

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 37. n. 151. Janvier 1930
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1930
Collation	1 vol. (85 p.) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 151
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.151

LA SCIENCE ET LA VIE

Supplément au n° 156 de LA SCIENCE ET LA VIE

LA SCIENCE ET LA VIE

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

Rédigé et illustré pour être compris par tous

TOME XXXVII

JANVIER à JUIN 1930 (N^{os} 151 à 156)

RÉDACTION, ADMINISTRATION ET PUBLICITÉ

13, Rue d'Enghien, PARIS

Téléphone : Provence 15-21

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



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

BIBLIOTHÈQUE DU GÉNIE CIVIL

Services : 108 bis, rue Championnet, PARIS

Envoi franco contre le montant des ouvrages, plus 10 0/0 pour frais

CHEFS DE SERVICE

262	Ajustage	10	»
38	Algèbre	7	»
33	Arithmétique	15	»
89-90	Automobile	35	»
171	Aviation	20	»
141	Agriculture	15	»
454	Arithmétique commerciale	30	»
273	Accidents de travail (Prévention des)	20	»
316	Anglais usuel	10	»
239	Applications électriques	20	»
22-25	Bobinage des machines	20	»
204	Bâtiment	20	»
744	Brevets d'invention	10	»
342	Botanique	10	»
293	Béton armé	20	»
314	Correspondance commerciale	20	»
118	Constructions mécaniques	10	»
35	Calcul rapide	25	»
170	Commerce et comptabilité	25	»
526	Cinema	20	»
749	Chauffage central	15	»
61	Chimie	30	»
4-131	Chaudières locomotives	20	»
259	Chemins de fer	20	»
390	Constructions en bois	20	»
95	Croquis cotés	10	»
94	Conduite électrique	5	»
829	Carrières commerciales	10	»
226	Comptabilité agricole	10	»
372	Comptabilité des gares	20	»
404	Conduite des locomotives	30	»
288-289	Cosmographie	10	»
240	Dangers des courants	15	»
621	Dessin électrique	20	»
348	Dessin industriel	5	»
79	Dessin graphique	10	»
114	Dessin à la plume	10	»
166	Dessin d'architecture	10	»
97	Dessin de menuiserie	15	»
165	Eclairage électrique	15	»
99	Electricité	15	»
129	Electrochimie	20	»
8	Entretien des machines	10	»
803	Emplois des chemins de fer	10	»
105	Ecriture	10	»
36	Géométrie	20	»
44	Géométrie descriptive	25	»
126	Géologie et minéralogie	20	»
703	Génie (Admission au 5 ^e)	30	»
196	Machines locomotives	20	»
534	Machines agricoles	30	»
2	Machines marines	30	»
208	Machines industrielles	12	»
307	Moteurs industriels	25	»
601	Mathématiques navales	20	»
31	Mathématiques (notions)	6	»
755	Mécanique	30	»
381	Mètre de bâtiment	20	»
71	Orthographe	30	»
399	Poids et mesures	15	»
59	Physique	25	»
540	Parfumerie	20	»
80	Résistance des matériaux	20	»
72	Rédaction	5	»
546	Règle à calcul	20	»
15	Turbines à vapeur	20	»
261	Technologie de l'atelier	10	»
142	Topographie	15	»
41	Trigonométrie	15	»
152	T. S. F.	10	»
576	Vie et mécanisme des entreprises	10	»

