de siphon et d'isolateur. La fermeture hydraulique est la plus simple et la plus sûre, de même que la première qualité d'un isolateur est d'être d'une étanchéité aussi parfaite que possible.

Comme la mesure de la fuite dans une section doit être indépendante du reste de la distribution, on substitue au compteur, employé jusqu'ici, un gazomètre portatif, bien plus robuste que le compteur ordinaire. Le gazomètre se remplit automatiquement de gaz pris en amont de la section isolée ; une fois chargé de poids, il refoule alors ce gaz dans la section en essai, avec une pression élevée.

Cette manière d'opérer est très rationnelle. Le gazomètre fournit à la fois le volume, la régularité et l'excès de pression nécessaire pour une mesure exacte et rapide du fluide vagabond, sans troubler en rien le régime de la distribution dans les sections voisines.

La caractéristique du procédé est que le gazomètre permet de pratiquer les essais

sous pression de gaz, sans s'inquiéter de celle donnée par l'usine pendant la journée, où elle est généralement minime. On a intérêt à faire les essais sous des pressions plutôt élevées, dépassant la pression atmosphérique ; la mesure des fuites devient ainsi beaucoup plus exacte. On fait généralement les essais sous 100 millimètres de pression. Le mesurage des fuites au gazomètre portatif est plus sensible et beaucoup plus rapide que tout autre ; indépendant de la distribution générale du gaz, il donne de suite

des conclusions bien nettes pour chaque section. En pratique, on obtient des observations précises, formulées en chiffres sur un carnet où l'on relate, jour par jour, rue par rue, l'importance relative des fuites dans les différentes sections du réseau.

On pourra ainsi connaître et vérifier le coefficient particulier de chaque partie du réseau. Si le palladium rend toujours les

plus grands services, il faut faire observer que l'essai au gazomètre peut seul donner toute sa valeur à la recherche au moyen du palladium ou de l'indicateur de fuites, en la contrôlant d'une façon permanente, précise, par la mesure.

Nous allons maintenant donner une description succincte des appareils employés.

1° *Isolateur hydraulique*. — L'isolateur affecte la forme d'un U dont les deux branches se recourbent horizontalement

à la partie supérieure, en s'écartant l'une de l'autre, pour se raccorder avec la canalisation, soit directement par leurs deux tubulures à brides, soit par l'intermédiaire de pièces de raccord droites ou coniques, à tulipe ou à joints de caoutchouc (fig. 1).

Une nervure venue de fonte, entre les deux branches du siphon, unit entre elles trois petites tubulures verticales prenant le gaz à droite ou à gauche, ou servant à pomper l'eau dans l'axe de l'appareil isolateur.

Les trois tubulures sont assemblées sur une même plaque horizontale, qui peut être rabotée pour la précision du joint et a les

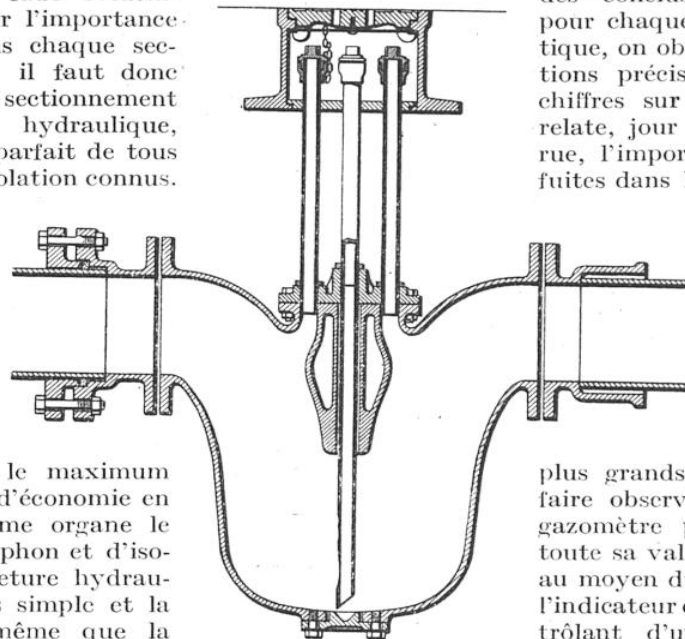


FIG. 2. — COUPE LONGITUDINALE DE L'ISOLATEUR HYDRAULIQUE

On voit ici les tubes servant au passage du gaz et de l'eau. Le tube central sert à évacuer l'eau de condensation.

mêmes dimensions (260 millimètres) de longueur pour tous les calibres d'isolateurs (24 calibres usuels de canalisation de 40 à 500 millimètres). La chambre inférieure, percée d'un trou à sa base en vue du moulage, est livrée étanche par le constructeur.

Cette chambre est élargie à sa partie inférieure, comme le montre la vue de profil de la figure 2, afin de donner à tout l'appareil plus d'assiette dans les mauvais terrains, pour ménager une certaine capacité à l'eau de condensation ou d'infiltration, et principalement pour éviter toute perte de charge au passage du gaz, l'augmentation de section venant compenser dans une très large mesure les changements de direction, d'ailleurs soigneusement arrondis.

Sur le siphon brut de fonte, exception faite du joint supérieur, viennent s'assembler les tubes de fer qui serviront au passage du gaz et de l'eau, à l'aide d'une contre-plaque en fonte adaptée sur la plaque supérieure. Les orifices de cette contre-plaque sont taraudés, le bossage central a une longueur double des deux autres (fig. 2 et 3).

On y visse le tube plongeur, l'extrémité taillée en sifflet tournée vers le bas, puis on déboulonne la contre-plaque. Les trois tubes de fer supérieurs, coupés à la longueur convenable pour atteindre à peu près le niveau du sol et taraudés aux deux bouts, sont vissés en place ; des goupilles chassées à travers des logements ménagés dans la contre-plaque assurent leur position par-

faite, qu'une simple rondelle vient consolider. On prend des tubes de fer à chaudiers robustes, de 27 x 34 millimètres.

Un regard, établi à cet effet, recouvre les trois tubes à leur partie supérieure et maintient leur écartement à l'aide d'une plaquette qu'ils traversent librement. Le corps de ce regard est rond, le dessus carré

pour se raccorder aisément au pavage (280 millimètres de côté) ; le couvercle, retenu par une chaîne, se ferme par un mouvement de baïonnette à l'aide d'une languette en acier. Les trois tubes sont fermés par des bouchons femelles en métal blanc, c'est-à-dire inoxydable, à tête triangulaire exigeant pour leur manœuvre une clef spéciale garnie d'un cuir très gras.

Grâce au taraudage, on maintient sous le bouchon une sorte de godet graisseur en métal blanc qui, une fois rempli de graisse, assure ainsi une fermeture bien étanche mais toujours facile à ouvrir, le siphon dû-t-il demeurer plusieurs années sans surveillance.

L'isolateur, absolument robuste et sans aucun organe mécanique susceptible de se déranger, ne nécessite donc aucun entretien. Il vient s'ajouter à la canalisation, sur laquelle il se monte facile-

ment, pour faire corps avec elle, ce qui assure désormais le contrôle sans créer aucune complication dans cette opération.

L'eau que l'on verse par le tube central est l'agent mobile isolant le gaz. On réalise ainsi une fermeture des plus sûres et des plus simples. Les divers appareils fabriqués par la Compagnie des compteurs à gaz sont isolés par une quantité d'eau de 150 millimètres.

Le siphon est économique, car il suffit

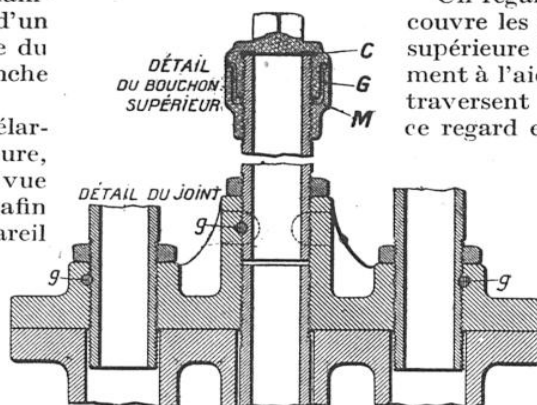


FIG. 3. — MONTAGE DU SIPHON

Cette coupe montre les détails du bouchon supérieur et du joint de l'isolateur hydraulique. Comme on le voit, l'étanchéité est assurée par le cuir C, la graisse G introduite entre la partie supérieure et la partie inférieure M du bouchon en métal inoxydable ; g, goupilles d'assemblage.

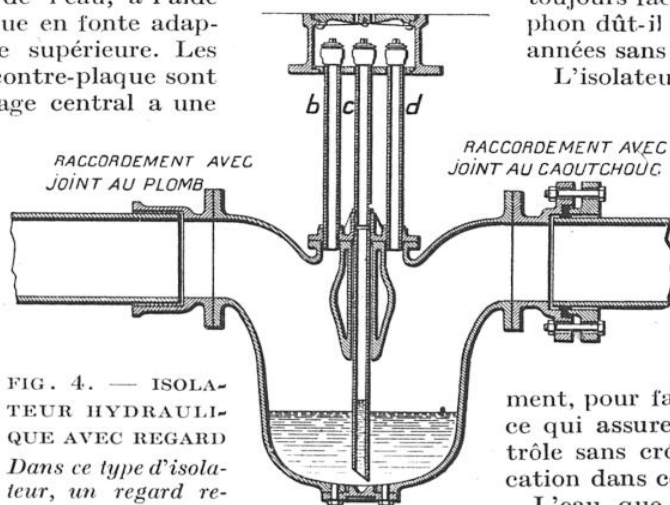


FIG. 4. — ISOLATEUR HYDRAULIQUE AVEC REGARD

Dans ce type d'isolateur, un regard recouvre les trois tubes de fer servant au passage du gaz et de l'eau et il maintient leur écartement à l'aide d'une plaquette qu'ils traversent librement ; b et d sont les tubes à gaz, et c le tube à eau.

d'un nombre limité d'isolateurs dans un réseau pour contrôler l'étanchéité des différentes parties composantes. Il fournit une économie de 3.500 mètres cubes de gaz environ, à la fin de chaque année.

2° Gazomètre portable. — Il se compose d'une cloche cylindrique en tôle se mouvant à l'intérieur d'une cuve annulaire pleine d'eau. La cloche est guidée dans les mouvements par deux galets qui prennent appui sur deux montants verticaux. Cette cloche est équilibrée par des contrepoids (fig. 6).

La cuve du gazomètre portable est articulée par ses tourillons sur un léger brancard en fer cornières, l'ensemble repose par l'intermédiaire de ressorts de voiture sur une paire de roues en fer. Le bouchon central de la cuve annulaire sert de support à deux tuyaux d'entrée et de sortie du gaz, fermés à l'extérieur par des robinets porte-caoutchouc. La cuve comporte en plus un bouchon de vidange. L'échelle est graduée en 5 et 10 litres. Les montants supportent le manomètre et le contrepoids.

La cloche est haute de 0 m. 90 environ avec un cube intérieur de 300 litres de gaz, capacité bien suffisante pour élever de 25 à 100 millimètres un volume de canalisation supérieur à 41 mètres cubes, soit celui d'une conduite de 300 millimètres sur 600 mètres de longueur. Dans le cas où la section à essayer serait plus considérable, il suffirait de répéter la manœuvre de la cloche.

La vitesse de descente se mesure en « litres de gaz par minute sous une pression de 100 millimètres de mercure », par une observation d'une durée de trois minutes.

La cuve ne contient que 130 litres d'eau, qu'on charge au moment des essais. Pour les petites usines, les constructeurs ont établi un petit gazomètre portable, plus léger, d'un prix sensiblement moins élevé, dont la cloche gazométrique, en tôle de fer, possède une capacité de 150 litres seulement.

Voyons comment s'opère l'essai des sections.

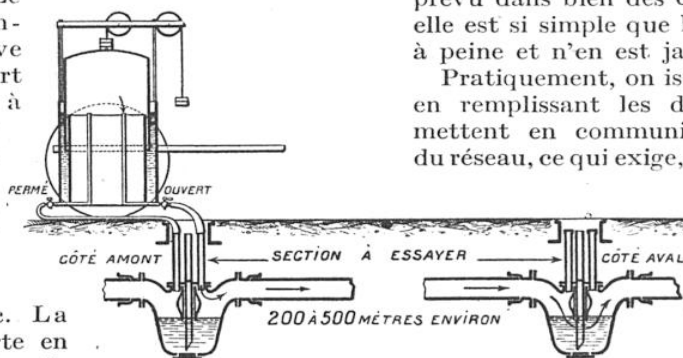


FIG. 5. — ESSAI DES SECTIONS

La section à essayer est isolée entre deux isolateurs hydrauliques dont on a rempli les siphons. La cloche du gazomètre, grâce au contrepoids, se remplit de gaz, lorsqu'elle est en communication avec le réseau du côté amont du siphon. On charge de poids cette cloche et on la met en relation avec la section en essai du côté aval de la cloison, comme le montre la figure.

Quand la section à essayer (fig. 5) a été déterminée, il faut tout d'abord fermer les robinets extérieurs, comme dans la pratique pour le graissage, ou, au besoin les robinets d'arrivée des compteurs d'abonnés. On choisit pour cela le moment le plus favorable de la journée ; les essais commencent en général au printemps, par une journée claire. Le gaz devant être interrompu une demi-heure ou une heure à peine et au maximum deux fois par an, cette mesure présente alors fort peu d'inconvénients sérieux.

Elle est utile, car elle contribue à la sécurité personnelle de tous les riverains d'une canalisation de gaz. Du reste, une réparation des conduites est un cas de force majeure et prévu dans bien des contrats ; en tout cas, elle est si simple que le public s'en aperçoit à peine et n'en est jamais gêné.

Pratiquement, on isole la section en essai, en remplissant les divers siphons qui la mettent en communication avec le reste du réseau, ce qui exige, en général, une équipe de trois hommes.

Le gazomètre étant amené à pied d'œuvre, rempli d'eau et calé sur la barre d'appui (fig. 5), on ouvre alors le regard du siphon isolateur, on remplace les bouchons de deux tubes extrêmes par des porte-caoutchouc et on les met en communication avec les deux

tuyaux du petit gazomètre portable.

La cloche, grâce au contrepoids, monte et se remplit automatiquement de gaz, dès qu'on la met en relation avec le réseau du côté « amont » du siphon. Une fois parvenue au sommet de sa course, on ferme le robinet d'arrivée du gaz et on charge de poids la cloche du gazomètre. Puis, on la met en communication par le robinet de sortie et le second tube du siphon avec la section en essai du côté aval de la cloison. La cloche descend alors assez brusquement, il se fait un mouvement de tassement qui cesse dès que tout le gaz enfermé dans la conduite isolée, en essai, se trouve comprimé à la pression de 100 millimètres recherchée. C'est alors que la cloche prend son mouvement de régime et qu'il faut en observer soigneusement la vitesse de chute, sous cette pression de régime de 100 millimètres;

Si la cloche descend trop rapidement, c'est qu'il y a quelque robinet resté ouvert, quelque branchement oublié, ou encore quelque fuite très considérable ; dans tous ces cas, il est alors inutile de mesurer la vitesse de chute de la cloche, le débit par minute. On a ainsi trouvé, un jour, un tuyau de plomb de 35 millimètres rongé par les rats à la traversée d'un égout. La fuite était forte, et pourtant ni le flambage, ni les essais au palladium n'auraient permis de la découvrir sans isolateurs hydrauliques.

Or, les fuites de gaz dans les égouts sont assez fréquentes ; la mesure au gazomètre portatif, seule, permet donc de les découvrir. On consigne toujours les résultats des essais au gazomètre sur un carnet spécial donnant, pour la longueur essayée, sous la pression de 100 millimètres de mercure, la perte en litres par minute, pour une observation de trois minutes de durée. On procède ainsi dans chaque section, à « la localisation » (essais au palladium ou à l'indicateur) et à la « répartition » des fuites.

Enfin, un nouvel essai général au gazomètre, un ou deux mois après, détermine exactement quel a été, pour chaque section, le gain de la compagnie, et indique dans quel sens on doit poursuivre la diminution des fuites à l'avenir. En procédant ainsi, bien méthodiquement, un directeur d'usine à gaz améliorera toujours son réseau, si promptement que la question des fuites, en deux campagnes au plus, deviendra pour ainsi dire négligeable ; il augmentera forcément le rendement général de son exploitation.

La localisation finale des fuites s'effectue au palladium. Le palladium est un curieux métal, découvert, il y a plus d'un siècle, en 1803, par Wollaston ; il s'obtient actuellement par le traitement des minerais de platine. Comme le palladium métallique peut absorber jusqu'à 982 volumes de gaz hydro-

gène et en condenser ensuite 392, à la manière du platine en moussé, il est facile de comprendre pourquoi on l'emploie pour la recherche des fuites de gaz hydrocarburés, tels que le gaz d'éclairage, dérivé de la houille.

L'essai au chlorure de palladium rend de grands services pour la localisation des fuites, mais il est nécessaire de prendre certaines précautions. En effet, le papier réactif imprégné de ce sel est fort sensible à l'hydrogène sulfuré qui peut se dégager du sol, aussi bien qu'à l'oxyde de carbone contenu dans la fumée d'une pipe ou d'une cigarette.

La lumière du soleil même exerce aussi une action très réductrice. Il faut donc pratiquer avec un soin minutieux les essais au palladium qui, donnent, à cette condition, des indications précieuses. Malheureusement, vrais aujourd'hui, bien qu'incomplets, les résultats accusés par le chlorure de palladium peuvent n'être plus vrais demain, de nouvelles fuites pouvant se déclarer à tout moment dans un réseau.

Au lieu que la précision nécessaire pour améliorer définitivement un réseau est, au con-

traire, parfaitement assurée par le mesurage des fuites « sous pression », quartier après quartier, à l'aide des ingénieux siphons isolateurs et du gazomètre portatif. Les essais au palladium, sorte d'analyse préliminaire qualitative des fuites, sont effectués entre deux mesures de fuite qui contrôlent ces essais ; ceux-ci acquièrent ainsi toute la rigueur qui leur manquait.

Finalement, ces essais, complétés par le procédé pratique de mesure que nous venons de décrire, constitueront désormais une méthode générale de recherches et d'évaluation des fuites de gaz dans tout un réseau urbain, c'est-à-dire un ensemble qu'on peut proprement appeler « l'analyse quantitative des fuites ».

HENRY VALLÉE.

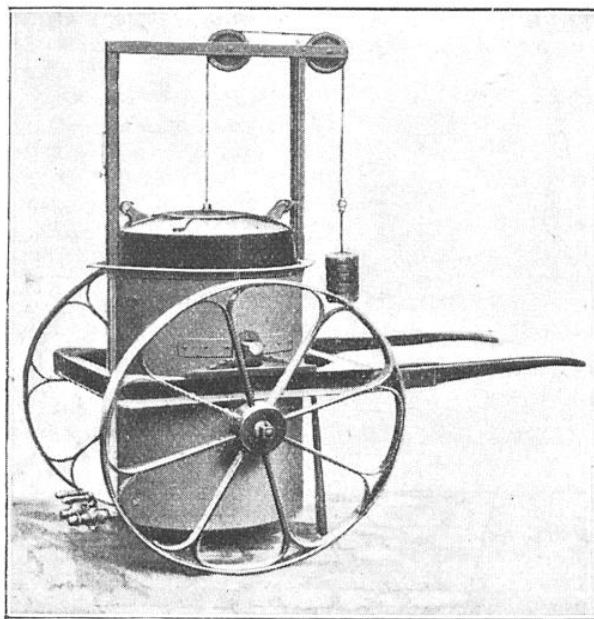


FIG. 6. — GAZOMÈTRE PORTATIF, MODÈLE ORDINAIRE

LES TRANSPORTS FRIGORIFIQUES ET LEUR ORGANISATION EN FRANCE

Par Maurice BOULEAU

On sait que les matières alimentaires, qui, pour la plupart, proviennent des tissus organiques végétaux ou animaux, se transforment sous l'action de microorganismes particuliers en des substances mal définies, d'odeur fétide, contenant de nombreux poisons et dont l'ingestion provoque chez l'homme des troubles toujours graves, sinon des accidents mortels.

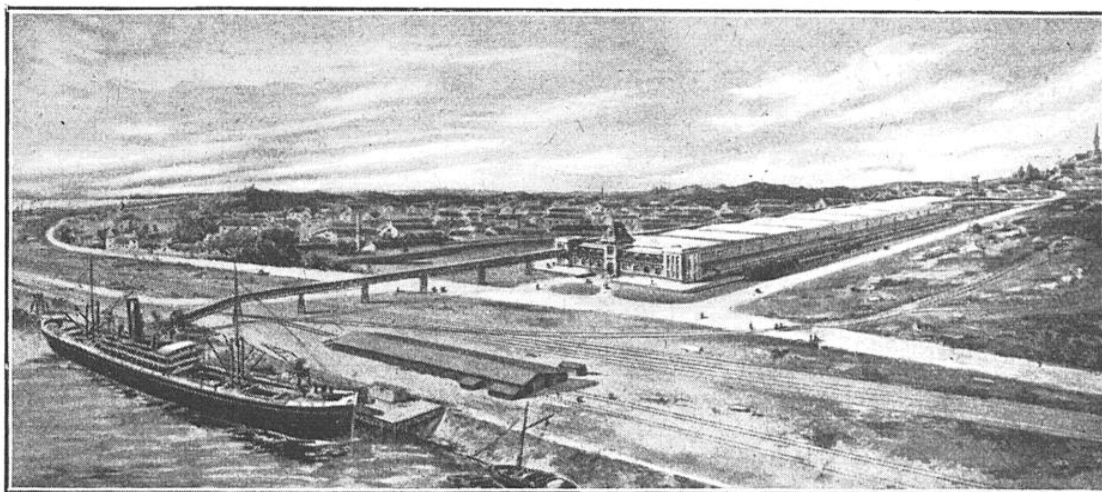
La température exerce une action très sensible sur la rapidité avec laquelle s'effectuent ces transformations dont l'ensemble constitue le phénomène de la putréfaction. C'est ainsi qu'il a été reconnu que la désorganisation des tissus est retardée quand les matières alimentaires sont maintenues à une température voisine de 0° dans une atmosphère dépourvue d'humidité.

Cette circonstance, qui a été mise à profit pour la conservation des denrées périssables dans les entrepôts, trouve une application des plus intéressantes lorsqu'il s'agit de la préservation de ces denrées au cours du transport, souvent de longue durée, du lieu de production au lieu de consommation.

Les transports à basse température s'adressent à de nombreux produits ou matières

alimentaires et plus particulièrement aux viandes, au poisson, aux primeurs, etc.

Il est nécessaire, en ce qui concerne les viandes conservées par l'emploi du froid, d'établir une distinction entre les viandes congelées et les viandes simplement réfrigérées. Les viandes congelées ont été maintenues pendant un laps de temps relativement long à une température inférieure à -10° ou -12° et sont ensuite conservées à une température inférieure à 0° . Dans ces conditions, les phénomènes biochimiques dont nous avons parlé ne peuvent s'accomplir et la conservation de la viande est pratiquement indéfinie. C'est à ce type qu'appartiennent les viandes importées d'outre-mer dont, pendant la guerre, alors que la raréfaction du cheptel national devenait inquiétante, il a été fait une si grande consommation. Tout autres sont les viandes réfrigérées qui ont été simplement refroidies à quelques degrés au-dessous de zéro et dans lesquelles les phénomènes biochimiques ne sont pas arrêtés mais simplement ralentis. Dans ce cas, la durée de conservation n'excède pas quelques semaines, ce qui, dans la majorité des cas, est largement suffisant.