INGÉNIEURS

203	Automobile	25	»
541	Aviation	40	»
29-302-303	Algèbre supérieure	45	»
194	Algèbre	40	»
751-752-753	Béton armé	15	»
47	Compléments	40	»
502	Charpentes métalliques	25	»
612	Calcul des machines	20	»
549	Chauffe rationnelle	45	»
622-623-624	Construction électrique	25	»
49	Calcul différentiel	25	»
50	Calcul intégral	40	»
490	Compléments	40	»
233	Construction mécanique	20	»
189	Chimie métallurgie	25	»
190	Chimie bâtiment	40	»
191	Chimie agricole	25	»
337	Cosmographie	25	»
270	Construction d'usines	50	»
219-220-221-222	Constructions navales	30	»
200	Comptabilité industrielle	10	»
305	Calcul rapide	30	»
17	Dessin (Technologie)	20	»
292	Dictionnaire technique français, anglais, italien	40	»
136-137	Electricité théorique	50	»
162-163	Electrotechnique	25	»
242	Electrometallurgie	20	»
172	Essais des machines	20	»
382	Eclairage électrique	100	»
1004	Formulaire de mécanique et électricité	60	»
110-111-112-26	Géométrie	50	»
51-52-53	Géométrie analytique	40	»
367	Géométrie descriptive	30	»
350-351	Mines	40	»
18	Moteurs à combustion	30	»
267	Machines-outils	30	»
120	Machines électriques calcul	35	»
115	Mathématiques générales	40	»
424	Mécanique	40	»
282	Métallurgie	45	»
427	Mesures d'essais électriques	40	»
160-520	Navigation	40	»
210-211-212	Outillage	10	»
373	Plans cotés	25	»
380	Physique industrielle	30	»
580	Physiologie végétale	40	»
503	Ponts métalliques	10	»
159	Règle à calcul	40	»
86	Résistance des matériaux	30	»
109	Rapports techniques	25	»
535	Service de la voie (chemin de fer)	15	»
199	Stereotomie	25	»
251	T. S. F. théorique	30	»
153	T. S. F. appliquée	25	»
57	Thermodynamique rationnelle	25	»
402	Thermodynamique gaz	25	»
155	Thermodynamique vapeur	25	»
42	Trigonométrie	15	»
214	Usinage	5	»
85	Unités électromécaniques	15	»
117	Vecteurs	25	»
27	Usines hydroélectriques	15	»
81	Droit civil	20	»
224	Droit commercial	20	»
98	Droit maritime	20	»
277	Droit administratif	25	»
327	Législation des mines	25	»
78	Economie politique	20	»
313	Législation des eaux	20	»
74	Législation de l'électricité	30	»
75	Législation ouvrière	25	»
225	Législation des chemins de fer	30	»
721-722-723	Règlementation postale		

PROJETS

Projets pour chaque genre d'appareils avec un formulaire pour toute l'étude [du projet, la rédaction complète du projet avec dessins pour toutes les spécialités. Chaque étude 100. »

Toutes les formules employées sont élémentaires

L'acoustique dans les théâtres est-elle encore du domaine de l'empirisme?	Charles Brachet	3
Mesurer, c'est progresser. Les progrès de l'électrotechnique sont tributaires de la précision des mesures : ampèremètres, voltmètres, compteurs	Marcel Boll. Agrége de l'Université, Docteur ès sciences.	13
Louis de Broglie, prix Nobel 1929, a contribué à édifier la physique moderne	Maurice de Broglie Membre de l'Institut.	21
Qu'est-ce qu'une tension électrique? Qu'est-ce qu'une force électromotrice?	Marcel Boll. Docteur ès sciences.	24
Comment, dans les pays chauds, la chaleur solaire permet de distiller l'eau pour la rendre propre à l'alimentation	Jean Marchand.	26
La lutte contre le grisou est scientifiquement organisée dans les mines modernes	Jean Armanet Professeur à l'Ecole Nationale supérieure des Mines de Saint-Etienne.	31
Comment le « tir à la mer » est résolu par l'emploi d'appareils de haute précision	A. Féral. Capitaine de corvette.	39
Les progrès de la physique russe dans les dix dernières années	Pierre Lasareff. Directeur de l'Institut de Physique de Moscou.	45
L'extension des grandes villes est liée au développement des transports en commun de voyageurs. Comment on envisage ces transports pour desservir le « Grand Paris »	L.-D. Fourcault.	51
Un nouveau dispositif de ravitaillement en charbon des locomotives.	Paul Lucas.	58
Transformateur géant à 220.000 volts	L. K.	60
Un nouveau projet de liaison entre la Grande-Bretagne et la France	L. Mähl.	61
Dix ans de progrès dans l'industrie de la motocyclette	Capère	6
Les vernis nitrocellulosiques sont de plus en plus employés dans les chemins de fer	Jean Marton	72
Le centenaire d'un grand chimiste alsacien : Paul Schutzenberger	Georges Urbain. Membre de l'Institut.	75
La T. S. F. et les constructeurs	J. M.	76
Le phonographe et la vie	F. Faillet	79
Les A côté de la science (Inventions, découvertes et curiosités)	V. Rubor	81
Une intéressante machine à calculer	J. M.	86