VUE PANORAMIQUE DE LA GARE FRIGOMARITIME DE BORDEAUX-BASSENS

Appliquée aux viandes autochtones, la réfrigération permet de substituer au transport des animaux vivants celui des viandes abattues. On sait que le système encore en usage en France pour l'approvisionnement en viande des grands centres consiste dans le transport du bétail sur pied que l'on abat sur place au lieu d'arrivée. Cette méthode est des moins recommandables et cela pour plusieurs raisons : le bétail, en effet, fatigué par le transport, est en moins bon état à l'arrivée qu'au départ et l'abatage, dans ces conditions, fournit des viandes commercialement dépréciées. D'autre part, le poids mort transporté, représenté par les parties non comestibles de l'animal, est loin d'être négligeable et constitue une augmentation des dépenses de transport qui est, en définitive, supportée par l'acheteur des parties comestibles.

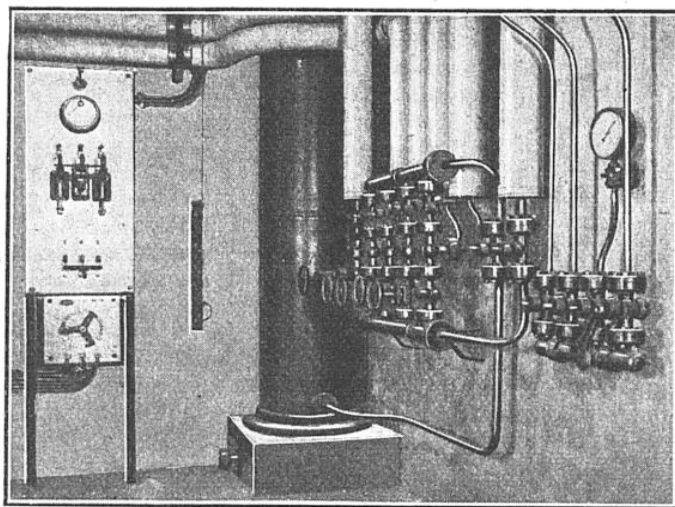
Il serait donc préférable, à tous les points de vue, d'effectuer l'abatage dans les régions d'élevage, puis de transporter la viande, préalablement refroidie, dans des entrepôts frigorifiques annexés aux abattoirs. La Compagnie du Chemin de fer de Paris à Orléans, à qui l'on doit, pour une grande part, le développement qu'ont pris, en France, les transports frigorifiques après la guerre, avait préconisé ce système il y a

plus de douze ans, dans une brochure répandue à profusion dans les milieux intéressés. Malheureusement, cette initiative heurtait trop d'intérêts particuliers, blessait surtout les préjugés du public à l'égard de la viande frigorifiée, pour que sa réalisation immédiate puisse être obtenue. D'un autre côté, des abattoirs modernes comportant des installations frigorifiques perfectionnées, étaient nécessaires à la bonne exécution de ce programme. Or, tandis que l'Allemagne possédait plus de trois cents éta-

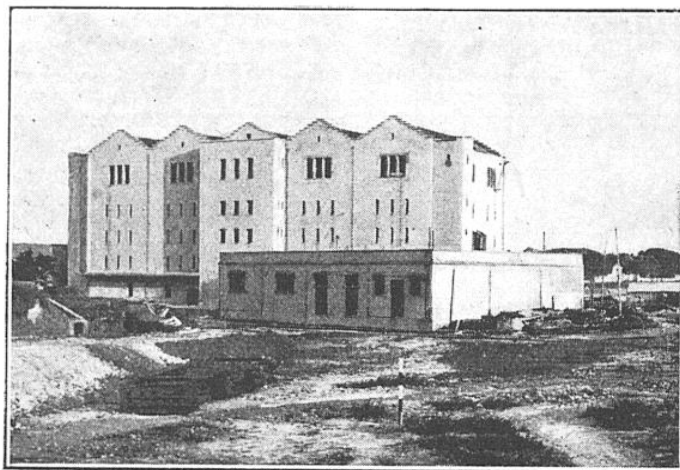
blissements de ce genre, on comptait en France, à la veille de la guerre, un abattoir moderne édifié à Soissons, en 1909, et un autre, de petites dimensions, en cours de construction à Chasseneuil, près de Poitiers !

A la suite de la guerre, qui modifia bien des habitudes et qui fit entrer les viandes congelées ou frigorifiées dans l'alimentation courante, un mouvement se dessina en faveur de l'abatage du bétail sur les lieux d'élevage et du transport de la viande obtenue dans des wagons réfrigérants. Dans une conférence faite le 12 mars 1921 à la So-

ciété scientifique d'Hygiène alimentaire, M. Richard Bloch, le distingué directeur-adjoint de la Compagnie d'Orléans, dont on connaît la haute compétence en matière de



LES SÉPARATEURS DE LIQUIDE DE LA GARE FRIGOMARITIME DE BORDEAUX-BASSENS



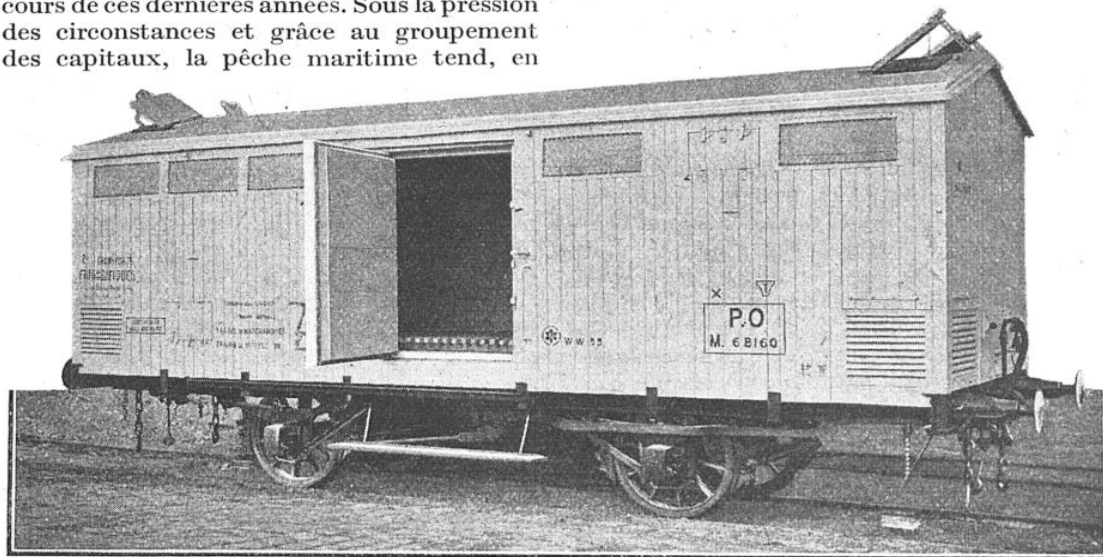
VUE DE L'ENTREPOT FRIGORIFIQUE DE LORIENT

transports frigorifiques, nous disait qu'un certain nombre d'abattoirs modernes comportant en annexes des entrepôts frigorifiques, étaient construits ou en cours d'édification dans diverses régions d'élevage et de production : à Chasseneuil, près de Poitiers, à la Roche-sur-Yon, à Pouzauges, à Clamecy, à Lacourtenour, près de Toulouse, à Cantarane, près de Rodez, etc...

À côté du transport des viandes, et parallèlement, les transports de poisson frigorifié ou congelé se sont développés en France au cours de ces dernières années. Sous la pression des circonstances et grâce au groupement des capitaux, la pêche maritime tend, en

miné l'éclosion d'un mouvement qui a abouti à la construction, aux frais de l'État, d'un port de pêche moderne dans la baie de Kéroman, près de Lorient (Morbihan).

En dehors de son application au transport des viandes et du poisson, le froid peut être encore utilisé pour faciliter le transport des autres denrées périssables, telles que le lait, les fruits, les primeurs, etc. C'est ce qu'a fort bien compris la Compagnie des Chemins de fer d'Orléans qui, dès le 1^{er} septembre 1920, a organisé un trafic régulier de fruits



TYPE DE WAGON ISOTHERME DE LA COMPAGNIE DES CHEMINS DE FER D'ORLÉANS

effet, de plus en plus à s'industrialiser.

Pour que le poisson puisse devenir un aliment d'usage courant, il est nécessaire que les quantités journalières mises à la disposition des consommateurs restent sensiblement les mêmes, et la seule solution qui permette de remédier à l'inégalité d'une production par nature irrégulière consiste dans l'entreposage du poisson aux jours d'abondance dans des entrepôts frigorifiques.

Déjà bien avant la guerre, la Compagnie d'Orléans, dont les initiatives en ce domaine ne se comptent plus, avait suggéré l'établissement, dans les ports du sud de la Bretagne, de petits entrepôts frigorifiques dénommés « Consigne frigorifique », destinés à stabiliser les cours du poisson par le stockage et à permettre la vulgarisation de cet aliment de tout premier ordre. Malheureusement, se heurtant à l'hostilité des pêcheurs bretons, ces efforts étaient restés vains.

La guerre, là encore, a modifié heureusement bien des idées préconçues et a déter-

miné le départ de Bordeaux-Bassens, au moyen de wagons spécialement aménagés.

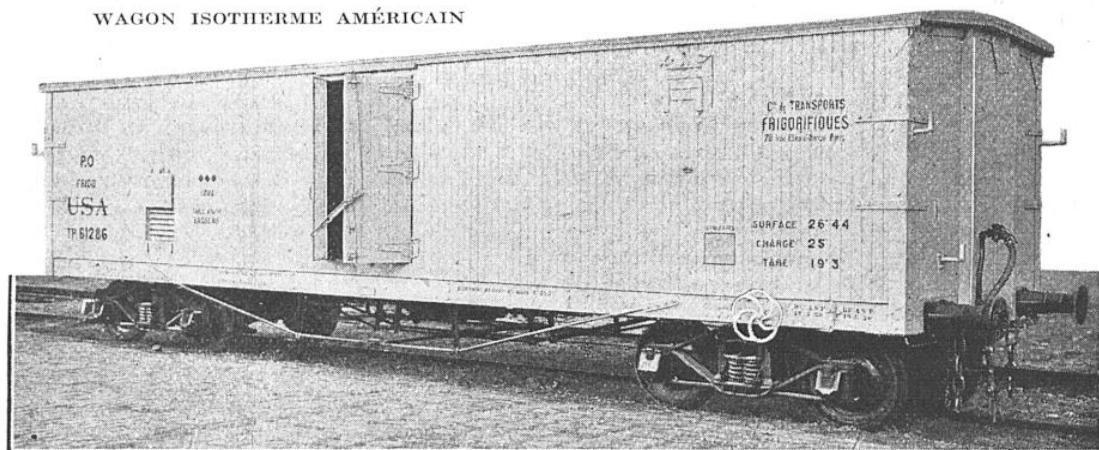
L'emploi du froid en matière de transport nécessite deux organismes bien distincts, à savoir : 1^o des entrepôts frigorifiques établis tant dans les centres de production que sur les lieux de consommation ; 2^o un matériel roulant approprié destiné à servir de lien entre ces divers entrepôts.

Nous étudierons séparément ces deux organismes et nous décrirons sommairement les principales réalisations qui en ont été faites en diverses régions de la France.

Cependant, avant d'aborder cette étude technique, il convient de donner ici quelques détails sur la production et la distribution industrielles du froid telles qu'on les réalise dans les entrepôts frigorifiques modernes et de définir ce qu'il faut entendre d'une manière précise par la production du froid.

On sait que le froid n'existe pas en tant qu'agent physique distinct et constitue une simple sensation subjective que produit sur

WAGON ISOTHERME AMÉRICAIN



nous une variation dans un sens particulier de l'état thermique d'un corps ou d'un milieu.

Les variations de l'état thermique d'un milieu sont attribuées à l'influence d'un agent hypothétique spécial, le calorique. On admet que l'augmentation de calorique d'un corps correspond à une élévation de la température de ce corps, et qu'inversement une diminution de calorique se traduit par un abaissement de température.

L'unité de calorique ou de quantité de chaleur qu'on adopte généralement est la grande calorie qui est la quantité de chaleur qu'il faut fournir à une masse de 1.000 grammes d'eau distillée pour élever sa température de 1 degré centigrade. Inversement, on donne le nom de *frigorie* à la quantité de chaleur qu'il faut enlever à une masse de 1.000 grammes d'eau distillée pour abaisser sa température de 1 degré centigrade. Cette nouvelle unité est utilisée dans l'industrie frigorifique pour évaluer la puissance des

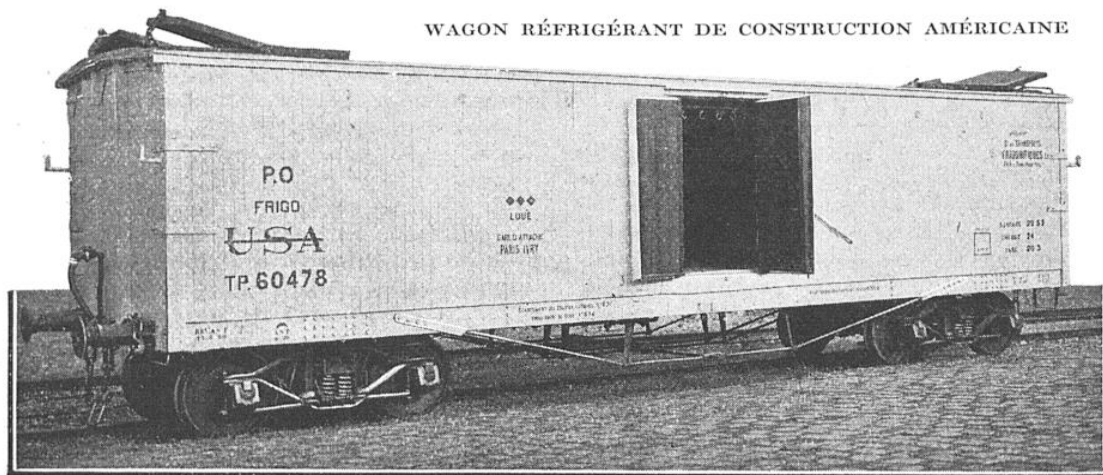
machines employées pour produire le froid.

L'industrie a recours exclusivement, pour réaliser des absorptions de calorique, au phénomène bien connu de la détente des gaz. Chacun sait que la compression d'un gaz chauffe celui-ci, alors que la détente d'un gaz comprimé a lieu avec absorption de chaleur. C'est le principe des machines à froid qui utilisent comme fluide, soit le gaz carbonique, soit le chlorure de méthyle, soit le gaz ammoniac ou même l'air.

Une installation frigorifique, quelle que soit son importance, comporte donc : un compresseur destiné à la compression du gaz utilisé, un condenseur dans lequel le gaz comprimé se refroidit, enfin un faisceau tubulaire de grand volume dans lequel on fait détendre le gaz comprimé et refroidi.

La distribution du froid dans les salles d'entreposage peut se faire en suspendant simplement le faisceau tubulaire de détente au plafond du local à refroidir. L'air froid,

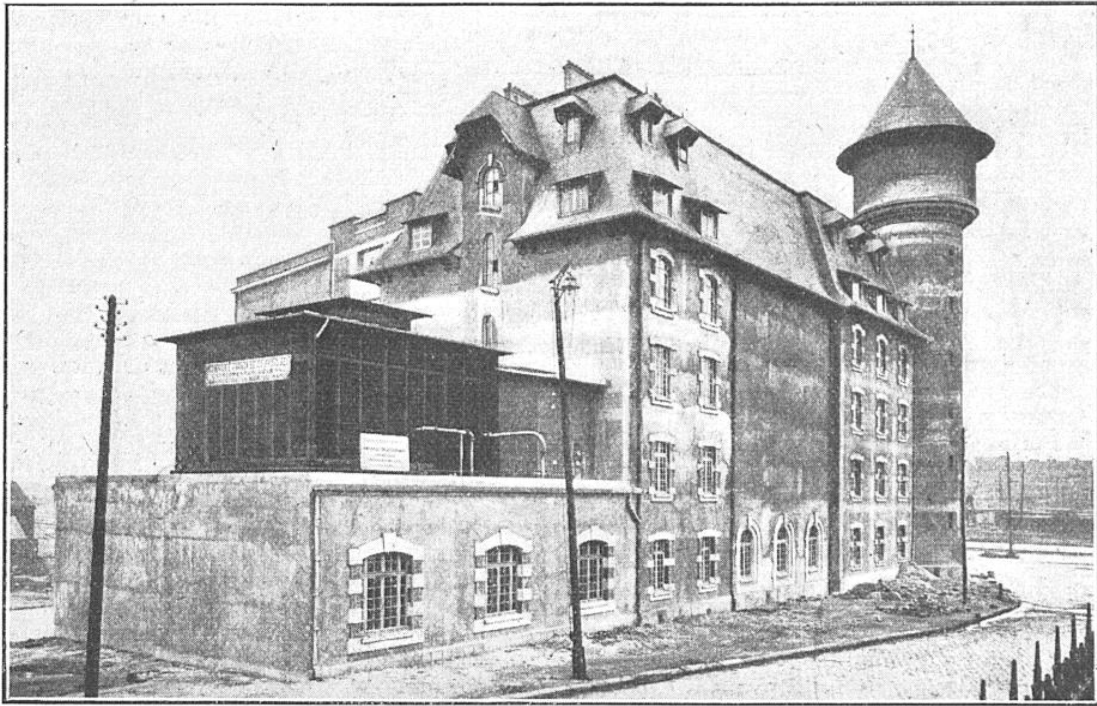
WAGON RÉFRIGÉRANT DE CONSTRUCTION AMÉRICAINE



en raison de sa grande densité, tend à descendre, tandis que l'air échauffé, au contact des matières à refroidir, tend à s'élever. Des courants de convection s'établissent donc au sein de l'atmosphère des chambres froides qui maintiennent la température constante en tous les points. La distribution du froid par la méthode que nous venons de considérer porte le nom de distribution par détente directe ; elle présente l'inconvénient assez

rifique étant acquises, il nous reste à étudier de quelle façon sont organisés et fonctionnent les transports frigorifiques sur les grands réseaux ferrés français, en prenant comme exemple celui de la Compagnie d'Orléans.

La Compagnie des Transports frigorifiques, créée, au début de 1919, sur l'initiative de la Compagnie d'Orléans, avec le concours de la Compagnie Sud-Atlantique et de la Compagnie du Froid sec, a pour but essentiel



LA GARE FRIGORIFIQUE DE PARIS-IVRY, VUE DE CÔTÉ DU CONDENSEUR

grave de laisser subsister dans l'atmosphère de la salle d'entrepôt une certaine quantité d'humidité, dont la présence est préjudiciable à la conservation de certaines denrées.

On utilise, lorsqu'il importe de réaliser une atmosphère froide exempte d'humidité, la méthode dite du « froid sec » qui consiste à faire circuler l'air du local à refroidir au travers d'un faisceau tubulaire à détente directe renfermé dans un local spécial appelé frigorifère. Dans ces conditions, l'air, projeté par un ventilateur, se refroidit au contact des serpentins de détente et l'humidité qu'il contient se dépose sur les tubes froids sous forme de givre. L'air froid et sec est ensuite distribué dans les salles d'entrepôt à l'aide de gaines en bois disposées convenablement au plafond de ces chambres.

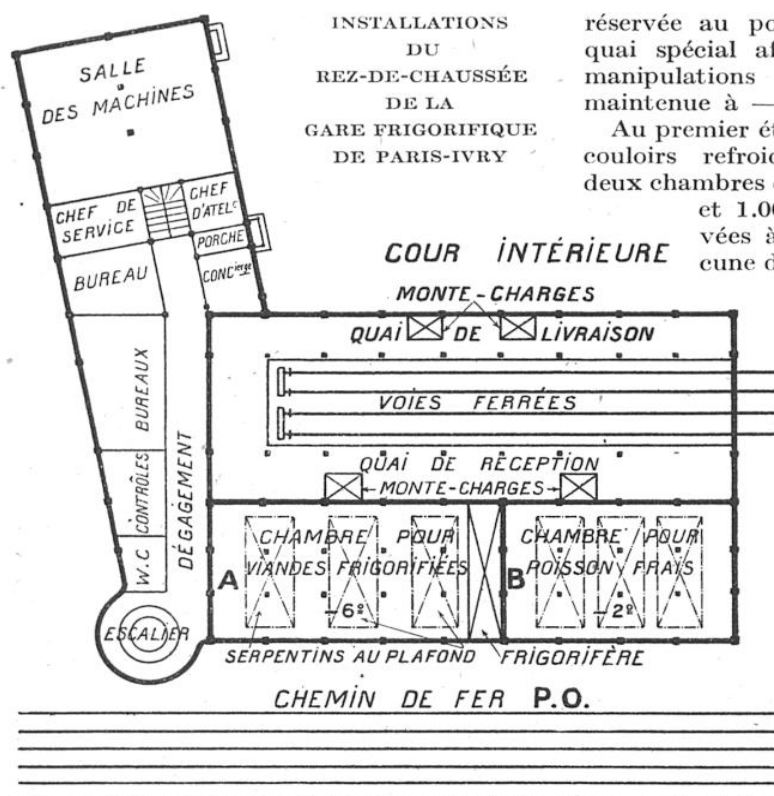
Ces quelques notions de technique frigo-

l'exploitation de divers entrepôts frigorifiques et notamment de la gare frigorifique de Paris-Ivry (P.-O.), ainsi que l'exploitation du matériel roulant spécial (wagons bien isolés) appartenant au réseau d'Orléans.

La gare frigorifique de Paris-Ivry (P.-O.), dont l'exploitation incombe, ainsi que nous venons de le dire, à la Compagnie des Transports frigorifiques, a été construite à Paris, en bordure de la rue de Tolbiac et du quai d'Austerlitz, au cours de l'année 1920.

Cet établissement, édifié aux frais de la Compagnie d'Orléans et qui n'a pas coûté moins de 5 millions de francs, représente le type le plus moderne de l'entrepôt frigorifique général qui se propose la conservation par le froid des denrées périssables de toute espèce (viandes, poissons, légumes, etc...).

Il comporte vingt-quatre chambres froides



réparties entre un rez-de-chaussée et cinq étages dont la superficie totale est de 5.000 mètres carrés, le cube utilisable de 17.000 mètres cubes et la capacité de 5.000 à 6.000 tonnes de marchandises. L'isolation thermique de ces chambres, qui a été tout particulièrement soignée, a été obtenue à l'aide de plaques de liège aggloméré au brai ou à la caséine et de liège pulvérisé intercalées entre les doubles parois des cloisons.

Les wagons frigorifiques en provenance des lignes du P.-O. sont chargés et déchargés au rez-de-chaussée, dans un vaste hall refroidi à parois isolantes qui permet de manipuler en toute sécurité les denrées périssables. Quatre monte-charge, d'une capacité totale de 6 tonnes, ainsi que des chariots appropriés et un chemin de fer monorail, mettent en relations rapides le hall avec les diverses chambres d'entrepôt.

Le rez-de-chaussée comporte deux chambres : l'une, destinée à l'entreposage de la viande frigorifiée, est maintenue à la température de -6° à l'aide d'un frigorigère ; elle utilise également la détente directe, notamment pour l'obtention de basses températures permettant la congélation à cœur des viandes. L'autre,

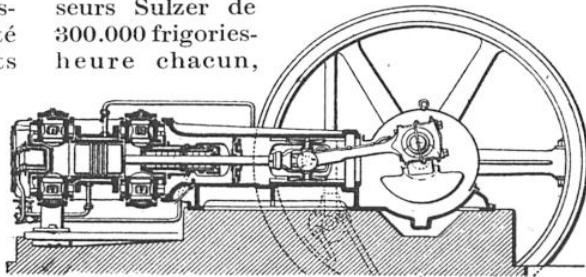
réservée au poisson frais s'ouvre sur un quai spécial affecté particulièrement aux manipulations de cette denrée ; elle est maintenue à -2° par détente directe.

Au premier étage, précédées par de larges couloirs refroidis formant antichambres, deux chambres de capacité variant entre 800 et 1.000 mètres cubes sont réservées à la viande frigorifiée ; chacune d'entre elles possède son frigorigère, qui permet d'y maintenir une température n'excédant pas -6° . Une troisième chambre de 900 mètres cubes est réservée à l'entreposage du poisson congelé et sa température est maintenue à -12° par détente directe. Enfin, une quatrième chambre peut être refroidie à -12° et au-dessous pour la congélation ou la recongélation de certaines denrées.

Les autres étages présentent des dispositions analogues notamment en ce qui concerne le cube des chambres froides. Les seules différences qu'il y ait lieu de signaler sont les affectations particulières de certaines salles, les unes étant réservées à l'entreposage des fromages, les autres à la conservation des fruits, etc. Chacune d'elles est munie d'un frigorigère qui permet d'y maintenir la température optimale pour la conservation dans de bonnes conditions de certaines denrées délicates.

Il faut enfin signaler l'existence, au cinquième étage, de deux petites chambres dites de réchauffage, qui servent à réchauffer les œufs de conserve avant leur expédition.

Le froid est produit par la détente d'ammoniaque comprimé à l'aide de deux compresseurs Sulzer de 300.000 frigories-heure chacun,



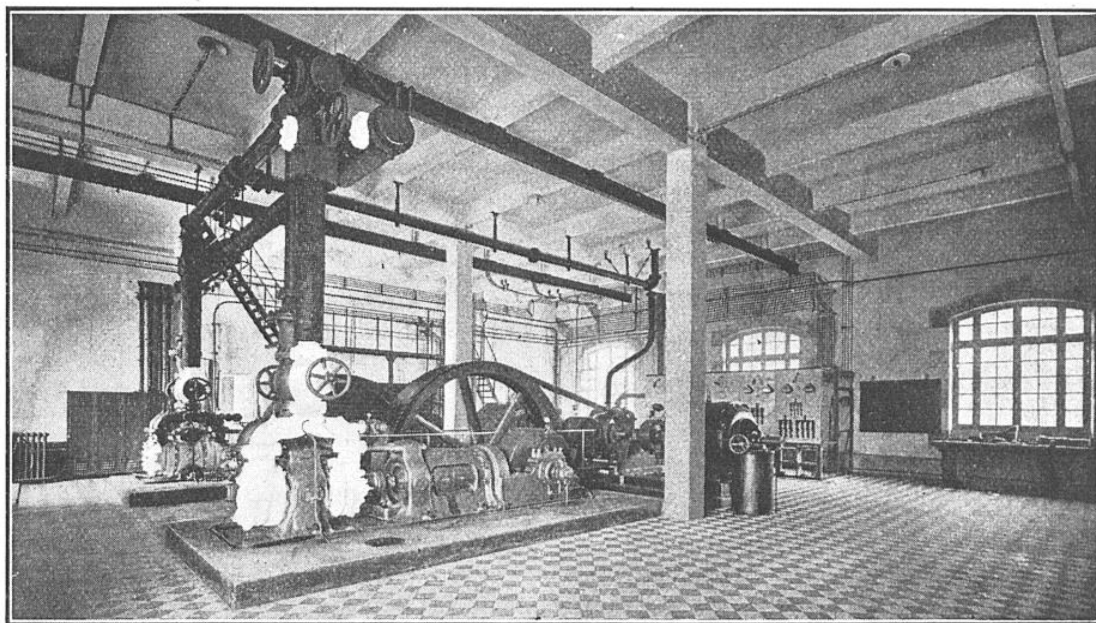
VUE EN COUPE D'UN COMPRESSEUR SULZER DERNIER MODÈLE, AVEC REFROIDISSEMENT DU CYLINDRE, DONNANT 300.000 FRIGORIES À L'HEURE

marchant en surchauffe, et actionnés par des moteurs électriques de 200 HP.

Le condenseur, du type à ruissellement, est installé sur la terrasse formant la toiture du pavillon des machines ; il est ainsi placé dans les meilleures conditions pour permettre de réaliser un refroidissement intense de l'ammoniaque réchauffé par la compression.

Si la gare frigorifique de Paris-Ivry P.-O., par suite du rationalisme apporté dans ses

l'autre à la Perrière, près de Lorient, également dès maintenant en service. L'entrepôt de Saint-Pierre-et-Miquelon a pour but la congélation des produits de la pêche dans la région de Terre-Neuve, l'entrepôt de Lorient étant destiné à la réception, l'entreposage et la réexpédition du poisson ainsi congelé. La liaison entre ces établissements sera assurée par une flotte de navires spécialement aménagés en vue des transports frigorifiques.



LA SALLE DES MACHINES DE LA GARE FRIGORIFIQUE DE PARIS-IVRY

aménagements, est un entrepôt susceptible de recevoir et de conserver indifféremment toutes les denrées périssables, tout autre sera l'entrepôt frigorifique de Lorient, qui, lui, est exclusivement réservé à la congélation et à l'entreposage du poisson.

Cet établissement, édifié de 1919 à 1921, sous la direction de M. Verrière, ingénieur en chef des Ponts et Chaussées, à Vannes, fait partie du programme de travaux conçus par le gouvernement et en cours de réalisation dans la baie de Kéroman, près de Lorient.

Ce programme, pour la mise à exécution duquel le parlement a prévu, le 21 juin 1920, l'ouverture d'un crédit de 200 millions de francs, a pour objet le développement de la flotte de pêche française et l'organisation des pêches maritimes sur nos côtes.

Il prévoit la construction de deux entrepôts frigorifiques conjugués, l'un à Saint-Pierre-et-Miquelon, actuellement achevé,

L'entrepôt frigorifique de Lorient, exclusivement réservé à la conservation du poisson, comprend, en dehors des locaux d'entreposage, une très importante fabrique de glace destinée à satisfaire une partie des besoins des chalutiers lorientais. Ces divers services se trouvent répartis entre les quatre étages et le rez-de-chaussée du bâtiment abritant l'entrepôt frigorifique proprement dit.

Au rez-de-chaussée, en dehors de huit petites chambres susceptibles d'être maintenues à des températures variant entre -1° et -12° par détente directe, et bien dégagées par de spacieuses antichambres refroidies, sont installés les ateliers de congélation des poissons locaux. Ces ateliers comportent une installation de réfrigération de saumure et deux bacs de congélation.

Le premier et le second étage sont occupés chacun par quatre vastes salles d'entrepôt refroidies, comme celles du rez-de-chaussée

par détente directe. Le troisième étage ne comprend plus que deux immenses chambres, doubles des précédentes, qui sont utilisées pour la conservation de la glace fabriquée par les machines de l'étage supérieur.

La fabrique de glace, qui occupe tout le quatrième étage, comprend deux bacs à saumure froide comportant chacun quatre-vingt-cinq rangées de vingt-six mouleaux. Elle est prévue pour produire 60 tonnes de glace par bac et par vingt-quatre heures ; chaque rangée de vingt-six mouleaux fournit 650 kilogrammes de glace par démoulage, et les dispositifs mécaniques perfectionnés dont on dispose dans cette installation moderne permettent d'effectuer un démoulage toutes les douze ou quinze minutes.

Les relations entre les divers étages ainsi qu'avec les quais de réception et d'expédition du poisson, sont établies par quatre monte-charges disposés à chaque angle de l'édifice.

Le froid nécessaire à la conservation du poisson entreposé est obtenu par détente d'ammoniaque liquéfié à l'aide de cinq compresseurs, susceptibles chacun de fournir une puissance de 280.000 frigories-heure, mus par des moteurs électriques de 120 HP. Les condenseurs, du type à immersion, sont installés dans une salle dépendant du pavillon des machines, lui-même établi

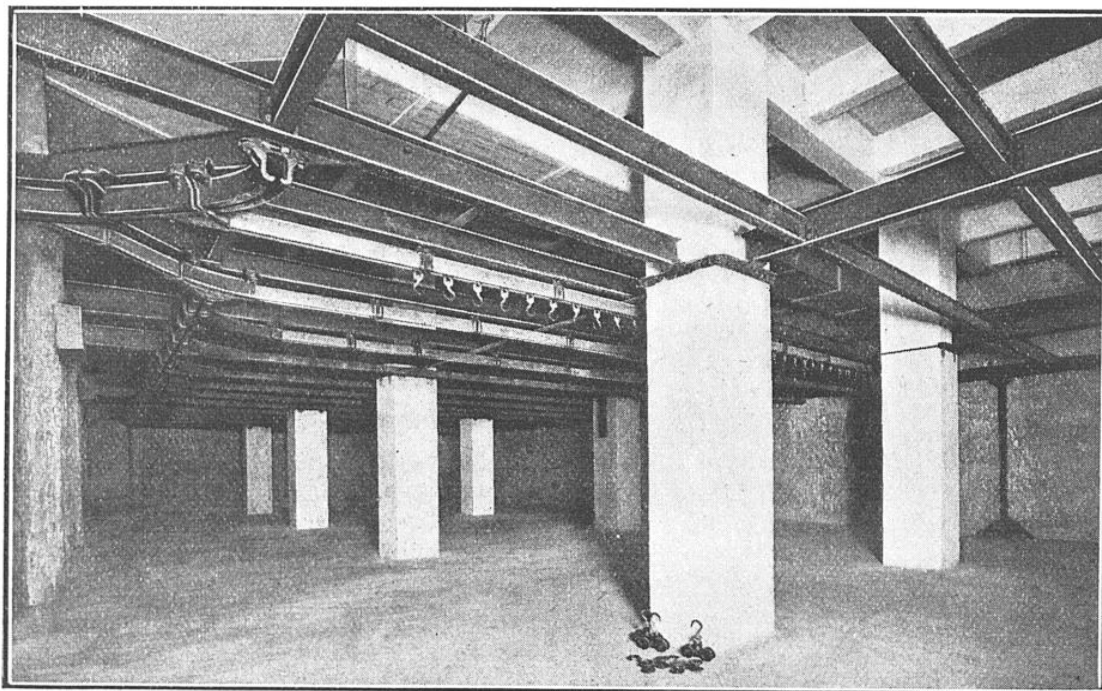
en annexe du nouvel entrepôt frigorifique.

Ainsi que nous l'avons vu, la distribution du froid dans les locaux d'entreposage se fait par détente directe de l'ammoniaque liquéfié ; néanmoins, trois frigorifères, installés, l'un au rez-de-chaussée, les deux autres au premier et au second étages, permettent le renouvellement de l'air sans qu'il puisse en résulter un dommage quelconque pour le poisson conservé dans les locaux.

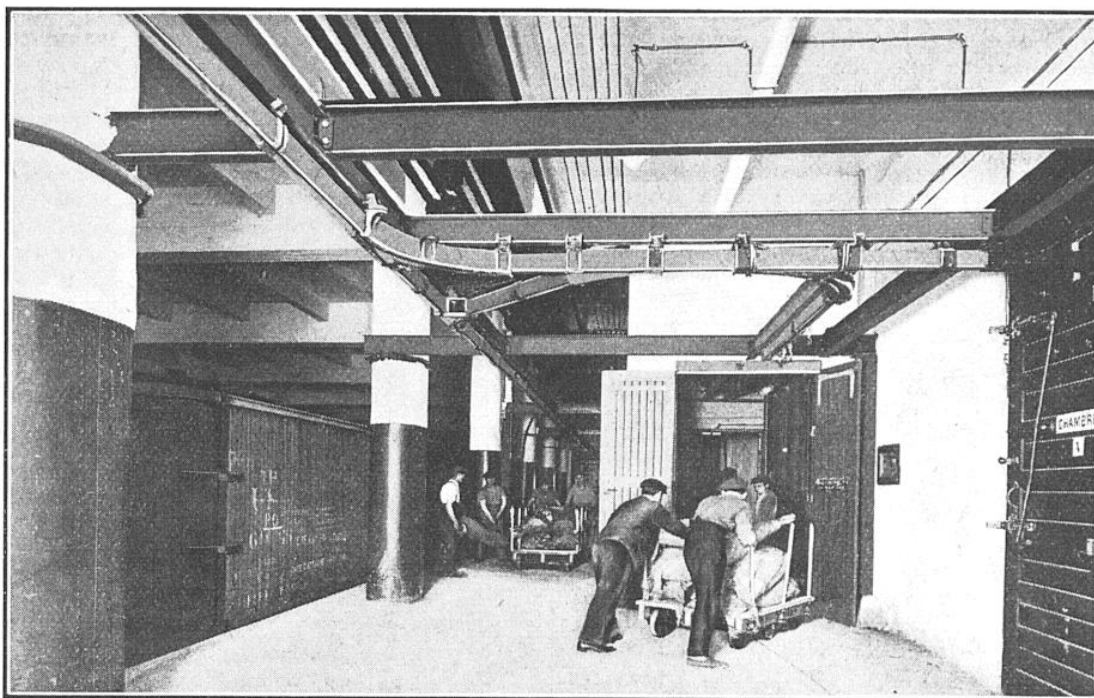
La gare frigomaritime de Bordeaux-Bassens, tout récemment mise en service et construite sur l'initiative de la Compagnie des Entrepôts frigorifiques et Docks de la Gironde, se propose l'importation, la conservation et la réexpédition des viandes congelées en provenance de l'Amérique du Sud.

Formée au début de 1920, sous les auspices de la Compagnie des chemins de fer d'Orléans, la Compagnie des Entrepôts frigorifiques et Docks de la Gironde est née du rapprochement de la Compagnie des Docks frigorifiques de Bordeaux et de la Compagnie des Transports frigorifiques.

Elle a eu pour objet de donner plus d'extension aux opérations d'importation déjà entreprises par la Compagnie des Docks frigorifiques et, par l'édification du vaste entrepôt de Bassens, dont l'outillage est remarquable, de faire de Bordeaux le port



L'ENTREPOT DES VIANDES FRAICHES A LA GARE FRIGORIFIQUE DE PARIS-IVRY



VUE DU HALL REFROIDI, A L'ÉTABLISSEMENT DE PARIS-IVRY

d'élection des importations de viande congelée que commande sa situation géographique.

Construit en bordure de la Garonne et relié par un transporteur mécanique de 191 mètres de longueur à un appontement en rivière de 120 mètres de long desservi par quatre grues électriques, l'entrepôt frigorifique de Bordeaux-Bassens est raccordé à la ligne de Paris à Bordeaux, de la Compagnie d'Orléans, par un embranchement particulier.

Les divers services de cet établissement, qui justifie bien son nom de gare frigomaritime, sont répartis entre le rez-de-chaussée et le premier étage du bâtiment qui abrite, outre l'entrepôt proprement dit, les bureaux d'exploitation et les machines de production du froid.

L'entrepôt frigorifique comprend quatre chambres froides pouvant recevoir chacune 1.000 tonnes de marchandises et maintenues à la température de -6° à l'aide d'un frigorifère unique. Le froid nécessaire est produit par la détente de l'ammoniaque liquéfié à l'aide de trois compresseurs Sulzer susceptibles chacun d'une puissance de 300.000 frigories-heure, actionnés par des moteurs électriques de 75 HP. Les condenseurs, du type à immersion, sont installés en annexe de la salle des machines, non loin d'un vaste hall capable de recevoir 2.000 tonnes de marchandises dont la conservation ne néces-

sité pas expressément l'emploi du froid.

La liaison entre les divers entrepôts frigorifiques actuellement en service en France, est établie à l'aide de wagons spécialement aménagés appartenant aux divers réseaux ferrés, à la Compagnie des Transports frigorifiques et à d'autres entreprises similaires.

Le matériel roulant exploité par la Compagnie des Transports frigorifiques appartient à la Compagnie d'Orléans et comprend, d'une part, 200 wagons P.-O. « type M », qui furent aménagés au cours de la guerre par les soins des services de l'Intendance pour l'alimentation du front, d'autre part, 1.070 wagons isothermes ou réfrigérants cédés par l'armée américaine au réseau à la fin des hostilités, et encore des wagons de types spéciaux.

Ces wagons procèdent de deux types très nettement différents, à savoir :

1^o Les wagons frigorifiques ou réfrigérants comportant des installations de réfrigération à l'aide de bacs à glace ou par tout autre système de production du froid ;

2^o Les wagons isothermes caractérisés par l'absence d'appareil réfrigérant et par la forte isolation thermique de ses parois.

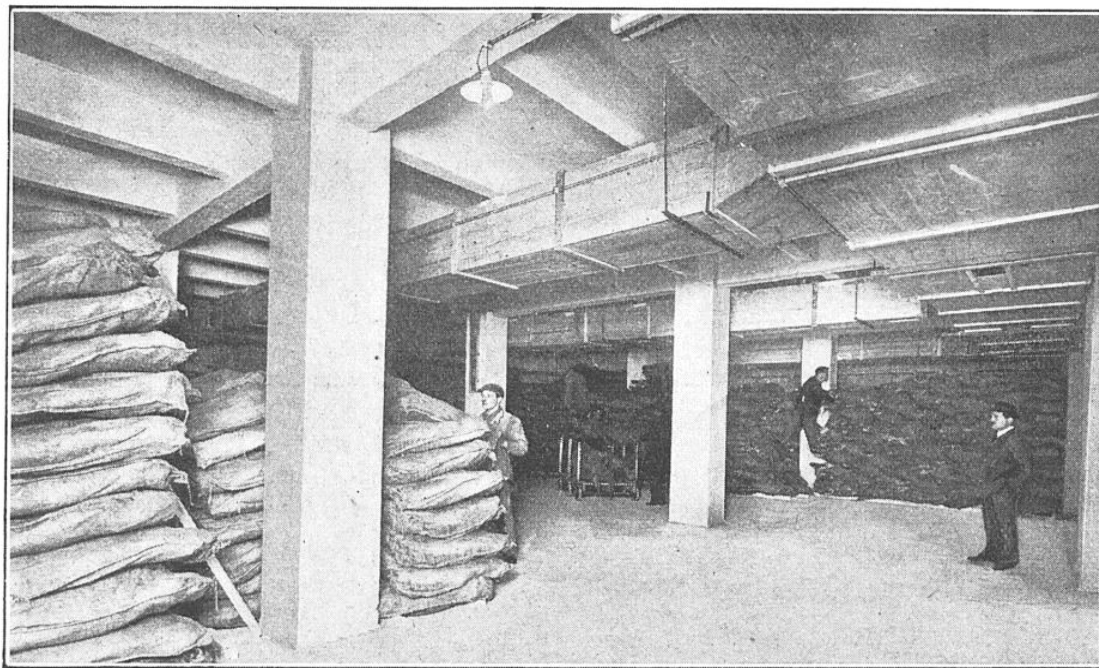
Les wagons réfrigérants avec bacs à glace, ainsi d'ailleurs que les trains-usines comportant une installation de production du froid par détente d'un fluide comprimé ayant fait

l'objet d'une étude détaillée dans le n° 30 de *La Science et la Vie*, nous ne reviendrons pas sur cette question ; nous dirons seulement que ces wagons sont surtout utilisés dans le transport des viandes réfrigérées.

Les wagons isothermiques, dont la conception remonte au début de 1915, s'adressent au transport des viandes et, en général, de toutes les denrées congelées (beurre, poisson, etc.). Ils sont caractérisés, comme nous l'avons dit, par la forte isolation de leurs

ture à l'intérieur reste sensiblement constante ; dans ces conditions, la conservation des denrées est assurée et l'installation d'un appareil réfrigérant devient un luxe inutile.

Le wagon isothermique possède sur le wagon réfrigérant la supériorité incontestable de ne nécessiter aucun entretien et d'être particulièrement économique. Il convient à merveille au transport des viandes congelées, du beurre frigorifié, etc... Enfin, le wagon isothermique peut être utilisé



L'ENTREPOT DES VIANDES CONGELÉES A LA GARE FRIGORIFIQUE DE PARIS-IVRY

parois à l'aide d'une épaisseur de 15 centimètres de tourbe ou de liège granulé et par l'absence de tout système de réfrigération.

L'idée qui a présidé à leur établissement réside dans ce que les denrées congelées, amenées à des températures allant de -6° à -9° , et, par conséquent, très inférieures au point de congélation, portent en elles un volant de froid considérable.

Ces denrées étant introduites dans une enceinte limitée et très soigneusement isolée au point de vue thermique, des échanges de chaleur s'établissant entre la masse congelée et l'air ambiant, la température de l'enceinte ne tarde pas à être ramenée au-dessous du point de congélation. Si l'isolation de l'enceinte est suffisante, les échanges de chaleur ne peuvent s'établir entre l'air qu'elle renferme et l'atmosphère extérieure, et la tempéra-

avec succès pour le transport de la marée fraîche. En effet, le poisson frais étant livré au commerce emballé dans de la glace, emporte, tout comme les denrées congelées, un volant de froid suffisant pour maintenir constante la température de l'atmosphère du wagon isothermique.

Les quelques considérations qui précèdent donnent une idée de l'effort remarquable accompli par les réseaux de chemins de fer français dans le but de développer le trafic des denrées périssables dans notre pays.

Grâce à l'active propagande suscitée par l'intelligente initiative de ces grands organismes, un courant d'opinion se dessine en faveur de l'extension de la consommation des produits congelés, pratique éminemment louable tant au point de vue économique qu'à celui de l'hygiène.

MAURICE BOULEAU.