Il n'est plus, aujourd'hui, un dépôt de locomotives un peu important qui ne possède un dispositif automatique pour le chargement du charbon dans les tenders des machines. Le gain de temps réalisé d'une part, la diminution de main-d'œuvre d'autre part, constituent un facteur d'économie et assurent le fonctionnement régulier du dépôt en évitant un long stationnement aux locomotives. On a installé récemment, en Angleterre, un système spécial fort ingénieux, qui permet de décharger directement dans les tenders le charbon arrivant dans les wagonnets, au fur et à mesure des besoins, en supprimant ainsi le déchargement de ces wagonnets et en permettant de constituer le stock de combustible sur un point favorablement choisi et relativement éloigné du stationnement des machines. Ce nouveau dispositif pratique, représenté sur la couverture de ce numéro, est décrit à la page 58.



VUE D'ENSEMBLE DE LA SALLE DU THÉÂTRE DES CHAMPS-ÉLYSÉES, A PARIS

La photographie ci-dessus représente la salle du théâtre des Champs-Élysées, l'une des plus rationnellement construites parmi celles destinées à un grand nombre de spectateurs. L'acoustique en est excellente, bien que l'architecte, M. Auguste Perret, n'ait pris, à cet égard, que des précautions élémentaires. La principale de ces mesures consiste à ménager dans le plafond des ouvertures en chicane, communiquant directement avec l'atmosphère — ce qui élimine l'écho, tout en assurant l'aération par échappement de l'air intérieur en colonne ascendante. Les profils du plafond sont éloignés avec soin des formes réfléchissantes elliptiques ou circulaires. Les galeries, largement avancées, en porte à faux, sur le parterre, assurent également l'élimination de toute réflexion sonore parasite du fait des murs latéraux.

LA SCIENCE ET LA VIE

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

Rédigé et illustré pour être compris de tous

Voir le tarif des abonnements à la fin de la partie rédactionnelle du numéro

(Chèques postaux : N° 91-07 - Paris)

RÉDACTION, ADMINISTRATION et PUBLICITÉ : 13, rue d'Enghien, PARIS-X^e — Téléph. : Provence 15-21

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays.

Copyright by La Science et la Vie, Janvier 1930 - R. C. Seine 116.544

Tome XXXVII

Janvier 1930

Numéro 151

LA SCIENCE AU SERVICE DE L'ART

L'ACOUSTIQUE DANS LES THÉÂTRES EST-ELLE ENCORE DU DOMAINE DE L'EMPIRISME ?

Par Charles BRACHET

Si les sciences exactes ont permis de résoudre un grand nombre de problèmes de la vie moderne, il est cependant un domaine où, malgré les remarquables progrès accomplis depuis le commencement du siècle, les techniciens n'ont pu se mettre d'accord sur une formule précise et pratique : c'est le problème de l'acoustique des grandes salles de théâtre ou de concerts. Non pas que l'étude des sons et des lois de leur propagation ne soit, en elle-même, aussi avancée que celle des autres branches de la physique, mais parce que les phénomènes mis en jeu dans leur application particulière sont d'une telle complexité que les données mêmes du problème à résoudre ne sont pas encore connues avec certitude. Le technicien qui édifie doit, en effet, tenir compte, non seulement de la propagation des ondes sonores, mais de leur réflexion sur les parois de la salle, des phénomènes d'écho, d'interférence et de résonance qui en résultent. L'acoustique de demain sera-t-elle moins ignorante que celle d'hier ?

« Il n'y a pas longtemps qu'un de nos plus célèbres architectes, chargé de construire à Paris une salle de spectacle, a parcouru l'Europe pour étudier partout, en Italie, en Allemagne, en Angleterre, les conditions de sonorité des théâtres réputés comme les plus satisfaisants. Malgré toute sa conscience, le résultat n'a rien donné d'extraordinaire, au point de vue de la sonorité. Ce même architecte, chargé de l'entretien de la salle du Conservatoire, qui est une merveille d'acoustique, sans qu'on puisse au juste dire pourquoi, n'ose pas déplacer la cloison d'une loge, ajouter une draperie, faire la moindre modification, dans la crainte parfaitement justifiée, d'altérer cette perfection inexplicable. »

Les lignes que je viens de citer ont été

écrites en 1895 par un maître théoricien de la musique, Albert Lavignac.