POUR OBTENIR UNE AIGUILLE IL FAUT DE MULTIPLES OPÉRATIONS

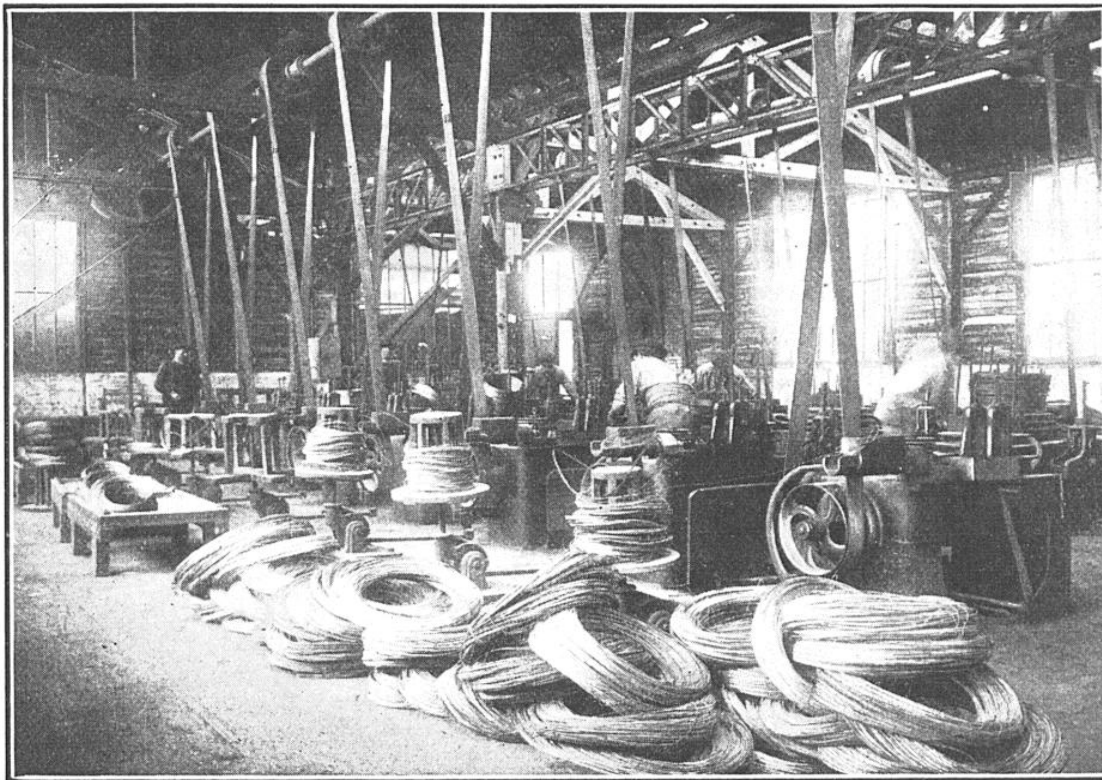
Par Gaston CORDEROY

Les fabriques d'aiguilles installées en France sont peu connues en général, et on est porté à croire que notre pays est complètement tributaire de l'étranger (Angleterre et Allemagne) pour son approvisionnement normal en aiguilles à coudre.

Cette industrie est, il est vrai, très localisée et n'est guère en faveur que dans la petite ville de Laigle, dans l'Orne, où l'on fabrique également des épingles de toutes sortes. Pourtant, la France produit des aiguilles, elle en fabrique même en quantité suffisante, non seulement pour alimenter la consommation métropolitaine, mais encore

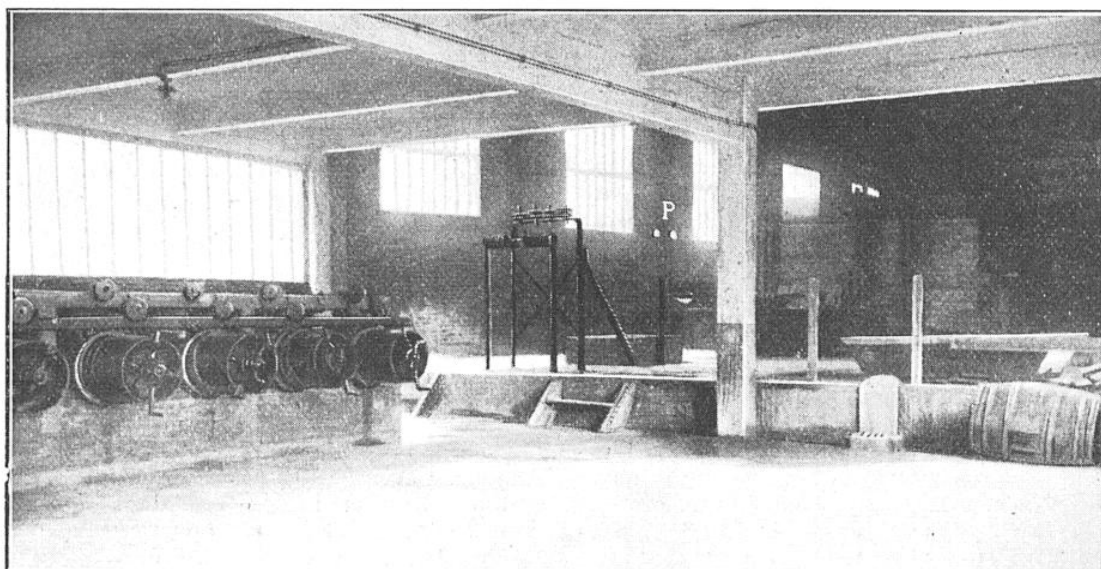
pour faire un important commerce d'exportation avec ses colonies et avec les pays étrangers, car, si les usines françaises qui se livrent à cette fabrication sont peu nombreuses, leur importance compense largement leur nombre très restreint.

Le manque de matières premières, en France, a été une des grosses difficultés qui ont entravé la fabrication des aiguilles. Pour arriver à des résultats pratiques convenables, il a fallu que la fabrique d'aiguilles puisse exécuter elle-même le tréfilage de la matière première par des procédés essentiellement modernes et tout à fait scientifiques.



TRÉFILERIE DE L'ACIER DESTINÉ A LA FABRICATION DES AIGUILLES

Une des grosses difficultés à surmonter pour l'obtention d'aiguilles de bonne qualité réside dans la préparation de la matière première. C'est pourquoi la fabrique d'aiguilles que nous décrivons ici fait elle-même le fil d'acier qui lui est nécessaire pour la bonne marche de son industrie.



TRAITEMENT THERMIQUE DE L'ACIER DESTINÉ A FABRIQUER DES AIGUILLES

Afin d'obtenir des produits toujours semblables à eux-mêmes, il faut que les divers traitements subis par la matière première soient toujours identiques. Le fil d'acier passe dans les fours visibles au dernier plan de notre photographie, fours dont la température est rigoureusement contrôlée par des pyromètres P fixés au mur. Le fil est ensuite enroulé sur les bobines à axe horizontal que l'on voit à gauche.

Nous ne décrivons pas en détail toutes les manipulations subies par le métal avant d'être propre à passer à la fabrication.

L'acier machine est d'abord minutieusement analysé, chimiquement et physiquement, par les méthodes actuelles de micrographie (fig. page 363). Cet acier est ensuite ébauché sur des machines à tréfilages multiples à grand rendement avec des filières calibrées mécaniquement et présentant une très grande précision.

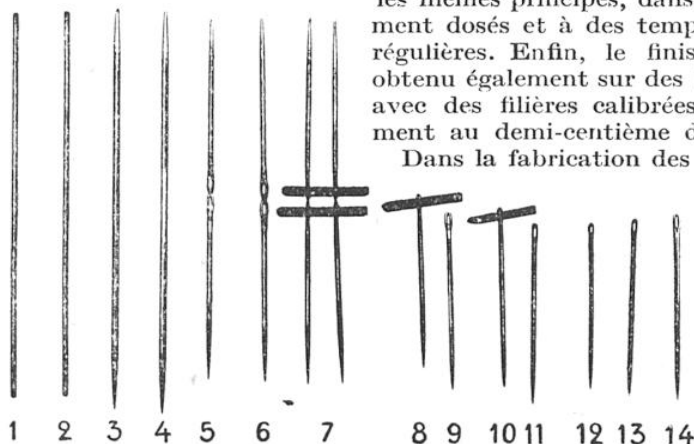
Les traitements thermiques, au four à trempe continue, sont minutieusement contrôlés au moyen

de pyromètres enregistreurs, de telle façon qu'une pièce ayant reçu un coup de feu puisse immédiatement être écartée.

Les fils doivent être ensuite décapés, selon les mêmes principes, dans des bains exactement dosés et à des températures toujours régulières. Enfin, le finissage des fils est obtenu également sur des bobines multiples avec des filières calibrées très rigoureusement au demi-centième de millimètre.

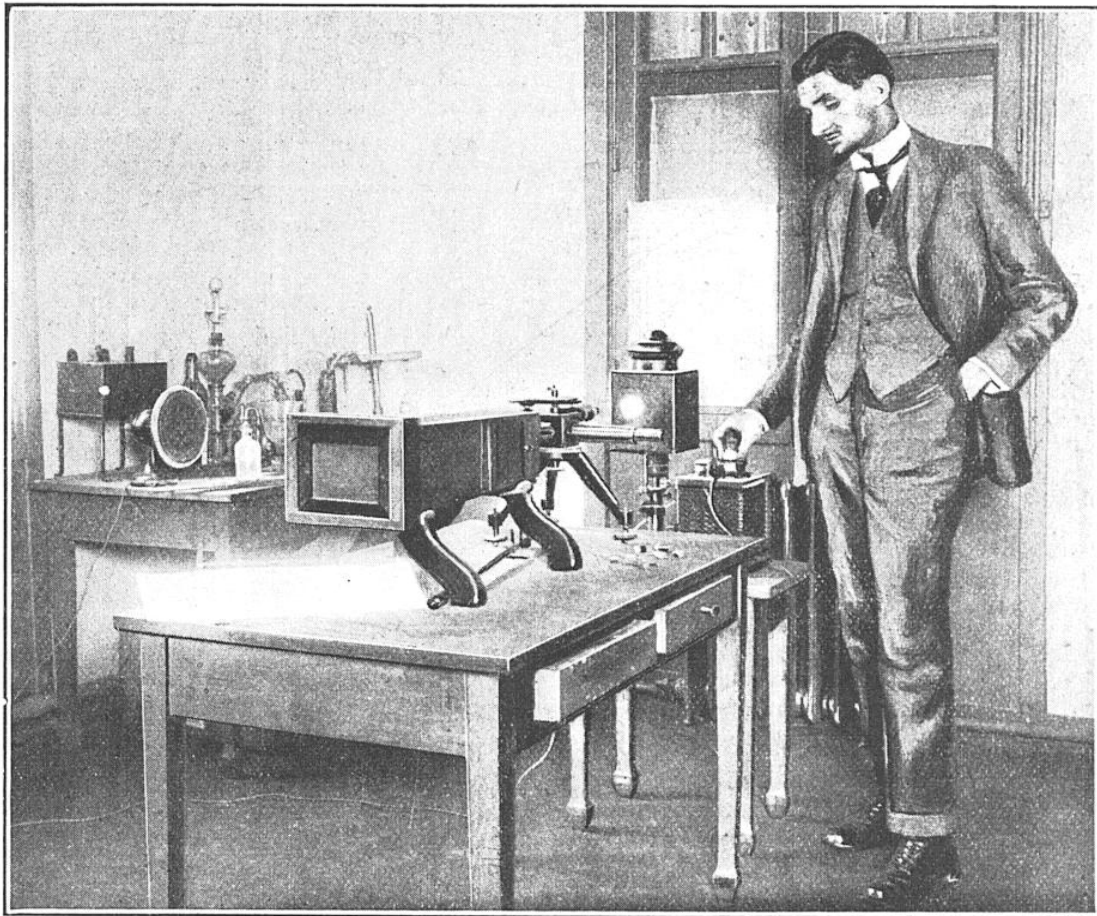
Dans la fabrication des aiguilles, on peut

distinguer deux cas : la fabrication ordinaire, dans laquelle toutes les phases sont exécutées séparément, et la fabrication automatique, où toutes les opérations sont effectuées par une seule machine. La première méthode est celle que nous décrivons en détail, car elle permet de suivre pas à pas



DIVERSES PHASES DE LA FABRICATION DES AIGUILLES

1, tronçon coupé à la longueur de deux aiguilles ; 2, tronçon dressé à chaud ; 3, les deux bouts du tronçon sont empointés ; 4, la partie médiane est meulée, c'est le « blanchissage » du tronçon ; 5, l'empreinte du chas des deux aiguilles est estampée ; 6, le chas des aiguilles est percé ; 7 les tronçons sont enfilés sur des broches ; 8 et 9, le tronçon est séparé en deux parties ; 10 et 11, les joues et la tête de l'aiguille sont limées ; 12, aiguille dressée à chaud ; 13, aiguille trempée et revenue ; 14, aiguille polie terminée prête à être piquée sur étoffe et à être mise en paquets.



EXAMEN MICROGRAPHIQUE DU FIL D'ACIER EN COURS DE TRÉFILAGE

Dans son numéro 10, à la page 47, La Science et la Vie a publié un article montrant ce que l'on peut attendre de l'étude des métaux au microscope. La texture interne de l'acier est complètement dévoilée et toute fabrication défectueuse peut être immédiatement reconnue et éliminée.

le passage de l'acier à l'aiguille terminée.

Le fil d'acier, arrivé en couronnes, est coupé en longueurs régulières, en tronçons, qui deviendront plus tard deux aiguilles et ont donc la longueur convenable pour cela.

Ces tronçons, sommairement dressés sur la machine, subissent ensuite une opération de dressage à chaud, de façon à les rendre exactement parallèles les uns aux autres.

Cette opération est représentée sur la figure du haut de la page 364.

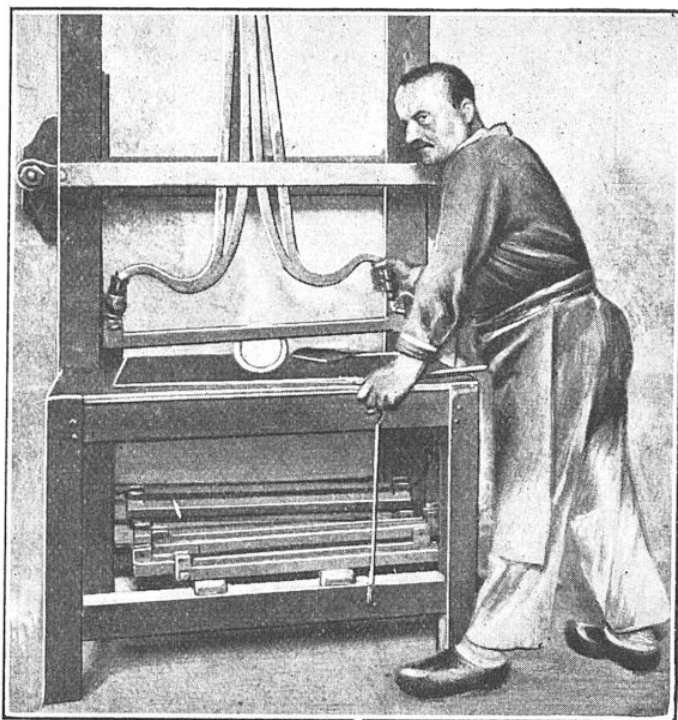
L'ouvrier a pris un paquet de fils d'acier et les a réunis en un faisceau. Au moyen d'une règle bien dressée, il roule ce faisceau sur une table également bien dressée. Le frottement des tronçons les uns sur les autres, qui se fait à chaud, leur fait subir une sorte de rodage, et un dressage parfait est obtenu.

Ensuite, les tronçons sont *empointés* à

leurs deux extrémités sur des meules très fines. Ayant été chauffés au four pour le dressage à chaud, ces petits morceaux d'acier sont recouverts d'une légère couche d'oxyde qu'il importe de faire disparaître au milieu du tronçon, à l'endroit où sera effectué l'estampage de la tête. Les tronçons empointés passent donc dans une machine où une meule très fine enlève, au milieu du tronçon, la légère couche d'oxyde. Cette opération préliminaire s'appelle le « blanchissage ».

Les tronçons sont ensuite estampés à la machine ; cette opération consiste à imprimer, à l'aide de deux matrices gravées dans des aciers extra-durs, l'empreinte des deux têtes d'aiguilles à la place exacte qu'elles devront occuper définitivement.

Les têtes estampées sont, à l'aide d'une machine, percées à l'endroit du chas (fig.



DRESSAGE A CHAUD DES TRONÇONS

Les tronçons ont été coupés à la longueur voulue pour fabriquer deux aiguilles à la fois. On en fait un paquet et l'ouvrier passe dessus, à plusieurs reprises, et à chaud, une règle bien droite. Comme la table de travail est elle-même bien dressée, tous les tronçons sortent très droits de cette opération préliminaire.

page 365); une tige d'acier plate est enfilée dans chacun des deux trous des aiguilles de façon à former une brochette où toutes les aiguilles sont présentées sur champ.

Les deux aiguilles enfilées dans leur fil plat sont cassées par le milieu et on obtient des brochettes d'aiguilles simples. Ces brochettes d'aiguilles simples, prises dans une pince, sont meulées d'abord sur les joues, pour enlever les bavures de l'estampage, et, ensuite, sur la tête, pour former l'arrondi.

Lors de ces opérations multiples, les aiguilles, qui ne sont pas encore trempées, ont pu légèrement se tordre; elles sont dressées à nouveau à chaud par le procédé que nous avons déjà décrit et représenté ci-dessus.

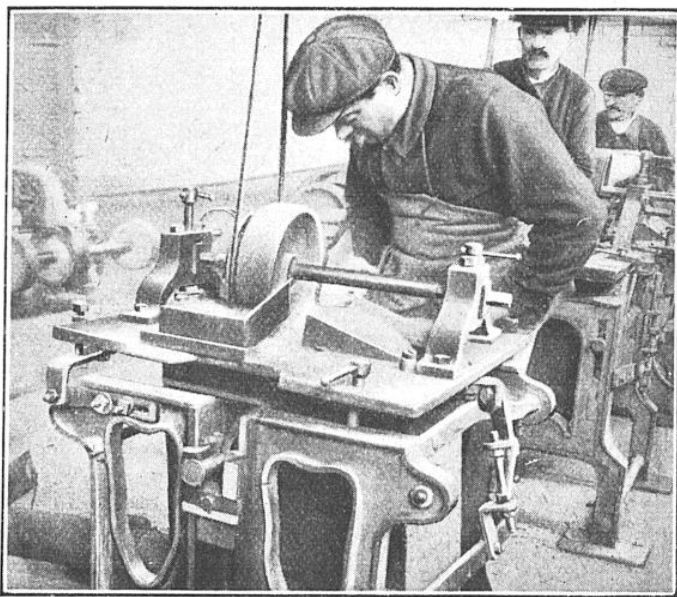
Les aiguilles sont réchauffées

à une température exactement connue et d'une régularité parfaite constatée par des pyromètres enregistreurs; elles sont précipitées dans un bain d'huile à température toujours régulière, de façon à obtenir la trempe de l'acier. Comme il est impossible d'avoir, d'un seul coup, une trempe tout à fait régulière, on plonge ensuite les aiguilles dans un bain d'huile à température voulue, pour obtenir le revenu exact et parfait de l'acier.

L'opération du polissage succède à la trempe. Les aiguilles sont placées sur des polisseurs, où on leur donne des marches successives avec des grès, des émeris et des potées d'étain de plus en plus fines (fig. page 367).

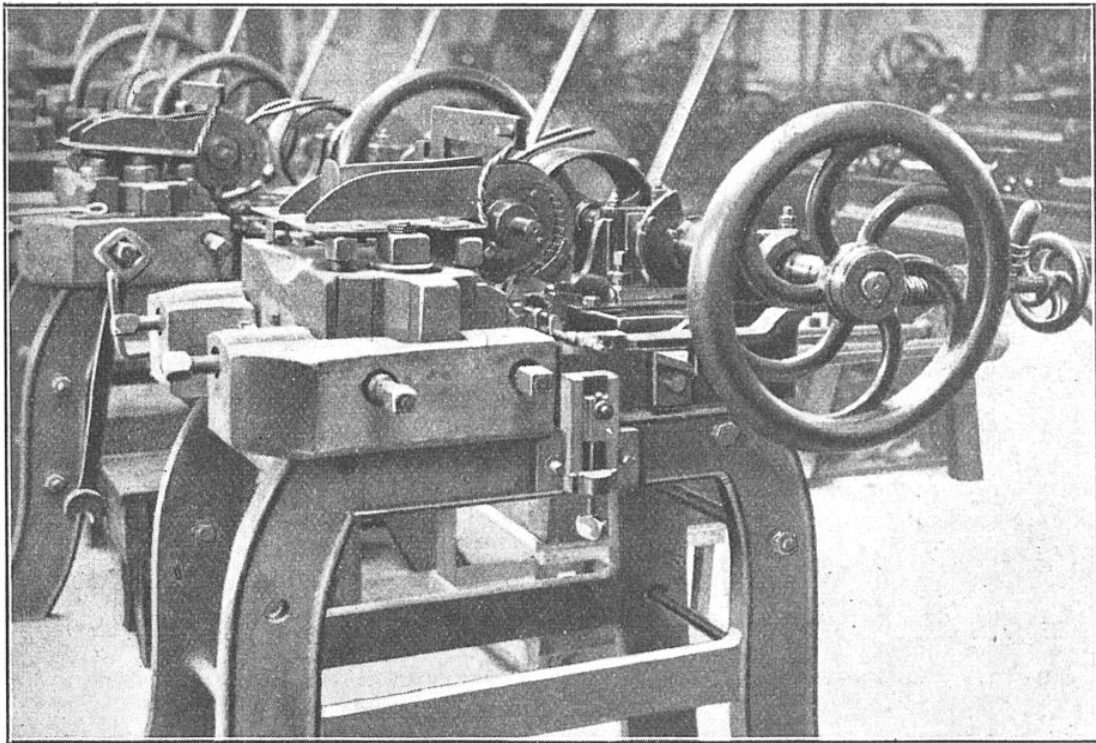
Certaines qualités supérieures d'aiguilles subissent cinq, six et quelquefois huit opérations successives de polissage, chaque opération exigeant une durée voisine de vingt-quatre heures.

Mais les aiguilles sont alors mélangées et les têtes et les pointes ne sont pas toutes du même côté; elles sont soumises, dans des boîtes auxquelles on imprime



EMPOINTAGE DES EXTRÉMITÉS DES TRONÇONS

Ce travail est effectué au moyen d'une meule d'émeri très fine tournant avec une très grande rapidité.



MACHINES EMPLOYÉES POUR L'ESTAMPAGE DE LA TÊTE DES AIGUILLES

un mouvement de va-et-vient, à l'opération dite « apprêtissage », qui consiste à les ranger toutes exactement les unes à côté des autres. Ces aiguilles sont ensuite, à la main, mises les têtes d'un côté et les pointes de l'autre et enfin regroupées dans le bon sens.

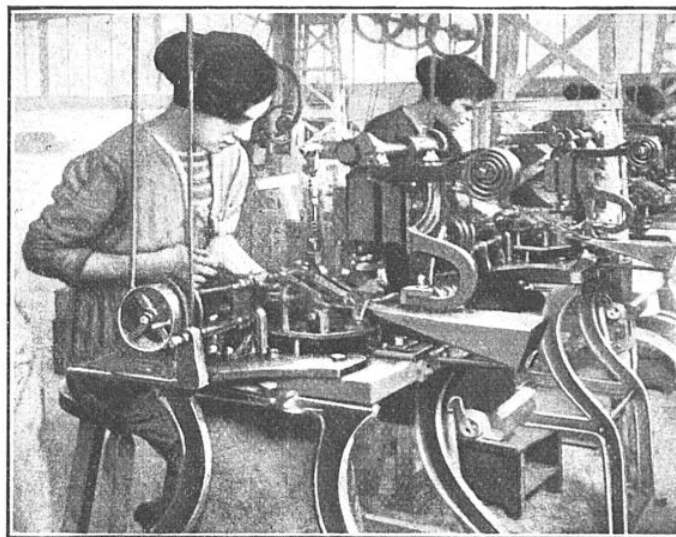
Les aiguilles ont pu, lors de ces manutentions successives, avoir leur pointe légèrement émoussée; elles sont passées devant une meule très fine pour être ravivées (fig. page suivante).