Le « four » d'acoustique auquel il fait allusion serait assez difficile à reconnaître aujourd'hui dans la quantité de salles parisiennes répondant au signalement, si l'on ne savait qu'il s'agit de l'Opéra-Comique, reconstruit par l'architecte Bernier. Quoi qu'il en soit de ces quelques phrases de Lavignac, retenons seulement l'expression du vœu qu'elles formulent, l'un des plus ardents des amateurs de la musique : qu'un architecte de génie doublé d'un savant physicien nous donne enfin la « formule » de la salle acoustique modèle ! Ce vœu, la science peut-elle aujourd'hui l'exaucer ?

On vient d'inaugurer à Paris, au cours de ces dernières années, plusieurs salles de

théâtre (salle Pleyel, théâtre Pigalle, salle de l'Ecole Normale de Musique), qui constituent des tentatives rationnelles plus ou moins réussies. Il semble bien, cette fois, qu'un premier ensemble de principes peut être tiré de ces expériences intelligentes.

Pourquoi la science acoustique est la plus difficile à appliquer par l'architecte

L'acoustique est la dernière *science exacte* à laquelle l'architecte ait fait appel jusqu'ici.

Géomètre d'abord, et puis mécanicien, l'architecte doit connaître la résistance des matériaux, savoir calculer les efforts qu'ils supportent et ceux qu'ils engendrent. Il doit posséder également un minimum de notions sur leurs qualités physiques : hygrométrie, conductivité thermique, etc. A ces qualités longtemps utilisées de manière empirique (mais qu'il faut examiner de près à notre époque de ciments armés, de métaux, de moellons artificiels extrêmement divers), il faut ajouter, depuis que le raffinement esthétique s'en mêle, le pouvoir réflecteur des revêtements.

S'il s'agit des réflexions de la lumière (recherche du meilleur éclairage indirect) (1), la disposition et la forme à donner aux revêtements d'une salle n'ont pas à tenir compte d'un inconvénient majeur qui apparaît, au contraire, dès qu'il s'agit d'ondes sonores.

Plus nombreuses seront les réflexions d'un rayon lumineux sur les murs et meilleur sera l'éclairage général de la salle. Il n'en est pas de même des réflexions du son. C'est que le rayon sonore ne se propage pas avec une vitesse quasi infinie. Il en résulte des phénomènes d'écho, d'interférence et de résonance, dont l'existence et l'intensité dépendent essentiellement de la forme des réflecteurs et de leur matière constituante.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 113, page 405.

Le problème acoustique qui se pose à l'architecte des grandes salles publiques modernes comporte donc la mise en jeu de tous les facteurs déjà énoncés, plus ceux, très particuliers, qui concernent la *direction* du son et l'*élimination de ses phénomènes parasites*.

La direction des ondes sonores : Des vasques du Louvre au théâtre de Bayreuth

Vous connaissez l'histoire de ce maniaque qui, ayant trouvé, en voyage, une maison

isolée dans laquelle se produisait un écho remarquable, « l'acheta, en numérotait les pierres, les fit transporter et reconstitua finalement la même maison, identiquement semblable, avec les mêmes matériaux, dans sa propriété, en Angleterre. *L'écho n'y était plus* ».

Cette histoire invraisemblable n'est pas dénuée de sens. Il existe, dans le monde, une foule d'échos célèbres : les uns sont situés dans des paysages, vallées ou grottes ; d'autres ont inopinément surgi d'édifices construits de main d'homme. Ces échos, le physicien les analyse sur place, assez bien, mais il lui serait pratiquement impossible

d'en « construire » d'exactement semblables — parce que l'analyse du physicien est *toujours incomplète* devant la réalité. Or, l'absence d'un seul facteur inconnu suffit parfois à mettre en échec toute une synthèse.