Les meulages

et polissages successifs par frottement et usure peuvent avoir modifié légèrement la longueur des aiguilles. Un regroupement

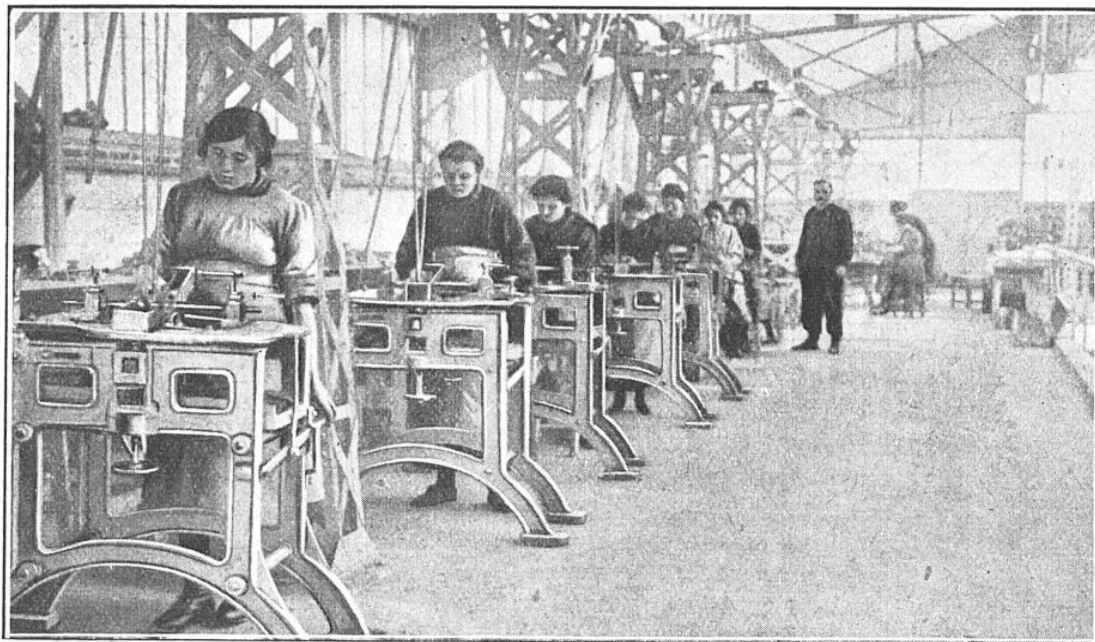
est donc nécessaire et celui-ci est effectué à la main. Cette manutention délicate s'appelle le « talage » (fig. page 366). Les aiguilles sont ensuite, également à la main, minutieusement triées pour éliminer celles qui paraissent défectueuses, soit qu'elles soient tordues, cassées ou épointées.

La dernière opération mé-



LE PERÇAGE DU « CHAS » DES AIGUILLES

Les tronçons estampés passent sous le poinçon d'une machine qui perce le « chas » à la place voulue.



LES POINTES ÉMOUSSÉES DES AIGUILLES SONT RAVIVÉES A LA MEULE TRÈS FINE

canique consiste en un brunissage de l'aiguille polie, sur une meule en peau de chamois, travail qui termine sa fabrication.

Il n'y a plus qu'à effectuer les paquetages appropriés à la vente. Les aiguilles sont manutentionnées à la main pour être, soit piquées sur drap, soit piquées sur papier, soit mises dans des étuis ou plus simplement enveloppées de papier.

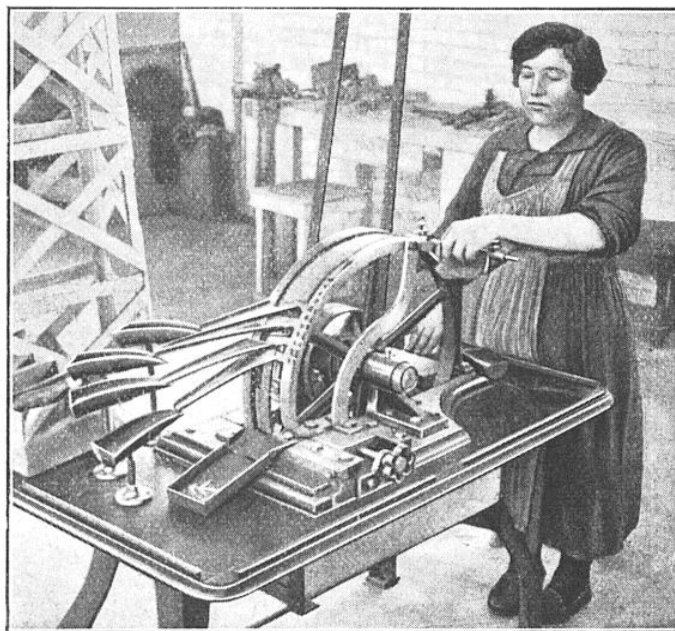
Notre photographie de la page 367 représente une machine qui effectue automatiquement et rapidement toutes les opérations que nous venons de décrire en détail.

Elle prend le fil d'acier dont elle déroule la couronne, le dresse, le coupe, estampe la tête, perce le châs, exécute la pointe

et donne une aiguille complètement finie.

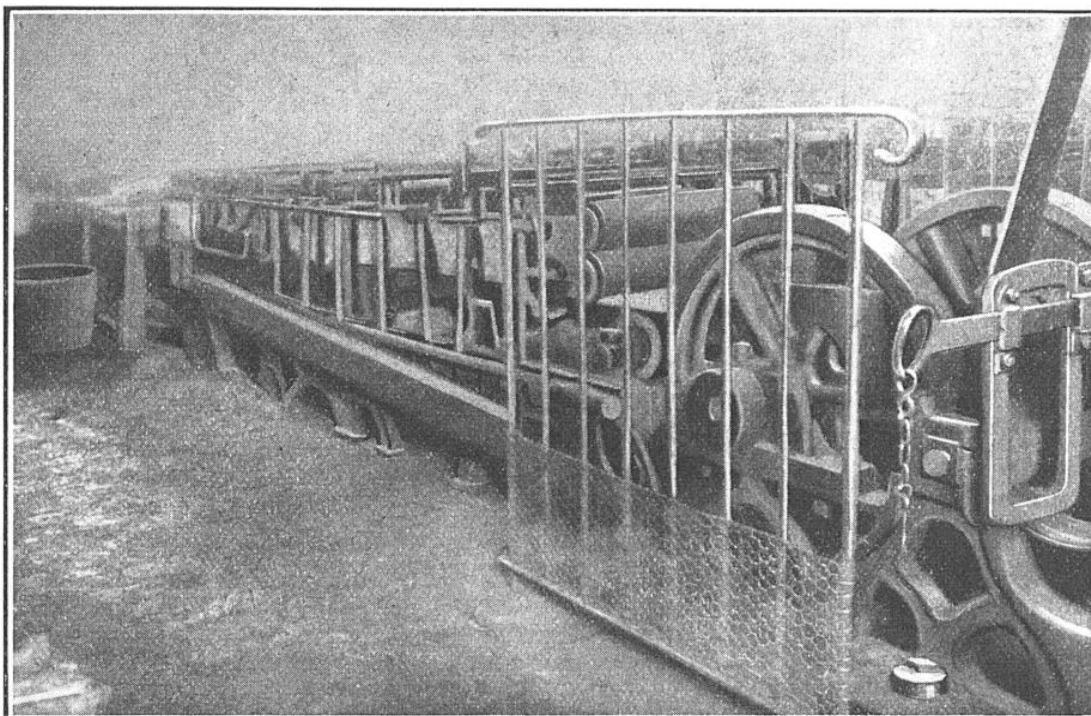
Cette machine peut produire environ 80.000 aiguilles par journée de huit heures. Elle est exploitée en licence à l'étranger, et, en 1914, la majeure partie des aiguilles fabriquées en Allemagne étaient déjà confectionnées avec cette machine essentiellement française.

L'opinion assez générale que l'on ne fabrique pas d'aiguilles en France, n'est

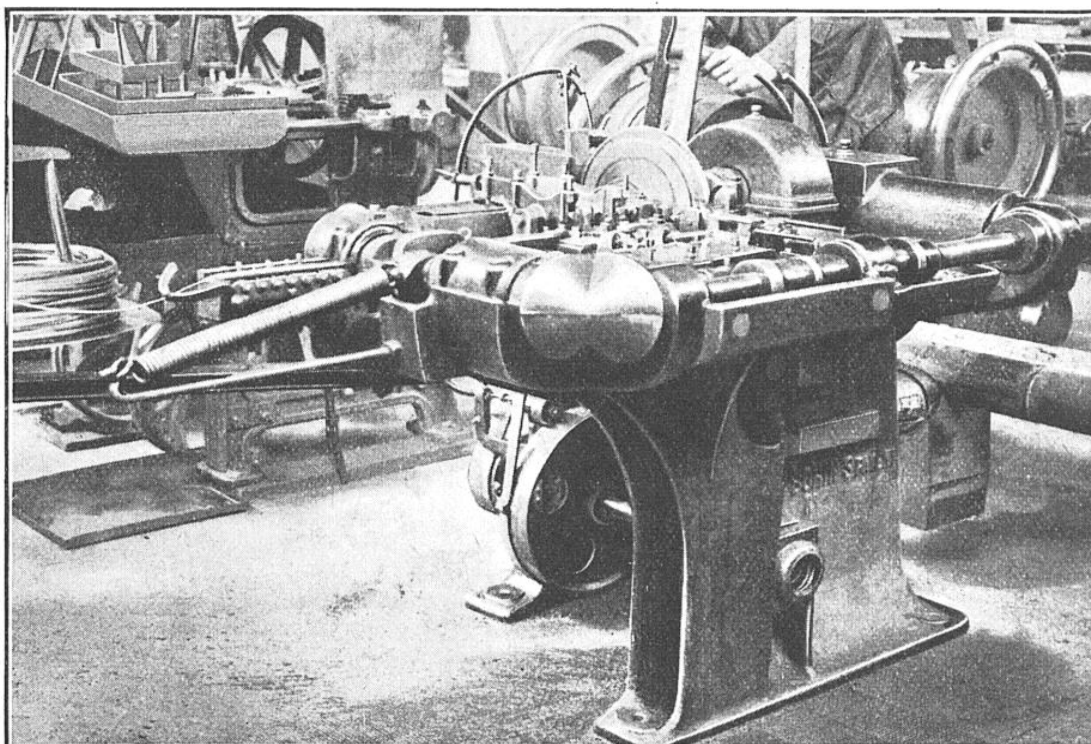


LE « TALLAGE » DES AIGUILLES D'ACIER

L'opération consiste à ranger par grandeur les aiguilles que tous les traitements précédents ont pu modifier légèrement.



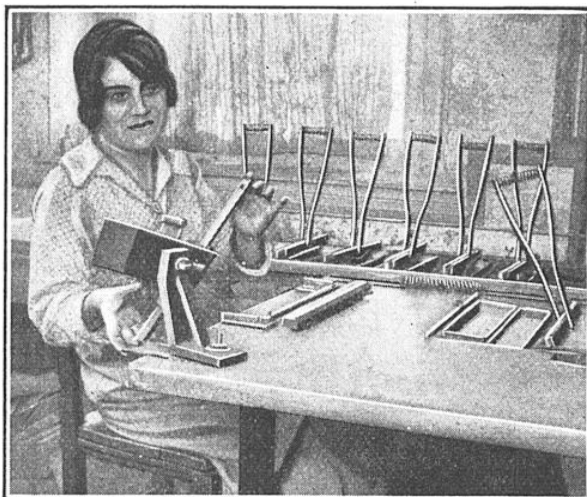
SUR CE BANC A POLIR, LES AIGUILLES SUBISSENT DE 6 A 8 OPÉRATIONS DE POLISSAGE



CETTE MACHINE PREND LE FIL D'ACIER ET REND DES AIGUILLES ENTièrement FINIES

done nullement fondée et il ne faut en voir la source que dans la limitation de cette industrie dans une région bien déterminée de notre pays.

De même que les aiguilles sont fabriquées automatiquement, elles sont « tallées », « appéries » et « triées » automatiquement ; elles sont mises sur drap et pliées dans des papiers par des machines automatiques où la main-d'œuvre consiste uniquement dans la surveillance de ces machines. Les papiers sont automatiquement repliés, les étiquettes sont collées automatiquement sur ces papiers et il ne reste plus qu'à livrer



SOUVENT ON DORE LA TÊTE DES AIGUILLES

L'opération consiste à prendre une rangée d'aiguilles avec une pince spéciale et à tremper les têtes dans un bain de galvanoplastie.

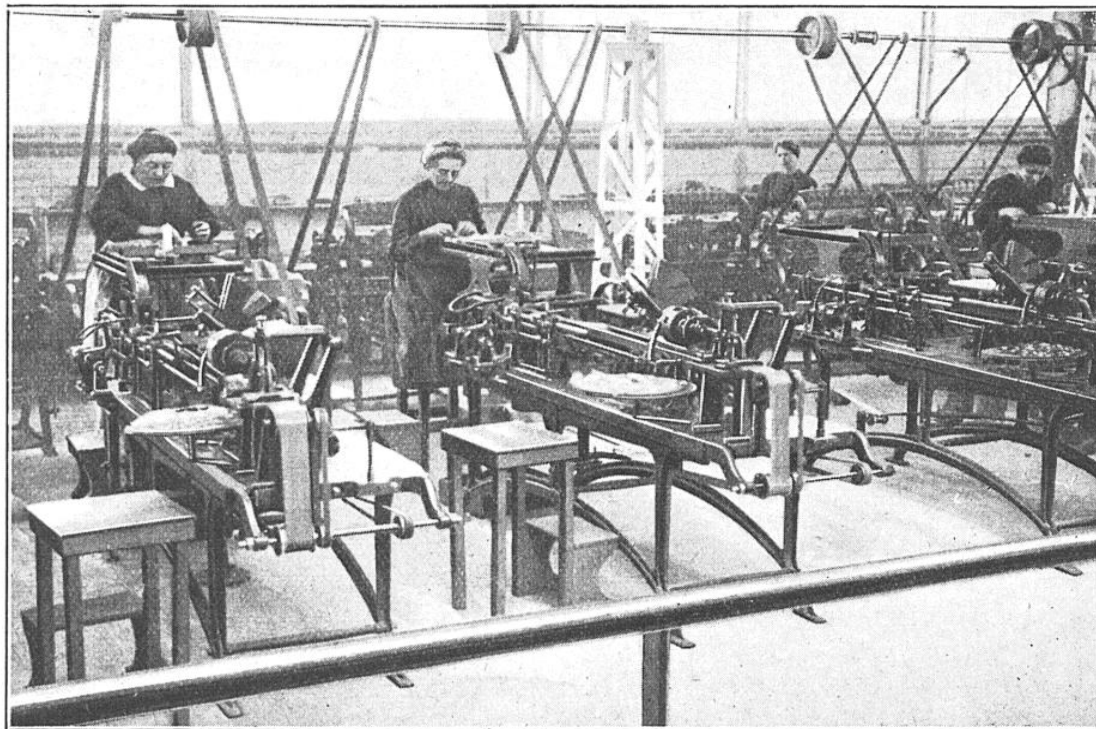
les aiguilles à la consommation.

La description de la fabrication manuelle des aiguilles montre combien les opérations nécessaires pour avoir un résultat satisfaisant sont longues et délicates. Elles sont cependant indispensables.

C'est ainsi que de la préparation minutieuse du fil d'acier qui sert à leur fabrication dépendent les principales qualités des aiguilles à coudre, et celles qui se tordent proviennent toujours d'une matière première

qui n'a pas été assez étudiée. G. CORDEROY

Les photographies qui illustrent cet article ont été prises dans les usines de M. M. B. Bohin fils, à Laigle.



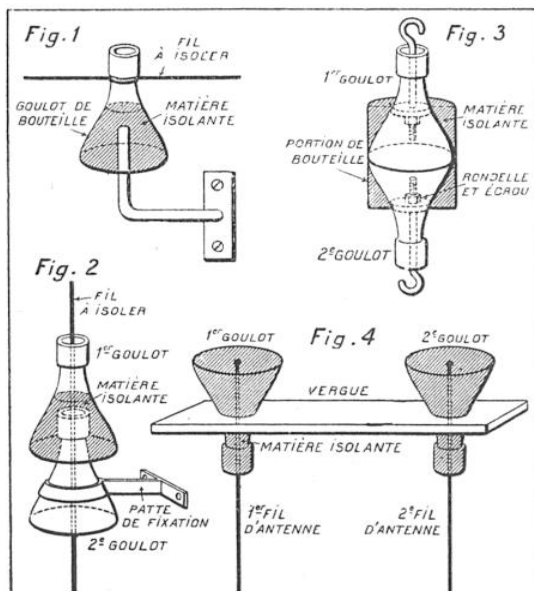
LE PIQUAGE DES AIGUILLES SUR ÉTOFFE, LEUR MISE EN PAQUETS EN NOMBRE ÉGAL, LE COLLAGES DES ÉTIQUETTES SUR LES PAQUETS, ETC, TOUT CELA EST FAIT MÉCANIQUEMENT

QUELQUES CONSEILS TRÈS PRATIQUES POUR LES AMATEURS DE T. S. F. (RADIOPHONIE ET RADIOTÉLÉGRAPHIE)

Par Luc RODERN

Quelques isolateurs bon marché

LES figures ci-dessous représentent divers types d'isolateurs réalisés de façon simple au moyen de goulots de bouteille. La figure 1 montre un isolateur constitué par un seul goulot de bouteille dont



DIFFÉRENTS TYPES D'ISOLATEURS CONSTRUITS
AVEC DES GOULOTS DE BOUTEILLES

l'extrémité supérieure est bouchée par du papier. Une tige de fer recourbée pénètre à la partie inférieure du goulot, où elle est fixée au moyen d'une matière isolante quelconque, soufre ou goudron, par exemple.

La figure 2 représente un autre type d'isolateur dans le centre duquel passe le fil parcouru par un courant. La partie supérieure d'un premier goulot est fixée dans la partie inférieure d'un second goulot au moyen d'une matière isolante quelconque, soufre ou goudron. La fixation de l'isolateur au mur se fait de la façon indiquée sur le dessin au moyen d'une patte de fixation.

La figure 3 fait voir un isolateur d'un

autre type. Les deux goulots sont disposés de la façon indiquée ; ils sont renfermés dans la partie cylindrique d'une bouteille ordinaire, chaque extrémité étant remplie d'une matière isolante. Avant montage, un boulon à œil est fixé à chaque extrémité des deux goulots au moyen d'une rondelle et d'un écrou introduits par la partie large des goulots.

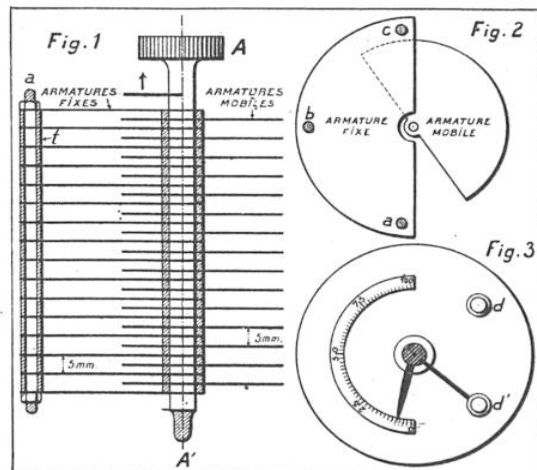
La figure 4 montre comment l'on peut utiliser deux goulots de bouteilles comme isolateurs pour fixer les extrémités de deux fils d'antenne à une vergue horizontale.

Pour couper les goulots à la forme indiquée, on peut procéder de la façon suivante : enrouler un fil saturé de pétrole ou d'essence à l'endroit voulu, y mettre le feu et, un moment après, plonger la bouteille dans de l'eau froide. Le verre se sépare aussitôt.

Construction d'un condensateur variable

IL est indispensable d'employer à la réception un condensateur variable permettant d'accorder son appareil sur la longueur d'onde des postes à recevoir.

Les meilleurs condensateurs variables sont les condensateurs à air. Nous allons montrer comment on peut facilement, et à peu de frais, construire un tel condensateur.



DÉTAILS DU CONDENSATEUR VARIABLE

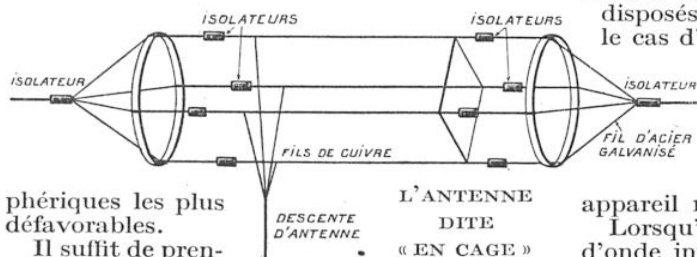
Les armatures fixes et mobiles sont en forme de demi-cercles (fig. 2). Les armatures fixes ont 17 centimètres de diamètre et sont au nombre de seize ; elles sont taillées dans une plaque de fer-blanc de un demi-millimètre d'épaisseur. Les armatures mobiles ont un diamètre de 14 centimètres et sont au nombre de quinze, elles sont taillées dans la même plaque de fer-blanc. Dans les premiers demi-cercles (armatures fixes) sont pratiqués trois trous *a, b, c* (fig. 2) qui servent à l'introduction de supports constitués par des tiges de liaison de 8 à 10 millimètres de diamètre. Les demi-cercles fixes sont maintenus parallèles et à la distance de 5 millimètres les uns des autres, au moyen de petits tubes en ébonite *t* (fig. 1) ; il en est de même pour les armatures mobiles. Celles-ci sont fixées à un arc métallique *A A'* surmonté d'un bouton moleté en matière isolante *A* ; ce bouton est muni d'un index *I*. En faisant tourner l'axe *A A'*, on fait pénétrer plus ou moins les secteurs mobiles dans les intervalles des demi-cercles fixes, ce qui fait varier la capacité de l'appareil. La capacité est maximum quand les armatures mobiles sont entièrement introduites dans les armatures fixes.

Au cours du montage, il faudra vérifier que les disques des deux armatures ne viennent pas en contact, pour éviter un court-circuit.

Les deux blocs d'armatures sont fixés sur deux bases circulaires en bois paraffiné percées à leur centre pour laisser passer l'axe *A B*. Deux bornes *d* et *d'*, en communication l'une avec les armatures fixes, l'autre avec les armatures mobiles, complètent l'appareil dont la capacité maximum atteint environ 0,001 microfarad. La capacité se lit très aisément sur une échelle graduée de 0 à 100 (ou mieux, en fractions de microfarad).

Construction de l'antenne du type dit "en cage"

L'ANTENNE « en cage » est une antenne simple à réaliser et qui donne d'excellents résultats, tant pour la réception que pour l'émission. Convenablement construite, elle résistera aux conditions atmos-



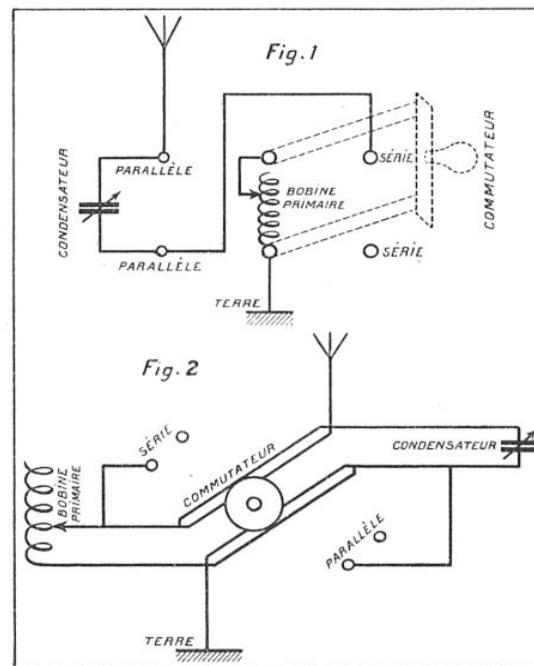
phériques les plus défavorables.

Il suffit de prendre deux cercles d'un même diamètre, qui pourront être des douves de barrique, par exemple, des jantes de bicyclette, etc., qui seront vernies très soigneusement avant le montage.

La figure de la colonne précédente représente l'antenne telle qu'elle doit être montée.

Commutateur série-parallèle

NOUS donnons ci-dessous deux procédés extrêmement simples permettant de faire passer un condensateur de la position en série sur l'antenne à la position en dérivation à travers la bobine primaire.



La figure 1 montre schématiquement et clairement la méthode de connexion employant un interrupteur à deux pôles.

La figure 2 de la planche ci-dessus représente exactement le même circuit, mais le commutateur est composé de deux lames isolées l'une de l'autre et s'étendant à la même distance de part et d'autre du bouton.

La première méthode convient mieux dans le cas où les appareils sont simplement disposés sur une table, par exemple dans le cas d'un montage d'expériences.

La seconde méthode convient au cas d'un montage sur panneau. L'inductance marquée « primaire » peut être soit le primaire d'un appareil comprenant trois circuits, soit la self d'antenne d'un appareil ne possédant qu'un seul circuit.

Lorsqu'on désire recevoir des longueurs d'onde inférieures à la fondamentale, c'est-à-dire à la longueur d'onde propre de l'antenne, on mettra le commutateur sur la position série ; un condensateur en série réduit, en effet, la longueur d'onde de l'antenne.

Au contraire, lorsqu'on désire recevoir des

longueurs d'onde supérieures à la fondamentale, on place le condensateur en parallèle sur la bobine primaire, car un condensateur monté en parallèle sur l'antenne augmente la longueur d'onde propre de celle-ci.

L'amateur accordera donc son appareil sur la longueur d'onde à recevoir, au moyen du condensateur en question et de la self primaire; plus le nombre de spires de celle-ci est grand, plus la longueur d'onde est grande.

Comment construire un haut-parleur à peu de frais

ON peut construire très simplement un haut-parleur donnant de bons résultats de la façon suivante : prenez une vieille trompe d'auto du type recourbé, comme l'indique la figure 1 ; le pavillon devra avoir une ouverture aussi grande que possible, 10 centimètres au moins. Enlevez la poire pour ne laisser que la partie métallique creuse de la trompe proprement dite. Au moyen d'une colerette en laiton C, prise, par exemple, sur un vieux phonographe, vous complétez la partie évasée du pavillon en soudant celui-ci sur la colerette.

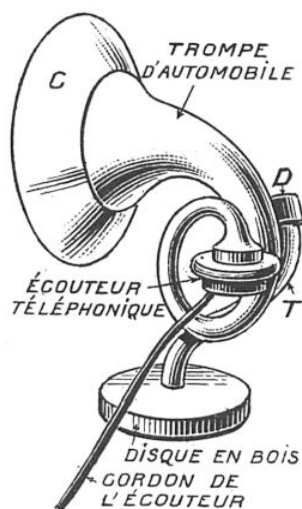


FIG. 1. — LE HAUT-PARLEUR A TROMPE D'AUTO

A l'autre extrémité du pavillon, fixez un écouteur téléphonique. Certains écouteurs sont parfaitement adaptés au diamètre du tuyau de la trompe. Dans le cas contraire, il suffit d'employer un petit tube en caoutchouc recouvrant et serrant fortement l'écouteur à une extrémité et que l'on fixe, à l'autre extrémité, au moyen d'une pince métallique quelconque sur le tuyau de la trompe.

Comme support, prenez un tube de laiton recourbé T que vous enfoncez à une extrémité dans un disque en bois, et à l'autre, dans la douille D qui servait à accrocher la trompe sur l'automobile.

Si vous voulez employer deux écouteurs, vous pouvez adopter la disposition montrée sur la figure 2.

Une couche d'émail noir dessus, et vous avez un excellent haut-parleur.

A l'autre extrémité du pavillon, fixez un écouteur téléphonique. Certains écouteurs sont parfaitement adaptés au diamètre du tuyau de la trompe.

Dans le cas contraire, il suffit d'employer un petit tube en caoutchouc recouvrant et serrant fortement l'écouteur à une extrémité et que l'on fixe, à l'autre extrémité, au moyen d'une pince métallique quelconque sur le tuyau de la trompe.

Comme support, prenez un tube de laiton recourbé T que vous enfoncez à une extrémité dans un disque en bois, et à l'autre, dans la douille D qui servait à accrocher la trompe sur l'automobile.

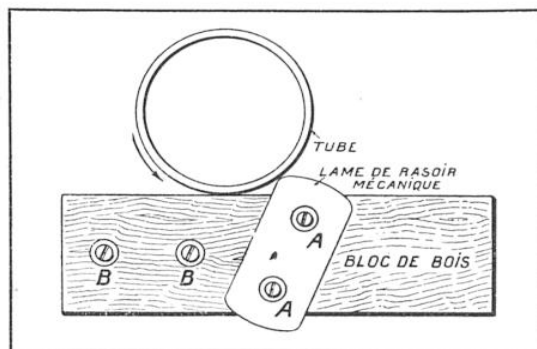
Si vous voulez employer deux écouteurs, vous pouvez adopter la disposition montrée sur la figure 2.

Une couche d'émail noir dessus, et vous avez un excellent haut-parleur.

Un dispositif simple pour couper les bobines

UN dispositif simple et rapide permettant de couper proprement et très facilement les bobines de self-induction, les variomètres... est le suivant :

On prend un morceau de bois sur la tranche duquel on fixe une lame de rasoir genre Gillette. Cette lame doit être placée



de telle façon que la partie tranchante puisse traverser l'épaisseur du cylindre que l'on veut couper. On assujettit la lame au moyen de deux petites vis à bois A A munies de rondelles interposées entre chaque vis et la lame. Deux trous sont percés dans le bloc de bois, ce qui permet de fixer tout l'appareil à un établi au moyen de vis B B.

Le cylindre à couper est appuyé sur le bloc de bois et la lame, comme le représente la figure. L'opérateur appuie sur le sommet du cylindre en même temps qu'il le fait tourner.

La largeur de la lame qui dépasse doit être juste suffisante, sinon, comme la lame est très mince, elle aura tendance à se tordre.

Une passe suffira en général pour sectionner les tubes de carton d'épaisseur moyenne.

La transmission radiophonique des opéras à Londres

LE « broadcasting », ou transmission radiophonique des représentations de grand opéra, a été effectué avec succès à Londres, tout récemment. Les représentations de la Flûte enchantée, de la Bohème, de Paillasse, etc., effectuées au théâtre de Covent Garden, étaient rayonnées dans l'espace par l'antenne de la station de la Marconi House.

La transmission s'effectuait au moyen de microphones placés à mi-chemin entre la scène et l'orchestre ; ces microphones étaient reliés par une ligne

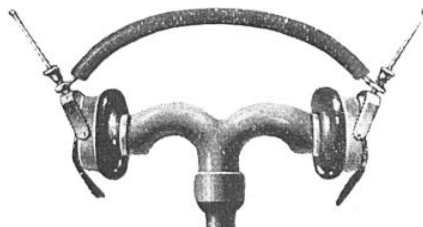


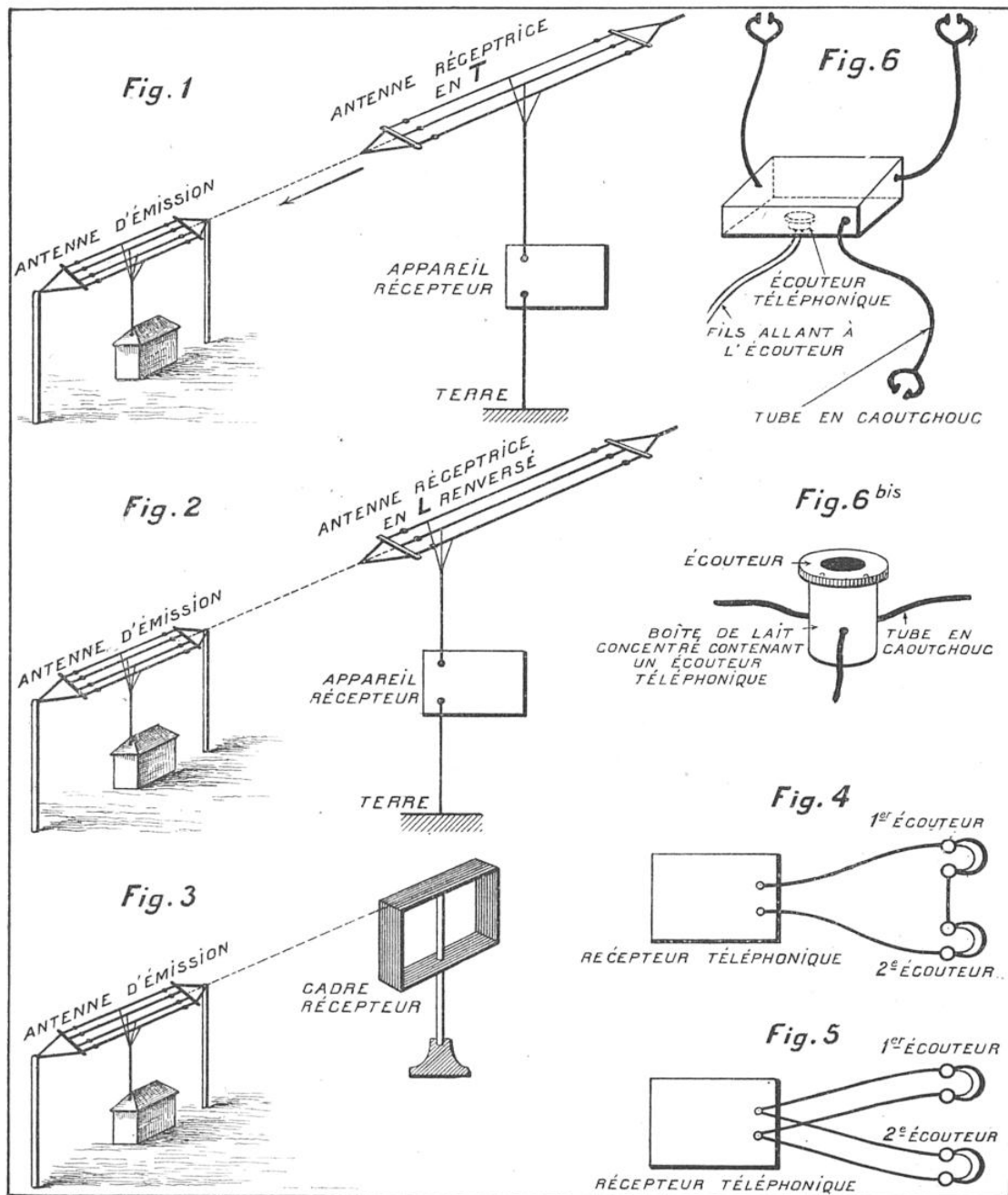
FIG. 2. — LE HAUT-PARLEUR CONSTRUIT AVEC DEUX ÉCOUTEURS

souterraine spéciale à la station émettrice.

La reproduction du chant et de la musique a été des plus satisfaisantes. Contrairement à ce que l'on pensait, les chanteurs ont été entendus plus distinctement que l'orchestre, bien que la présence des instruments, même au cours des soli, ait pu toujours être détectée. Comme il fallait s'y attendre,

l'intensité des voix dépendait, dans une certaine mesure, de la position des chanteurs par rapport au microphone, et les auditeurs lointains pouvaient ainsi repérer la position respective des artistes sur la scène.

À la réception, on distinguait nettement les bruits usuels des théâtres : le brouhaha des conversations, les applaudissements, etc...



QUELQUES DISPOSITIFS PERMETTANT D'AUGMENTER L'INTENSITÉ DU SON

Cette série d'expériences s'est terminée avec la clôture de la saison d'opéra, mais l'on espère recommencer bientôt de semblables transmissions si intéressantes.

Rappelons que la station de broadcasting de Londres (Marconi House) transmet des concerts, des nouvelles... tous les soirs. Son indicatif d'appel est 2 L O; sa longueur d'onde, assez faible, atteint 369 mètres.

Comment accroître l'intensité du son dans un appareil récepteur

(Voir les figures de la page précédente)

DEUX cas se présentent : ou bien l'amateur emploie un appareil à galène, et, dans ce cas, il devra accepter l'idée qu'il ne pourra accroître l'intensité du son que dans une très faible mesure ; ou bien il emploie un appareil à lampes, et, dans ce cas, tous les espoirs sont permis.

Tout d'abord, une bonne précaution est à prendre pour l'installation de l'antenne : ne placez pas cette dernière dans le voisinage des toits métalliques, des gouttières ou autres masses métalliques, où risqueraient d'être absorbées une partie des ondes qui, sans cela, viendraient augmenter le courant qui circule dans l'antenne. Mettre une masse métallique sur le trajet d'une antenne équivaut à envoyer un enfant seul à l'école le jeudi après-midi, en le faisant passer devant un terrain de football ou de jeux : il y a bien des chances pour qu'il n'aille pas plus loin.

En changeant la direction de l'antenne, on peut arriver à accroître l'intensité du son dans les écouteurs. Si l'antenne est construite en forme de T (fig. 1), la barre horizontale du T devra autant que possible être dirigée vers la station que l'on désire écouter. Mais la nécessité d'une orientation convenable de l'antenne est beaucoup moins impérieuse que dans le cas d'une antenne en L renversé (fig. 2) ; dans ce cas, en effet, le coude doit être dirigé vers la station d'émission. Comme règle mnémotechnique, on se rappellera qu'il existe un point sensible dans le coude de l'antenne établie de cette façon, de même qu'il existe un point sensible (le petit juif, disons-nous, le *funny bone*, disent les Anglais) dans le coude de l'opérateur.

Si l'on emploie un cadre (fig. 3), le plan du cadre doit être dirigé vers l'antenne d'émission pour recevoir le son maximum.

Si le courant reçu est suffisamment intense, on peut installer deux ou plusieurs écouteurs téléphoniques. Ces écouteurs devront être en *série*, de sorte que le courant, en sortant du récepteur, passe d'abord dans un écouteur, puis dans un second, puis dans un troisième avant de retourner à l'autre borne du récepteur (fig. 4). Si l'on connectait deux paires d'écouteurs en réunissant leurs cordons aux deux bornes du récepteur (fig. 5), on

réaliserait un montage en dérivation ; le son, dans ce cas, est diminué de moitié dans chaque paire d'écouteurs, car le courant se partage entre les deux paires d'écouteurs. Au contraire, dans le montage en *série*, l'intensité du son dans chaque écouteur est l'intensité totale reçue, exception faite pour la faible diminution due à la résistance des enroulements de chaque écouteur.

Si l'on veut faire écouter plusieurs personnes, il suffit de placer un ou deux écouteurs téléphoniques ordinaires dans une boîte sonore, une boîte à cigares vide ou une boîte de lait concentré, par exemple, et de fixer des tubes en caoutchouc à ses trous percés dans la boîte (fig. 6). On peut ajuster aux extrémités de ces tubes de petites pièces d'ébonite que l'on introduit dans l'oreille.

Mais rien ne vaut, pour obtenir une amplification convenable du son, les appareils *amplificateurs* basés sur le principe de la lampe à trois électrodes. Ces appareils peuvent être employés en même temps qu'une galène détectrice ou qu'une lampe détectrice, mais, en général, c'est avec cette dernière qu'on les emploie. Il est, en effet, tout aussi simple, étant donné les avantages de la lampe détectrice, de profiter, pour l'usage de celle-ci, des batteries d'accumulateurs employés pour assurer le fonctionnement des lampes amplificatrices.

Il y a deux types généraux d'amplificateurs : les amplificateurs à *haute fréquence*, dans lesquels les courants reçus dans l'antenne sont amplifiés avant d'être détectés, et les amplificateurs à *basse fréquence* ou à *fréquence acoustique*, dans lesquels on détecte avant d'amplifier. On est limité assez rapidement dans le nombre de lampes amplificatrices à employer sur un même appareil, par les bruits perturbateurs qui naissent dans les circuits. En général, quand on a amplifié deux à trois fois le signal, on est arrêté par ces bruits perturbateurs. On peut alors combiner les deux systèmes et employer, par exemple, un amplificateur à haute fréquence à deux lampes, suivi d'un amplificateur à basse fréquence à deux lampes. On augmente ainsi dans de grandes proportions l'intensité des signaux.

En général, le courant obtenu à l'aide d'un amplificateur à deux lampes (ou « à deux étages ») est suffisamment intense pour actionner un haut-parleur, c'est-à-dire un appareil qui permet à toutes les personnes réunies dans une salle d'entendre les signaux.

Enfin, tout le monde a entendu parler maintenant du dispositif appelé le *super-régénérateur* Armstrong. Les ondes détectées sont d'abord amplifiées par une lampe à trois électrodes. Les grandes variations obtenues dans le circuit de plaque de cette première lampe agissent à nouveau sur la grille et amènent ainsi en définitive une grande amplification des sons reçus.

LUC RODERN.

LE GOUDRONNAGE MÉCANIQUE DES ROUTES

C'EST en 1905, à la suite d'une campagne faite par le Dr Guglielminetti, que l'on procéda aux premiers essais de goudronnage des routes sur la Côte d'Azur. Plus tard, devant les bons résultats obtenus, on fit de nombreuses applications dans la région parisienne. Ces applications s'étendirent ensuite à tous les grands centres ainsi qu'aux stations touristiques et balnéaires.

Dans les débuts, le goudronnage se pratiquait au moyen d'appareils rudimentaires. On disposait, sur le bord de la route, des chaudières où fondait le goudron. Ainsi fondu, il était répandu sur la chaussée à l'aide d'arrosoirs; puis des hommes, avec des balais ou des raclettes, s'efforçaient de l'étendre uniformément sur la surface à recouvrir.

Plus tard, furent créés des appareils spéciaux pour l'épandage. Les citernes mobiles, les voitures munies de chaudières chauffegoudron, les tonneaux distributeurs constituent aujourd'hui l'outillage d'usage courant.

Le goudronnage mécanique des routes sur de grandes étendues devait engendrer des moyens d'action plus puissants. C'est ainsi qu'une entreprise importante possède

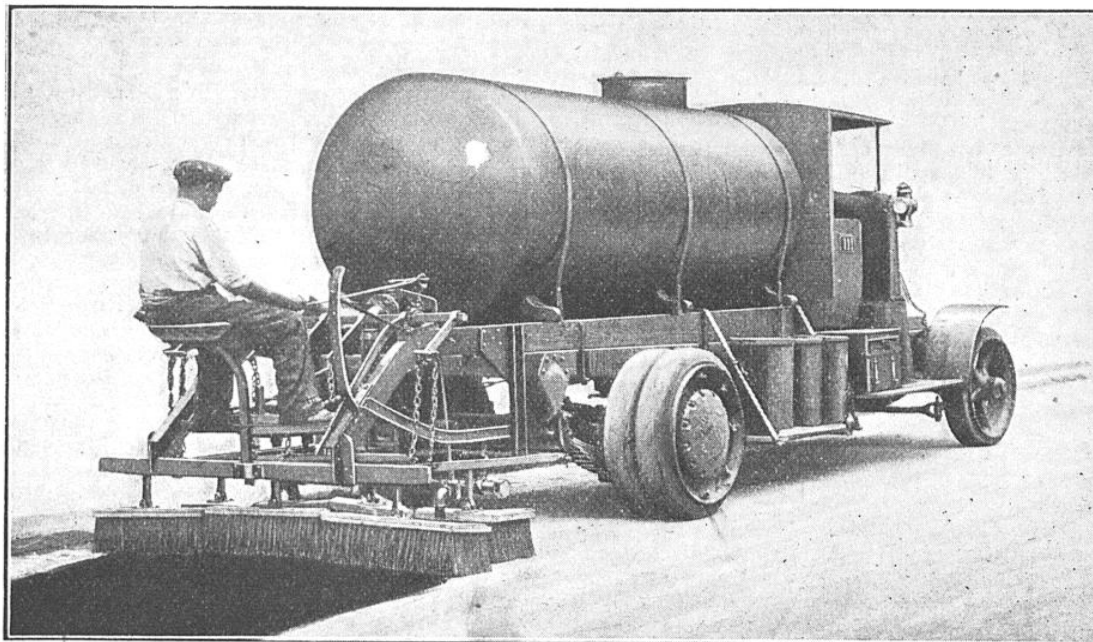
des équipes qui se déplacent par leurs propres moyens, chaque équipe comprenant :

1° Une tonne automobile de 3.000 ou 5.000 kilos (voir la photographie ci-dessous) pour l'étendage du goudron à chaud ;

2° Une voiture portant un générateur de vapeur et une pompe à action directe ;

3° Une voiture portant un bac de chauffe destiné à recevoir le goudron que l'on chauffe au moyen d'un serpentin de vapeur mis en communication avec le générateur numéro 2.

Pendant que l'on étale sur une étendue de 10 à 15 kilomètres une tonne de goudron chauffé comme il est dit ci-dessus, on prépare une nouvelle charge de goudron chaud, qu'il n'y a plus qu'à pomper dans la tonne à son retour, de sorte que le travail se fait sans interruption et que l'on arrive facilement à répandre, selon le trajet plus ou moins long que la tonne doit parcourir, 15.000 à 25.000 kilos de goudron dans une journée. Le goudron étant chauffé à la vapeur, ne donne aucun débordement, comme cela arrive fréquemment quand il est chauffé à feu nu. La tonne épandeuse, à part le conducteur de l'auto, n'exige qu'un seul homme pour son fonctionnement



TONNE AUTOMOBILE POUR L'ÉTENDAGE SUR ROUTE DU GOUDRON A CHAUD

CURIEUX DISPOSITIF POUR ACCROCHER AUX TRAINS EN MARCHÉ DES VOITURES A VOYAGEURS

Par Godefroy LABROUE

Nous avons publié précédemment, dans *La Science et la Vie*, la description d'un dispositif permettant aux trains de prendre et de laisser des sacs postaux dans les gares sans être obligés de s'y arrêter. Voici qu'il serait question — la chose est proposée — d'en faire autant pour les voyageurs.

On sait combien les trajets dans les trains omnibus, c'est-à-dire s'arrêtant à toutes les gares, sur les lignes desservant des régions très peuplées, sont longs et pénibles.

Pour ne pas condamner le chemin de fer à perdre son principal avantage, qui est la rapidité, il a fallu renoncer à desservir toutes les gares, et l'on a été amené ainsi à créer, sur les principales lignes, des trains dits express,

ou rapides, ne desservant que les principales stations. Mais ils ne peuvent nécessairement être utilisés que par les habitants des grandes villes où ils s'arrêtent, et ceux des petites localités sont ainsi injustement sacrifiés.

Or, il serait possible de faire également bénéficier ceux-ci des voyages en trains rapides ou express en créant des convois susceptibles de prendre partout des voyageurs sans arrêter. De là, comme conséquence très appréciable, une diminution nouvelle dans les arrêts des express, dont la vitesse pourrait encore être notablement augmentée.