C'est seulement dans des cas extrêmement simples, réductibles à une analyse géométrique, que l'écho peut se « construire » sur plans. Ainsi, dans la salle à voûte elliptique des Antiques du Louvre, il a suffi de placer deux vasques régulièrement concaves à l'un et à l'autre foyer de l'ellipse qui forme le profil de voûte, pour obtenir l'effet classique de concentration du rayonnement sonore. Une voix qui parle, même très bas, à un foyer, est entendue de manière très nette par un auditeur penché sur l'autre

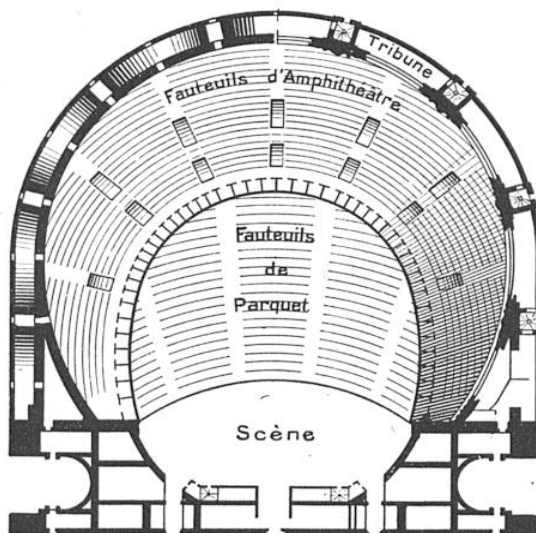


FIG. 1. — LA SALLE DU TROCADERO (PLAN)

C'est une imitation du théâtre antique à gradins, avec, toutefois, le vice rédhibitoire d'un mur circulaire contournant l'amphithéâtre. De plus, les anciens plaçaient la scène devant un mur plan non concave (voir élévation). Mais l'architecte a surtout oublié que le théâtre antique était à ciel ouvert. D'où son absence d'échos.