On connaît l'ingénieux système Ramsbottom, qui permet aux trains de ne plus s'arrêter pour prendre de l'eau ; ce système

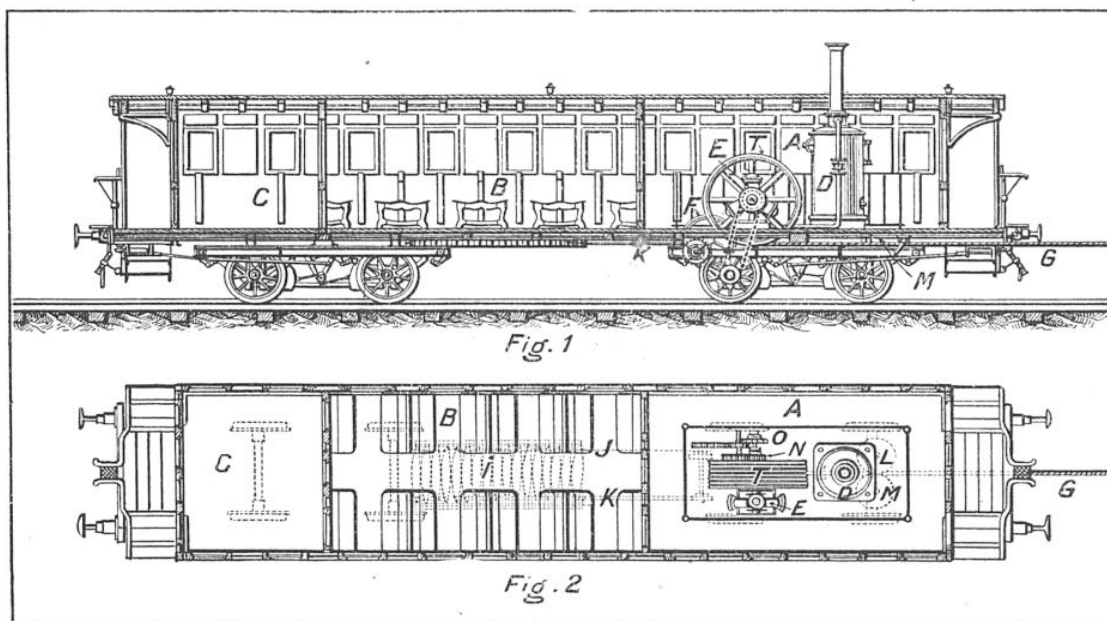


FIG. 1. — VOITURE ATTENDANT LE PASSAGE D'UN EXPRESS POUR ÊTRE ACCROCHÉE PAR LUI (VUE EN ÉLEVATION ET EN COUPE). — FIG. 2. LA MÊME VOITURE, VUE EN PLAN ET EN COUPE
A, compartiment de la machine à vapeur ; B, compartiments des voyageurs ; C, fourgon à bagages ; D, chaudière ; E, machine ; F, frein ; G, câble ; I, ressort ; J K, crémaillères ; L M, poulies horizontales guidant le câble G ; N et O, engrenages transmettant le mouvement de la machine au treuil T,

consiste à placer de distance en distance, au milieu de la voie, un long bac plein d'eau dans lequel le mécanicien peut abaisser le bec d'un tuyau recourbé, de façon que la vitesse y projette l'eau et l'élève jusqu'au réservoir spécial du tender. Les trains de voyageurs peuvent ainsi franchir des distances considérables sans arrêt, et ces distances seraient encore augmentées si l'on pouvait prendre des voyageurs en route, et en pleine vitesse.

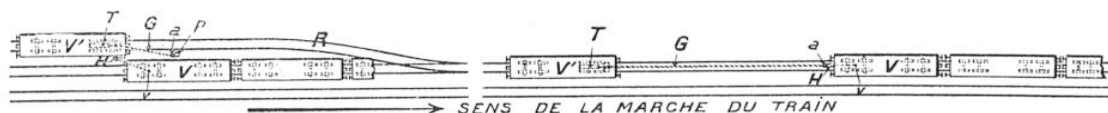
C'est là, de prime abord, un problème qui paraît bien difficile à résoudre, sinon impossible, et dont la solution cependant pourrait être d'une réalisation facile, grâce au système imaginé, il y a un certain temps déjà, par M. Prosper Hanrez, ingénieur civil, et que certaines compagnies de chemins de fer ont mis à l'étude à plusieurs reprises.

Sa description, faite par l'inventeur lui-

munie d'un système d'accrochage tel qu'elle parcourt 100 mètres pour acquérir progressivement la vitesse d'un train, ou, ce qui revient au même, que l'on exerce la traction sur un ressort susceptible de s'allonger de 100 mètres. Un tel ressort n'est pas réalisable, mais le mécanisme représenté par nos figures permet d'obtenir le même résultat.

Un anneau *a*, destiné à être accroché par le train, est fixé à l'extrémité du câble *G*, enroulé sur le tambour *T*. Lorsque ce câble se déroule, le tambour, en tournant, agit par un système d'engrenages qui réduisent la vitesse dans le rapport voulu, sur les crémaillères *J* et *K*, lesquelles compriment une série de ressorts *I* placés sous la voiture.

Si, maintenant, on suppose l'anneau *a* posé sur un poteau *p*, dans un pivot à bascule, quand le train passera, un crochet *H*,



POSITIONS RESPECTIVES DU TRAIN EN MARCHÉ ET DE LA VOITURE D'ATTENTE AVANT ET APRÈS L'ACCROCHAGE (A GAUCHE, AVANT L'ACCROCHAGE ; A DROITE APRÈS L'ACCROCHAGE, PENDANT L'ENROULEMENT DU CÂBLE *G* SUR LA VOITURE *V*, ACCROCHÉE AU PASSAGE DU TRAIN *V*, dernière voiture du train accrocheur en marche ; *R* voie latérale ; *V'* voiture d'attente sur la voie latérale (à droite elle est accrochée par le train) ; *H*, crochet fixé à l'arrière de la dernière voiture *V* du train en marche ; *G*, câble ; *a*, anneau attaché à un bout du câble *G* dont l'autre bout est fixé à la voiture *V'* (dans la figure à gauche il est enclenché au poteau *p*, planté en terre ; dans la figure à droite, il est accroché par le crochet *H*, qui entraîne ainsi le câble, et par conséquent par la voiture *V'*) ; *T*, treuil ou tambour d'enroulement du câble *G* sur la voiture *V'* ; *v*, point, sur la dernière voiture du train accrocheur *V* où, entre les essieux, est articulée la chaîne ou la tige du crochet *H*.

même, va nous apprendre en quoi il consiste.

« Une voiture munie d'un mécanisme permettant son accrochage sans choc par le train rapide et qui porte en même temps une machine motrice (je l'appelle *voiture d'attente*) prend les voyageurs d'une localité et va se poster, quelques minutes avant le passage de l'express sur un bout de voie latérale raccordée à la voie principale par une aiguille.

Faisons remarquer tout d'abord que, pour mettre progressivement en mouvement, sans aucun choc, le véhicule, il faut un temps et un parcours égaux à ceux qui seraient nécessaires pour arrêter sans choc le même véhicule animé de la vitesse du train. Or, nous possédons ces données. Les expériences faites sur les freins Westinghouse ont établi péremptoirement qu'un train lancé à une vitesse de 60 kilomètres à l'heure peut être arrêté sans aucun choc sur un parcours qui ne dépasse pas 100 mètres.

La voiture d'attente, pour être accrochée sans secousse par un train lancé à la vitesse de 60 kilomètres à l'heure, doit donc être

fixé à la dernière voiture, accrochera l'anneau ; le câble se déroulera d'abord sans résistance notable, de sorte que la voiture se mettra doucement en mouvement ; mais, au fur et à mesure que le câble se dévidera, la résistance augmentant, la vitesse de la voiture s'accroîtra ; quand le câble sera entièrement déroulé, la voiture aura acquis la vitesse de 60 kilomètres. Alors, par un embrayage, on fera agir sur le tambour et la machine qui enroulera le câble y sera aidée par les ressorts qui se détendront ; la voiture se rapprochera du train jusqu'au moment où elle pourra y être accrochée. Les voyageurs pourront alors aller prendre place dans les compartiments. Les voyageurs à descendre iront s'installer dans la voiture d'attente et, la machine *E* agissant alors sur les roues du véhicule, ces derniers seront ramenés jusqu'à la gare précédente. »

Tel est le système, qui, comme on le voit, ne présente aucune difficulté sérieuse de réalisation. En voici quelques détails au point de vue de sa mise à exécution,

Tout d'abord, l'endroit choisi pour l'accrochage devra, autant que possible, être en ligne droite. Quelle devra être la longueur de cette partie ? Nous avons vu que la voiture sera, à un moment donné, distante du train de 100 mètres. Pendant cette période d'accrochage, la voiture aura également parcouru 100 mètres et la dernière voiture du train sera donc à 200 mètres de l'aiguille. Pour se rapprocher du train, on peut admettre que la voiture d'attente pourra, sans inconvénient, avoir une vitesse de 75 kilomètres à l'heure, soit 15 kilomètres de plus que le train. Pour franchir la distance de 100 mètres qui la sépare de la dernière voiture du train, il lui faudra, à cette vitesse, vingt-cinq secondes. Comptons sur le double, ou cinquante secondes, pendant lesquelles le train, à 60 kilomètres, aura parcouru 800 mètres, qui, ajoutés aux 200 premiers mètres, donnent, pour la partie de voie en ligne droite, 1 kilomètre au plus. Il n'est donc pas difficile de choisir de tels emplacements.

L'accrochage tend-il à faire dérailler la dernière voiture du train et la voiture d'attente ? Non, car au moment où l'obliquité de la traction est sensible, l'effort sera nul, et quand cet effort aura acquis une certaine intensité, l'obliquité aura complètement disparu. Ajoutons que le crochet *H* est articulé au point *v*, de sorte que le câble exerce sa traction sur la voiture d'attente entre deux essieux ; il est guidé par deux poulies horizontales *L* et *M*.

Sur le parcours de 1 kilomètre en ligne

droite, où se fait l'accrochage, la voie recevra des rouleaux sur lesquels portera le câble, s'il vient à traîner par défaut de tension.

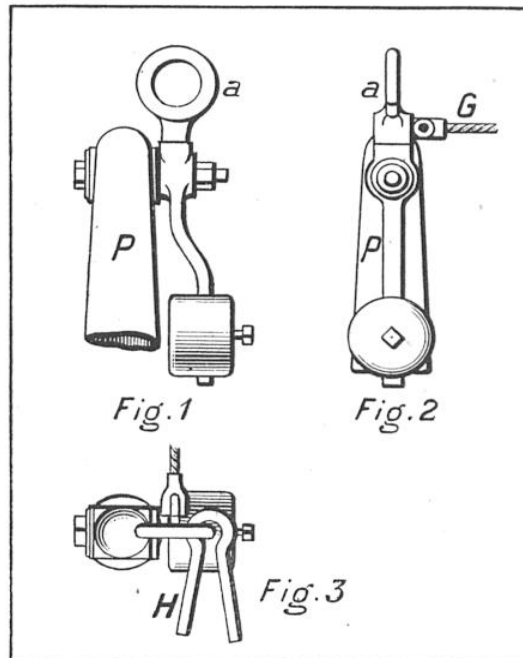
Enfin les ressorts peuvent être remplacés par un système pneumatique constitué par un cylindre dans lequel l'air serait comprimé pendant le déroulement du câble.

Le crochet *H*, très ouvert à l'entrée, peut être à peu près fermé au fond, et le passage rétréci peut même, par mesure de sécurité, être complètement fermé par un ressort, qui, en permettant l'entrée de l'anneau, lui interdit la sortie.

Si l'on envisage le système au point de vue des accidents auxquels il pourrait donner lieu, on reconnaît qu'il n'y a rien à craindre. Ces accidents, en effet, ne pourraient provenir que d'un accrochage brusque de la voiture par suite du non-fonctionnement du mécanisme d'accrochage. Or, outre que ce mécanisme, très simple, ne prête guère à de tels dangers, on peut appliquer, pour l'attache du câble, un appareil de sûreté qui céderait si la traction était par trop brusque. Le câble, d'ailleurs, n'aurait pas lui-même une résistance suffisante pour supporter un à-coup trop violent et il se romprait aussitôt.

Enfin, la machine motrice, à vapeur ou à gaz tonnant, peut être remplacée par un moteur électrique alimenté par une batterie d'accumulateurs sur les voies ordinaires ou par une prise de courant sur les fils conducteurs de la ligne quand la voiture doit circuler sur une voie électrifiée, ce qui est une sérieuse simplification.

G. LABROUE.



DÉTAILS DU SYSTÈME D'ACCROCHAGE : FIG. 1 ET 2, DISPOSITIF POUR ACCROCHER LA VOITURE D'ATTENTE ; FIG. 3, LE MÊME DISPOSITIF VU EN PLAN AU MOMENT DE L'ACCROCHAGE DE L'ANNEAU *a* PAR LE CROCHET *H* DONT EST MUNI LE TRAIN ACCROCHEUR

P, poteau planté en terre supportant, au moyen d'un pivot à bascule, un anneau *a* fixé à l'extrémité du câble *G* et destiné à être accroché par le train en marche au moyen du crochet *H*, convenablement disposé à l'arrière et sur le côté de la dernière voiture dudit train. Quand ce crochet *H* accroche au passage l'anneau *a*, le pivot à bascule fixé par un axe au poteau *P* planté en terre et maintenu vertical par un contrepoids, prend la position horizontale, ce qui permet à l'anneau *a*, qu'il porte à son sommet, de se déclencher et d'être entraîné par le train ainsi que la voiture à laquelle il est relié par le câble *G*.

gaz tonnant, peut être remplacée par un moteur électrique alimenté par une batterie d'accumulateurs sur les voies ordinaires ou par une prise de courant sur les fils conducteurs de la ligne quand la voiture doit circuler sur une voie électrifiée, ce qui est une sérieuse simplification.

G. LABROUE.

LE TRAIN AMPHIBIE DE M. GOLDSCHMIDT

La mise en valeur des colonies dépend, dans une très large mesure, des moyens qui permettent de faire parvenir sur les côtes les nombreux produits provenant de l'intérieur des terres. On utilise pour cela, dans la plus grande proportion possible, les voies navigables, très économiques, et, lorsque c'est nécessaire, les voies ferrées dont l'établissement est souvent coûteux. Un ingénieur belge, M. Goldschmidt, a inventé un système de bateau qui peut se déplacer dans l'eau lorsque les conditions le permettent, et qui peut aussi se mouvoir sur un rail pour éviter les rapides des fleuves, les chutes, etc...

Le train amphibie se compose de bateaux à coques jumelées (quatre en général), dont l'un sert de remorqueur et traîne les trois autres. Les coques sont assemblées entre elles par des poutres transversales. Chacune des deux poutres porte

en son milieu un balancier muni de deux galets de roulement. Le monorail commence et se termine par une légère pente de 3 % se prolongeant assez loin dans le lit du fleuve pour être encore complètement immergée au moment des basses eaux.

Deux moteurs de 150 chevaux sont alors embrayés sur les quatre galets de roulement, tandis que les deux hélices sont débrayées. La vitesse du train atteint alors 5 kilomètres à l'heure. Les bateaux remorqués sont attelés au bateau moteur comme des wagons, et ils sont munis de tampons à ressort.

Sur l'eau, les remorques sont tirées au moyen de câbles et la vitesse du train peut atteindre 15 kilomètres à l'heure, ce qui permet de remonter facilement la plupart des rapides rencontrés sur les fleuves.

Il fallait aussi considérer la question de l'équilibre, tant sur l'eau que sur terre. La

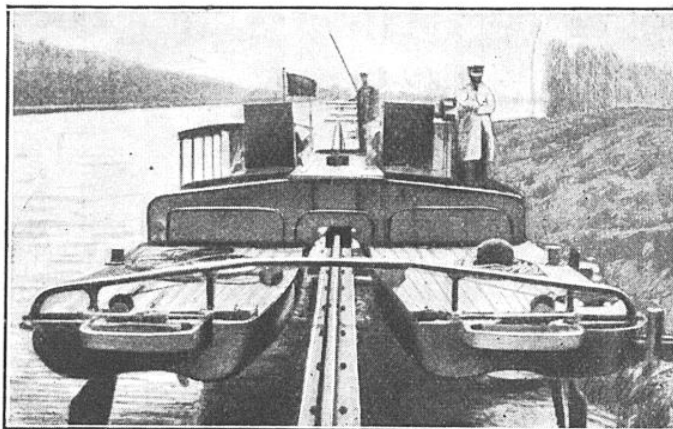
stabilité du bateau à double coque est très grande, et une différence de 10 tonnes dans la répartition du chargement n'empêche pas le système de flotter ; une tonne en plus d'un côté ne fait pencher l'ensemble que d'un degré. Sur le monorail, les conditions sont légèrement différentes. Une différence d'une tonne fait prendre au train une inclinaison de 7 degrés sur l'horizontale. L'inclinaison maxima étant de 13 degrés, on voit que l'on obtiendra un résultat satisfaisant en prenant les soins habituels pour la répartition de la charge dans les deux coques.

D'ailleurs, on a prévu, à l'avant et à l'arrière, des caissons qui peuvent jouer le rôle de water-ballast. Ceux-ci contiennent environ 1.200 litres d'eau chacun, ce qui représente, pour l'ensemble d'un bateau à deux coques, environ 5 tonnes de poids mort, que l'on peut à volonté répartir pour parfaire

l'équilibre des charges. En outre, on a placé des balais-freins, qui permettent de limiter l'inclinaison trop forte que pourrait prendre accidentellement un des bateaux. Placés verticalement sur la paroi extérieure de chaque coque, ils peuvent être descendus, pour la marche en monorail, par une manœuvre très simple et très rapide.

Le passage de l'eau sur le rail est facilité par un guide fixé à l'avant du bogie. Les bateaux étant tous accrochés, lorsque les galets viennent en prise sur le rail, on les embraye et en même temps on débraye les hélices. A la descente dans le fleuve, aucune difficulté ne se présente, il suffit de faire agir les freins pour limiter la vitesse.

Ces appareils doivent rendre de grands services, ainsi que nous le disons plus haut, en améliorant les communications dans les colonies où les fleuves sont abondants,



VUE ARRIÈRE DU TRAIN AMPHIBIE AU MOMENT OU IL VA REPRENDRE CONTACT AVEC L'ÉLÉMENT LIQUIDE

MOTEUR A GAZ FABRICANT SON GAZ LUI-MÊME

Le moteur à gaz tonnant, quoique bien supérieur comme rendement à la machine à vapeur, ne fonctionne cependant, comme chacun sait, qu'avec un gaspillage effroyable de calories. Il n'utilise, en effet, réellement que 25 % de la chaleur fournie pour la transformer en travail, à raison de 425 kilogramètres par calorie (la machine à vapeur n'en utilise que 10 %). Les trois quarts donc, sauf 5 % perdus par les frottements, s'en vont, sans effet utile, soit dans l'eau du radiateur, à travers les parois, soit dans l'atmosphère, par l'échappement.

Bien des systèmes ont été proposés pour récupérer en tout ou en partie cette perte de 75 % de calories, en l'utilisant, par exemple, pour le chauffage d'une machine à vapeur auxiliaire.

Une solution originale a été trouvée en Allemagne, et elle a donné lieu à la construction d'un curieux moteur à gaz à alimentation directe avec du charbon, c'est-à-dire fabriquant son gaz lui-même au moyen des calories autrefois perdues.

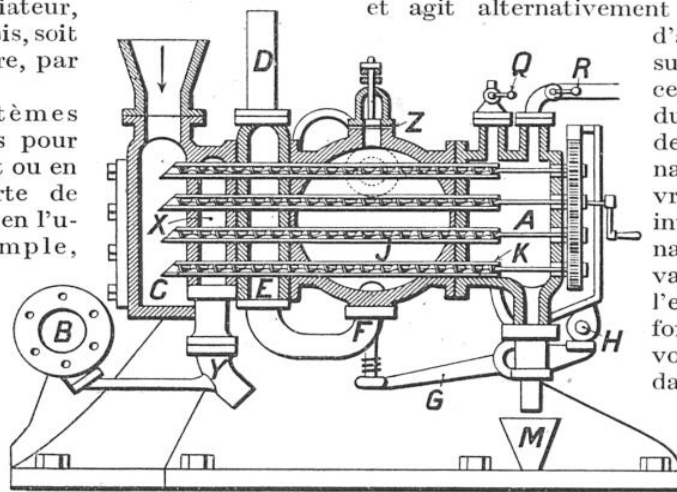
La *Feuerungstechnik* en a donné la description. Il est disposé de façon à utiliser une partie de la chaleur produite par l'explosion du mélange tonnant dans le cylindre pour distiller et gazéifier la houille, et produire ainsi le gaz nécessaire à l'alimentation.

Notre figure en présente une coupe verticale. *Z* est sa soupape d'admission ; *F*, sa soupape d'échappement, commandée par la came *H* et le levier *G*, qui ouvre aux gaz le passage vers la chambre *E* et à la conduite d'échappement *D*. A gauche, on voit la trémie par laquelle on introduit le charbon dans la chambre *C*, où il se répartit en une série de tubes horizontaux *K* contenant chacun une vis transporteuse ; il tra-

verse, conduit par cette vis dans l'intérieur des tubes, lentement et successivement, la chambre *E*, où il se réchauffe, la chambre d'explosion *J*, où il subit une distillation, et arrive à la chambre *A*, à la partie supérieure de laquelle se trouve une valve d'admission d'air *Q*, celui-ci étant aspiré à intervalles convenables à travers le coke chauffé au rouge de l'extrémité droite de ces tubes *K*. En outre, un injecteur de vapeur *R* aboutit également dans cette chambre *A* et agit alternativement avec l'aspiration

d'air, par la valve *Q*, sur le coke incandescent en produisant du gaz d'eau. Un jeu de robinets, convenablement manœuvrés, permet cette introduction alternative d'air et de vapeur d'eau. (Pour l'explication de la formation de ce gaz, voir l'article paru dans *La Science et la Vie*, n° 64, du mois de septembre 1922.) De sorte qu'il se produit ainsi, dans la chambre, un mélange

de gaz de houille riche et de gaz pauvre d'eau. Les tubes *K* sont percés d'un grand nombre de petits trous, à leur passage dans la chambre *X* comprise entre les chambres *C* et *E*, et à laquelle aboutit la conduite *Y* reliée à la soupape d'aspiration *Z* du moteur. Le gaz aspiré s'emmagine dans un réservoir *B*, qui fait, en même temps, régulateur de pression. Il peut, de là, être épuré avant son utilisation. Enfin, les cendres laissées par le coke tombent dans la chambre *A* et dans une trémie *M* destinée à les recevoir. Il a existé en Allemagne, et il existe sans doute encore, deux moteurs de ce genre en marche, l'un de deux, l'autre de cent chevaux, alimentés avec du charbon très régulièrement concassé en noix. On manque de renseignements précis au sujet des dépenses d'exploitation et d'entretien d'un moteur de ce genre.



COUPE DU MOTEUR QUI FABRIQUE SON GAZ
(Les lettres portées sur la figure sont expliquées dans le texte.)

UNE POMPE ROTATIVE A FONCTIONNEMENT AUTOMATIQUE

POUR remplacer les pompes à pistons, centrifuge ou rotative, qui peuvent avoir quelques imperfections, on a imaginé une pompe qui a la prétention d'en

avoir tous les avantages et d'éviter leurs inconvénients. Rotative et à pistons en même temps, elle est à la fois aspirante et refoulante dans les deux sens. Son mécanisme, simple et ingénieux, se compose d'un corps de pompe auquel s'amorcent symétriquement deux larges tubes, l'un pour l'aspiration, l'autre pour le refoulement.

Dans le corps de pompe, un cylindre supporté par deux tourillons tourne sans frottement. Ce cylindre est percé de quatre gros trous perpendiculaires l'un à l'autre, deux par deux. Dans ces trous se déplacent deux paires de pistons soulevés alternativement par une pièce métallique en forme de croix dont l'axe se trouve excentré par rapport à l'axe du corps de pompe, l'arbre de commande entraînant par la croix le cylindre évidé et les pistons qui y sont logés. Du fait de l'excentrage de la croix, deux bras de celle-ci soulèvent les pistons supérieurs, tandis que les deux autres bras attirent à l'intérieur du cylindre les pistons inférieurs. Ces derniers, en passant

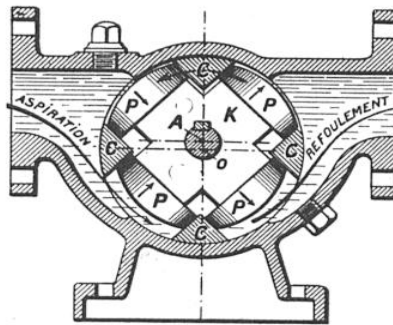
devant l'orifice d'aspiration, produisent un vide qui attire le liquide ; le mouvement de rotation continuant, cette quantité de liquide passe du côté opposé et s'échappe par l'orifice de refoulement. A chaque tour, la

manœuvre des pistons se renouvelle quatre fois, ce qui produit un courant liquide ininterrompu. Les poussées de l'eau, concentrées sur l'axe de la pompe, sont facilement supportées par des coussinets et la course des pistons est réduite pour que leur vitesse linéaire soit la même que dans la pompe ordinaire à pistons dont on connaît la robustesse.

Actionnée par un moteur quelconque, électrique, à explosions ou à vapeur, cette pompe se prête à toutes les vitesses et sa puissance d'aspiration peut atteindre une hauteur de neuf mètres. Employée également pour le transvasement des liquides, l'arrosage, le lavage, la circulation d'eau de refroidisse-

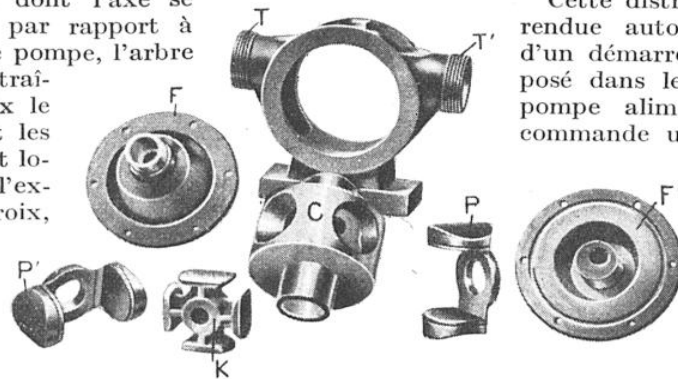
ment dans les moteurs à pétrole, elle trouve, en outre, une utilisation pratique pour la distribution de l'eau dans les habitations. Cette distribution est même rendue automatique à l'aide d'un démarreur à flotteur disposé dans le réservoir que la pompe alimente. Ce flotteur commande un contact électrique, de telle façon que, le réservoir étant plein et le flotteur se trouvant alors en haut de course, le courant qui actionne la dynamo est coupé automatiquement et la pompe ne fonctionne plus.

Le flotteur s'abaissant petit à petit avec le niveau de l'eau, le courant électrique se rétablit et la dynamo remet immédiatement la pompe en action. On obtient donc ainsi le remplissage des réservoirs automatiquement, et sûrement.



VUE EN COUPE DE LA POMPE

O, axe de la croix d'excentrage ; A, axe du corps de pompe. Les autres lettres sont expliquées dans la légende de la figure ci-dessous.



PIÈCES CONSTITUANT LA POMPE ROTATIVE AUTOMATIQUE

C, coupe de la pompe ; F, F, joues latérales portant l'axe de la pompe ; P, P, pistons ; K, croix d'excentrage ; T, T, tubulures d'aspiration et de refoulement.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

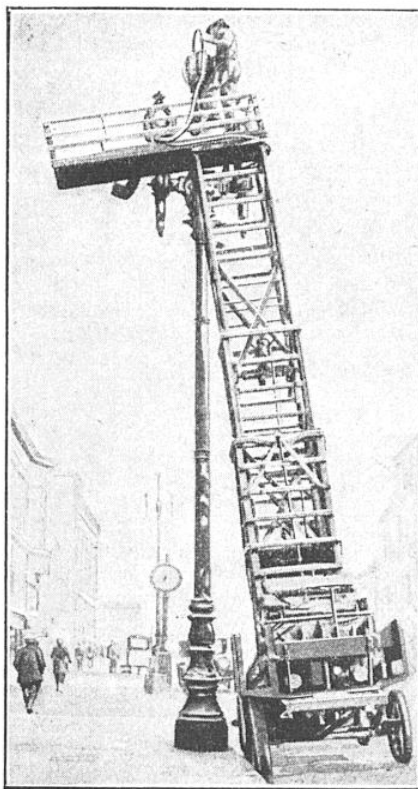
Une tour automobile pour le nettoyage des lampes à arc.

UNE tour télescopique, montée sur un truck ou car électrique, est employée par une compagnie américaine pour régler les arcs des lampes des rues de San-Francisco. La plus haute lampe se trouvant à environ dix mètres au-dessus du trottoir, il était donc nécessaire d'avoir un type d'appareil permettant à un homme de travailler rapidement sur les lampes en toute sécurité. L'idée de la tour montée sur truck, comme l'indique la photographie ci-contre, a été suggérée par la tour plus courte employée par les compagnies de tramways pour effectuer les réparations nécessaires aux constructions aériennes. Il fut seulement nécessaire d'installer une section coulissante supplémentaire, de manière à obtenir une tour à trois sections, ayant une hauteur maximum de dix mètres. La tour est fixée sur un truck ou car électrique d'une tonne et demie ; elle est pourvue, à son sommet, d'une plate-forme montée sur un pivot, de sorte qu'elle peut être tournée dans n'importe quelle direction. La batterie d'accumulateurs de 110 volts qui fournit l'énergie au truck est aussi employée pour commander le moteur chargé de soulever ou de faire descendre la tour. Ce moteur est mis en marche en tirant sur une corde qui peut être saisie du haut de la plate-forme de travail pour élever ou baisser la tour. Celle-ci s'arrête automatiquement quand les limites de montée ou de descente ont été atteintes.

Pour le nettoyage des lampes, on emploie

le dispositif ordinaire semblable à celui du nettoyage des appartements par le vide, commandé par la batterie placée sur le truck ; cet appareil est monté au-dessous de la plate-forme de travail. Au moyen d'un tuyau de caoutchouc, attaché à l'aspirateur, la poussière magnétique et les particules sont

évacuées en dehors des lampes. En outre, un circuit électrique partant de la batterie d'accumulateurs sert à essayer les lampes après leur réglage. Le truck automobile fait environ 6 kilomètres par jour et use de 80 ampères-heure à 120 ampères-heure. Chaque jour trente-six lampes sont réglées et la moitié nettoyées. De plus, les lampes que l'on a signalées comme étant détériorées peuvent être réparées sur place. L'usage de cette tour sur truck électrique a eu un tel succès qu'une seconde a été construite peu après.



LA TOUR TÉLESCOPIQUE MONTÉE
SUR TRUCK AUTOMOBILE

Une valve de bicyclette facile à démonter.

IL arrive quelquefois, et malheureusement le cas n'est pas très rare, qu'une chambre à air toute neuve, et d'excellente qualité, ne conserve pas l'air à une pression suffisante pour assurer un bon roulement. Le cycliste n'a, en général, d'autre ressource que de descendre aussitôt de

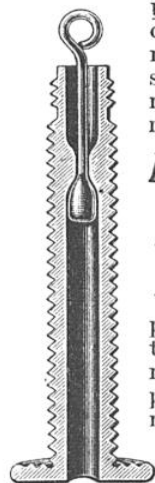
machine et de perdre quelques minutes pour gonfler à nouveau le pneu défectueux.

Il peut même quelquefois penser qu'il est victime d'une crevaison et chercher en vain la fuite jusqu'à ce qu'il s'aperçoive que c'est l'étanchéité de la valve qui laisse à désirer. La petite pastille de cuir qui forme soupape peut, en effet, s'être desséchée et ne pas obturer complètement l'ouverture de la

valve. Le petit appareil représenté par la photographie ci-contre et la coupe ci-dessous, est facile à démonter et permet de changer rapidement le clapet intérieur. Celui-ci est constitué très simplement par un petit tampon de caoutchouc monté sur une tringle en fil de fer. Le tube de la valve présente un étranglement, sur lequel s'appuie le clapet lorsque la chambre à air est gonflée. Pour séparer ces deux parties, il suffit de tirer sur l'anneau qui termine la tringle en la faisant tourner. Pour introduire le clapet, après l'avoir humecté convenablement et saupoudré de talc, on pousse sur la tige en la faisant également tourner.

Comme on le voit, rien n'est plus simple que de posséder quelques clapets de rechange, qui permettront de surmonter les difficultés provenant du mauvais fonctionnement accidentel de la valve.

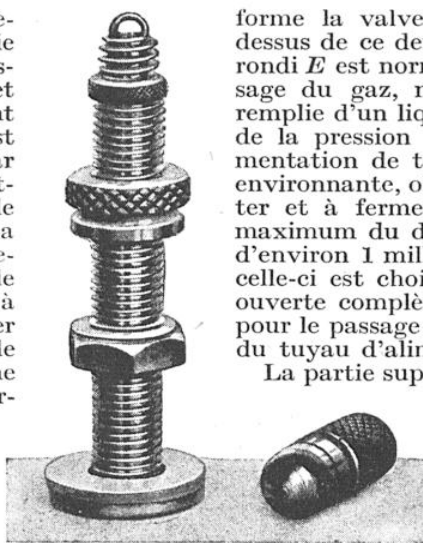
Le réglage automatique du chauffage au gaz.



COUPE DE LA VALVE POUR BICYCLETTE

Le dessin du bas de cette page représente la coupe verticale d'une valve, non plus pour bicyclette, mais destinée à régulariser automatiquement le débit du gaz pour les poêles et radiateurs, afin de maintenir la température uniforme dans une chambre. La valve régulatrice est disposée sur le tuyau d'amenée, entre le robinet d'arrêt principal et le brûleur. Ce robinet étant ouvert en grand, le débit de gaz est coupé automatiquement dès que la température de la chambre s'élève au-dessus d'une certaine valeur.

Le corps et l'enveloppe *A* de l'appareil sont en fonte grise et comportent deux ouvertures pour l'entrée et la sortie du gaz. La partie inférieure *B* est constituée par une capsule dont le fond est formé d'un dôme de faible profondeur en bronze phosphoreux, tandis que le couvercle consiste en un mince diaphragme de métal ondulé *G*, auquel est attaché un disque de bronze *D* qui



LA NOUVELLE VALVE POUR BICYCLETTE EST TRÈS PRATIQUE

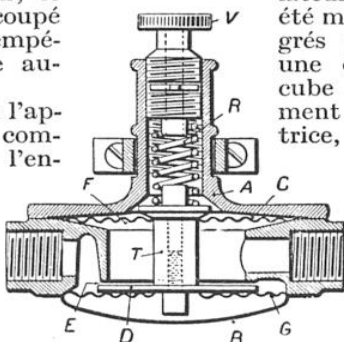
forme la valve régulatrice elle-même. Au-dessus de ce dernier, un espace étroit et arrondi *E* est normalement laissé pour le passage du gaz, mais, comme la capsule est remplie d'un liquide volatil, l'augmentation de la pression de vapeur, due à une augmentation de température de l'atmosphère environnante, oblige le diaphragme à monter et à fermer la valve. Le mouvement maximum du diaphragme et de la valve est d'environ 1 millimètre, mais le diamètre de celle-ci est choisi pour que, lorsqu'elle est ouverte complètement, l'espace laissé libre pour le passage du gaz soit égal à la section du tuyau d'alimentation de l'appareil.

La partie supérieure du corps de l'appareil contient aussi un diaphragme flexible *F* à travers lequel passe la tige de la valve *T*. Un ressort *R* appuie sur l'extrémité supérieure de cette tige. En faisant varier la tension du ressort au moyen d'une vis *V*, on peut régler la température à laquelle la valve se

ferme. La position de la vis est indiquée à l'extérieur par un index qui se déplace dans une fente dont les côtés sont gradués de 13 degrés à 22 degrés. Si l'index est mis à la température désirée, la valve se ferme automatiquement quand cette température est dépassée, et elle s'ouvre si la température tombe au-dessous du degré voulu. En outre, une petite conduite supplémentaire permet de former veilleuse et d'empêcher le feu de s'éteindre complètement. On place le régulateur en le vissant sur le tuyau d'amenée en un point tel qu'il ne soit pas atteint par la radiation directe de la chaleur du feu.

On peut utiliser une soupape de ce genre pour régler la température des fours chauffés au gaz. Pour les fours domestiques, le liquide employé fixe la température entre 150 à 230 degrés, mais, pour l'usage industriel, d'autres variations peuvent être obtenues.

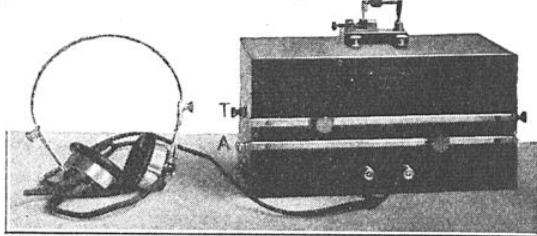
Dans un essai récent d'un de ces régulateurs de fours, la température a été maintenue régulièrement à 150 degrés pendant trente minutes, avec une consommation de 0,15 mètre cube de gaz ; dans un four exactement pareil, sans la valve régulatrice, la température s'éleva de 150 à 313 degrés dans le même laps de temps, et la consommation de gaz fut de 3,4 mètres cubes. D'ailleurs, outre l'économie réalisée, il est souvent très important de maintenir une température uniforme dans les fours employés dans de nombreuses fabrications si l'on veut obtenir des produits satisfaisants.



LA VALVE RÉGULATRICE VUE EN COUPE VERTICALE

Nouvel appareil de téléphonie sans fil à galène

TOUR à tour, le détecteur à galène a connu le succès, puis sa vogue a diminué. La facilité de son réglage et de l'installation du poste a d'abord poussé les amateurs à construire de petits appareils leur permettant de recevoir les signaux émis par la Tour Eiffel. Mais,



LE POSTE ET SON CASQUE TÉLÉPHONIQUE
L'antenne et la terre sont branchées aux bornes A et T.

peu à peu, les exigences ont augmenté ; l'usage des ondes entretenues, que ne décèle pas le détecteur à galène, a développé les postes à lampes qui permettent d'amplifier les sons reçus. L'apparition de la téléphonie sans fil a vulgarisé encore l'application des ondes électromagnétiques et les postes récepteurs se font de plus en plus nombreux. Le seul inconvénient que l'on puisse reprocher aux postes à lampes est de nécessiter l'emploi d'accumulateurs qui augmentent beaucoup le prix de revient de l'appareil. Or, il est possible d'entendre la téléphonie sans fil avec un détecteur à galène, car ce n'est plus l'émission plus ou moins longue d'ondes entretenues que l'on cherche à capter, mais les modulations que la voix leur imprime, par l'intermédiaire du courant microphonique. On a même réussi des performances remarquables et, grâce à une excellente antenne, un amateur a pu recevoir les concerts téléphoniques de la Tour Eiffel à une distance de 570 kilomètres. Cependant, sans chercher de pareils résultats, on peut souvent recevoir les concerts radiotéléphoniques avec un petit poste à galène. A Paris et dans la région parisienne, la chose est très facile et, à des distances de 100 à 200 kilomètres, une antenne bien établie suffit. On connaît les montages employés pour ce genre de poste. L'appareil représenté par

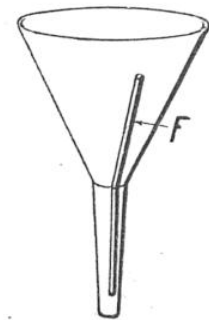
notre photographie, construit par la maison Nelson et C^{ie}, et dont le montage est figuré ci-contre, présente la particularité de ne pas comporter de condensateur d'accord. Un petit condensateur de téléphonie de 0,002 microfarad suffit. Le condensateur d'accord est remplacé par une barre métallique non magnétique *B* placée à l'intérieur de la bobine de self-induction *S* connectée à l'antenne *A* et à la terre *T*. Le détecteur *D* et le casque *E* sont branchés comme dans le montage en Oudin ordinaire. La masse métallique *B* corrige le rapport qui existe entre la self-induction et la capacité de l'enroulement (voir le schéma du bas de la page).

Son diamètre peut varier, suivant l'appareil, de 4 à 10 millimètres. Il est obtenu par tâtonnements et reste fixe dans la suite. On effectue le réglage en agissant uniquement sur les deux curseurs de l'appareil. Il suffit, d'ailleurs, d'effectuer ce réglage à deux ou trois spires près. Plusieurs postes de ce genre sont installés à Blois, Lisieux, Châlons et donnent de bons résultats.

Une légère modification accélère le débit des entonnoirs.

LES entonnoirs ordinaires que l'on utilise présentent l'inconvénient d'avoir un débit assez lent. Leur extrémité inférieure, qui s'engage dans le goulot de la bouteille, épouse exactement la forme de ce dernier, et, par suite, l'air chassé par l'arrivée du liquide ne s'échappe que difficilement. Quelquefois même il refoule la quantité de ce liquide qui est contenu dans l'entonnoir et provoque des rejaillissements, qui peuvent avoir une grande importance si l'on manipule des acides.

Une transformation très simple permet d'éviter ces inconvénients, et toute personne qui possède un fer à souder peut l'effectuer en quelques minutes. Il suffit de prendre un morceau de fil de fer *F* (fig. ci-dessus) de longueur convenable et de le souder tout le long d'une génératrice des surfaces coniques qui constituent l'entonnoir. L'échappement de l'air est assuré. D'une façon plus élégante, il suffirait de ménager une petite gouttière longitudinale, au lieu de souder un fil de fer.



EN PERMETTANT A L'AIR DE S'ÉCHAPPER, LE FIL DE FER *F* AUGMENTE LE DÉBIT DE L'ENTONNOIR

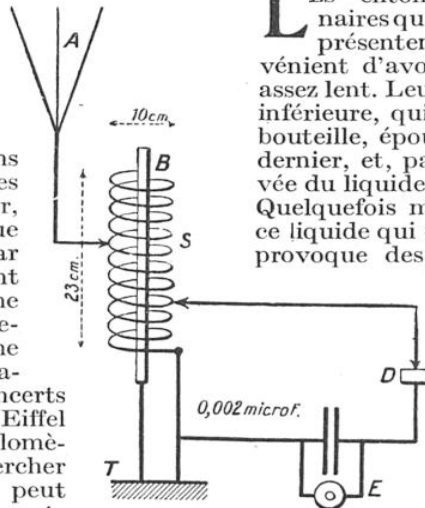


SCHÉMA DU POSTE A GALÈNE

LES APPLICATIONS DE L'ÉLECTRICITÉ A LA CAMPAGNE

Le courant électrique pénètre maintenant dans presque tous les villages et il est tout naturel que l'on cherche à utiliser cette énergie, si souple et si pratique, pour diminuer les frais de main-d'œuvre, toujours très élevés.

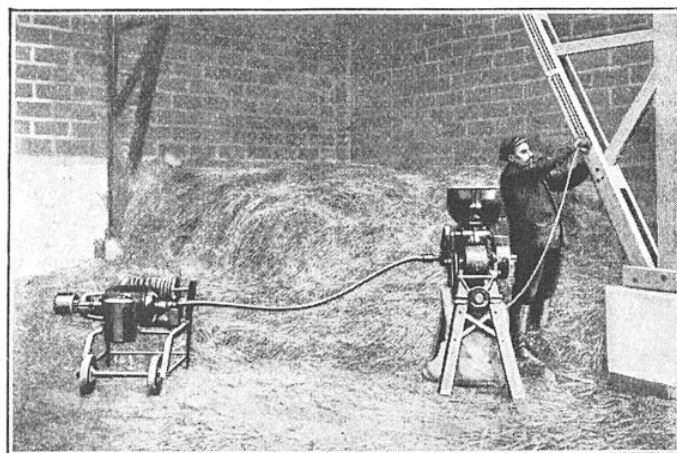
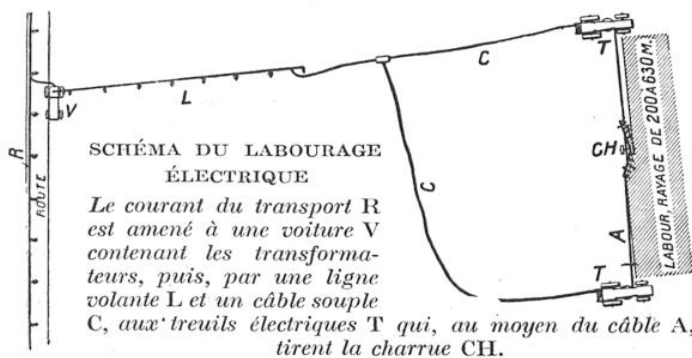
La Société Générale Agricole, qui s'est spécialisée dans les applications de l'électricité à la ferme, possède un matériel très perfectionné. Nos illustrations représentent son chantier de labourage en fonctionnement et un petit moteur électrique transportable.

Dans un autre ordre d'idées, on a créé également une pompe électrique entièrement automatique pour assurer l'alimentation en eau de l'exploitation agricole. Cet appareil permet d'éviter la construction d'un château d'eau, l'aménagement d'un réservoir situé dans les combles de l'habitation. Cette pompe se met automatiquement en marche chaque fois que l'on prend une certaine quantité d'eau,

ce qui a pour effet de diminuer la pression dans la conduite. Lorsque la pression est redevenue normale, l'appareil s'arrête de lui-même et sa consommation est nulle. Les exploitations forestières peuvent également bénéficier des applications de l'électricité. On construit en effet une scie transportable, appelée « Sylva », qui, actionnée par un moteur électrique, se rend sur place et débite rapidement les plus gros troncs d'arbres abattus.

La photographie ci-dessous présente, enfin, un moteur électrique transportable, appelé à rendre de grands services aux agriculteurs. Bien que cet appareil ne soit pas nouveau, il a subi des modifications qui le rendent intéressant. On connaît les inconvénients présentés par les transmissions par courroies ou par engrenages. Il faut que les poulies, motrice et réceptrice, soient exactement dans le même plan pour que la courroie ne saute pas et il faut calculer leurs diamètres pour obtenir la vitesse convenable de l'appareil d'utilisation. L'emploi d'un câble flexible de transmission évite tous ces ennuis. D'ailleurs, ce moteur peut transmettre sa puissance à la fois par cour-

roie et par câble flexible. Un interrupteur inverseur assure le changement du sens de rotation. Cette machine peut actionner les appareils employés à la ferme, tels que coupe-racines, tarares, trieurs, barattes, etc...



MOTEUR ÉLECTRIQUE TRANSPORTABLE A TRANSMISSION
PAR CÂBLE SOUPLE

roie et par câble flexible. Un interrupteur inverseur assure le changement du sens de rotation. Cette machine peut actionner les appareils employés à la ferme, tels que coupe-racines, tarares, trieurs, barattes, etc...