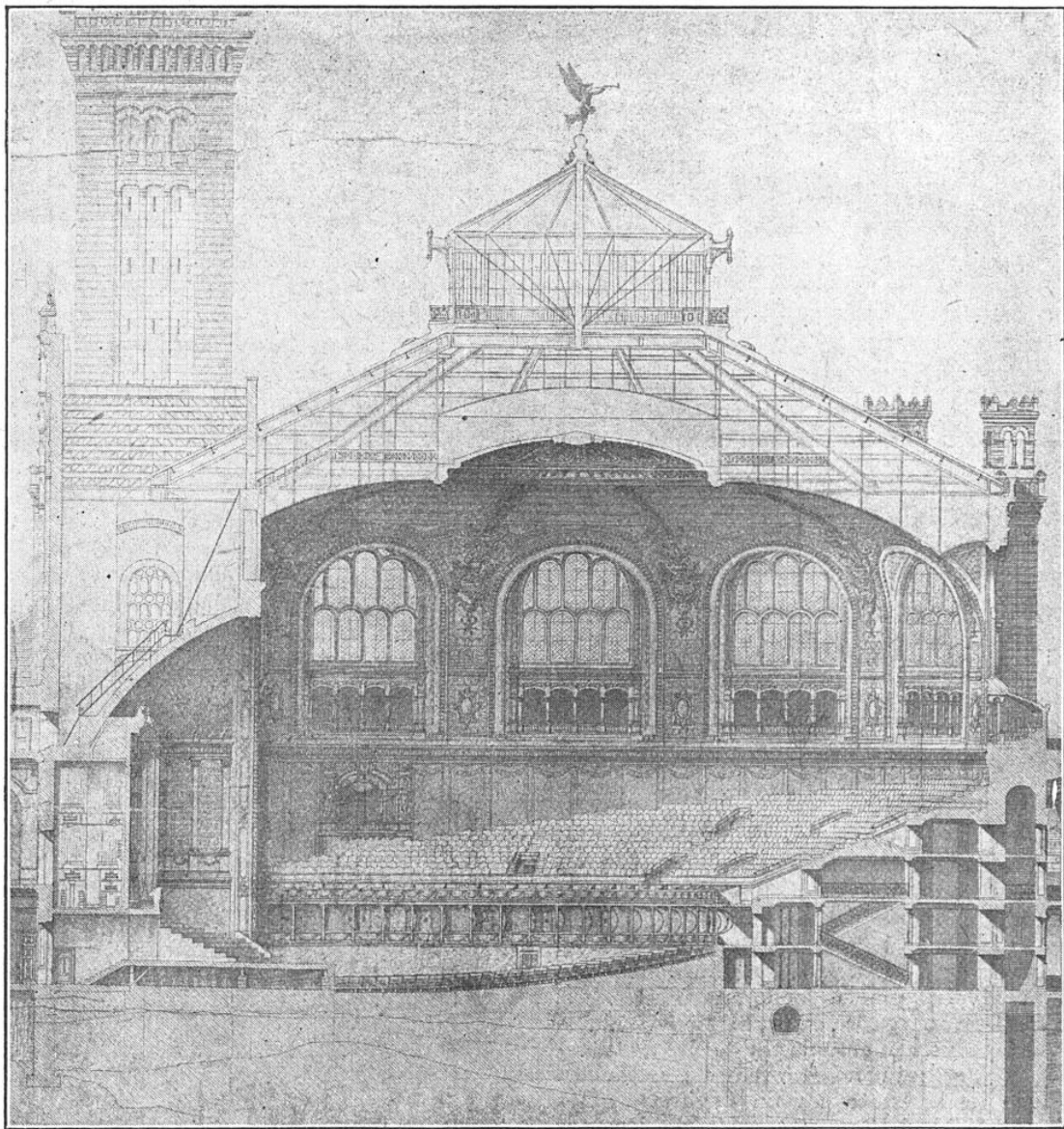


FIG. 2. — LE THÉÂTRE DU TROCADÉRO, A PARIS, EST LA SALLE QUI, DANS LE MONDE, POSSÈDE, PROBABLEMENT, LA PLUS MAUVAISE ACOUSTIQUE

L'architecte semble avoir concentré dans ce profil tout ce qu'il était possible de concilier, avec le monument, des règles d'acoustique élémentaire et, malheureusement, en parfait désaccord avec les lois de l'acoustique rationnelle des grandes salles closes. La scène et, sur la scène, l'orgue occupent le foyer d'un miroir concave destiné, dans l'esprit du constructeur, à projeter le son sur le parterre et les loges (en arcades sous les baies vitrées). En réalité, on est obligé de constater que l'effet est déplorable et, dans certaines loges, on n'entend que du bruit, non le concert.

vasque, à l'autre foyer. Le même phénomène de concentration se produit d'un angle à l'autre de la fameuse salle du Conservatoire des Arts et Métiers. Le foyer de l'ancien Opéra de Berlin (incendié en 1843) devait offrir quelque parenté avec les foyers

d'ellipsoïdes, puisqu'il présentait également ce phénomène, que l'on retrouve, d'ailleurs, en des lieux plus vulgaires, par exemple d'un quai à l'autre, sous les voûtes elliptiques du Métro.

Par conséquent, rien de plus facile, pour

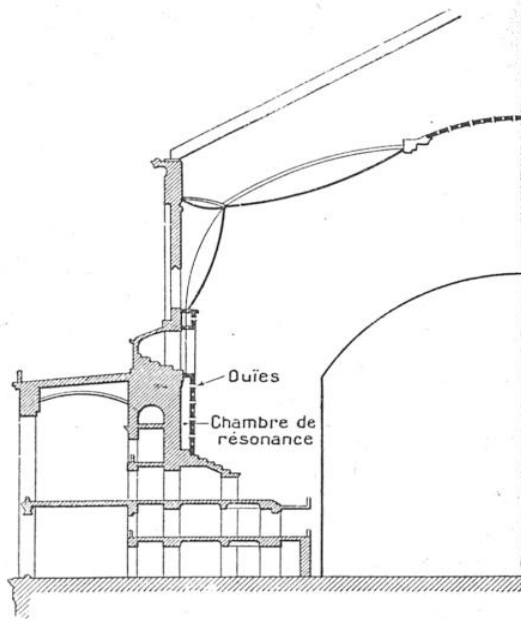


FIG. 3. — UNE CORRECTION DE L'ACOUSTIQUE DU TROCADÉRO PROPOSÉE PAR M. AUGUSTE PERRET

Des vélums sont tendus en voûtes convexes dispersantes, pour masquer les voûtes concaves et les baies vitrées. Le mur circulaire d'amphithéâtre est revêtu d'un système de caissons de résonance non réflecteurs du son.

l'architecte, que d'établir de telles réflexions sonores d'un point à un autre point. Mais cette règle élémentaire de la réflexion (commune à tous les rayons, sonores et autres, pour lesquels l'angle de réflexion est en principe égal à l'angle d'incidence) n'est pas d'un développement facile en architecture.

Peut-on reprendre ce problème en remplaçant les foyers ponctuels par des lignes transversales, ce qui conduit à remplacer « l'ellipsoïde » de la voûte par un « cylindre elliptique » ? Ainsi, l'on gagnerait de l'espace pour loger les musiciens en file transverse et, de même, quelques auditeurs. Ceci est encore insuffisant.

Peut-on, élargissant encore le problème, tracer une voûte où les rayons partiraient non plus d'une ligne, mais d'une « bande » assez large pour correspondre au plancher de la scène, qui se disperseraient ensuite « en arrosoir » au-dessus de la foule répandue sur l'aire de la salle ?

Ce problème géométrique est facile à résoudre — encore qu'il faille étouffer la réflexion des murs latéraux (ce qui constitue un sacrifice d'énergie sonore). Mais une telle formule revient encore à priver

certains auditeurs de l'audition optimum de certains musiciens. Chacun n'entend très bien qu'une partie restreinte de l'orchestre, celle qui correspond au trajet du rayon focal qui le concerne.

C'est pourtant à cette directive sommaire que, soucieux de géométrie et d'acoustique rationnelle, certains architectes se sont parfois conformés avec un certain bonheur. Il résulte de cette conception un profil de voûte se rapprochant d'un miroir parabolique dont la « zone focale » serait située sur la scène, tandis que les rayons réfléchis, loin d'être parallèles comme dans le miroir classique, divergeraient légèrement, de manière à arroser du mieux possible, mais au petit bonheur, le parterre et les galeries. Lorsqu'on adopta cette formule, à la fin du siècle dernier, par exemple lors de l'édification du théâtre wagnérien de Bayreuth, c'était une nouveauté. Pour la première fois, en effet, l'on se préoccupait de diriger les ondes sonores dans une salle de spectacle.

Depuis, l'on n'avait guère avancé dans cette voie. C'est seulement de nos jours que la grande maison française Pleyel a tenté, sur l'initiative de son directeur, M. Gus-

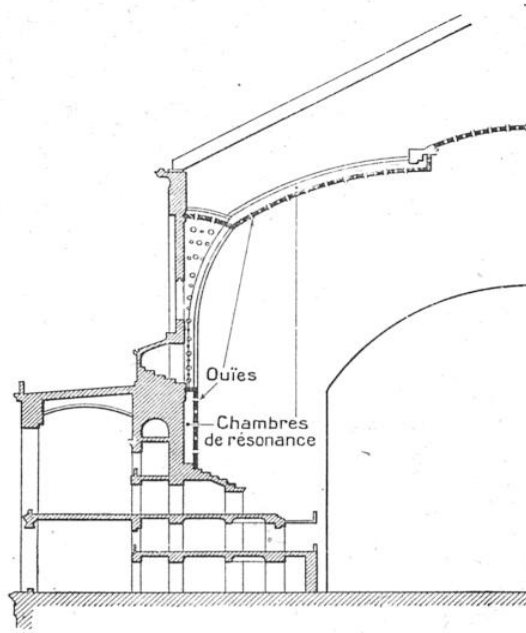


FIG. 4. — UNE AUTRE CORRECTION POSSIBLE DE L'ACOUSTIQUE DU TROCADÉRO, SELON M. AUGUSTE PERRET

C'est la même que la précédente, avec cette variante, plus coûteuse : les miroirs réflecteurs de la voûte pourraient être annulés sans amortir la sonorité, par l'installation du double plafond Perret. Et ce serait plus esthétique.

tave Lyon, musicien doublé d'un savant, de réaliser une salle géométriquement ordonnée pour la meilleure répartition du son — tout en évitant l'écho.

Avant d'examiner cette réalisation, nous devons maintenant dire un mot des relations de l'écho avec la bonne exécution musicale.

La contradiction de l'écho et du rythme

Ces relations sont très mauvaises, exécrables. L'écho est l'ennemi du concert, parce que toute musique est faite de rythmes, c'est-à-dire de coupures nettes dans le temps, alors que l'écho est un *phénomène périodique amorti*. Dans une salle dont les parois répercutent les sons, les musiciens semblent jouer à la façon de ces pianistes de mauvais goût qui appuyent constamment sur la pédale forte, libérant ainsi les « étouffoirs » destinés à trancher les temps, non de la mesure (ce qui dépend uniquement de l'exécutant), mais du mouvement musical propre au morceau (modulations harmoniques, qui sont des changements provisoires de tonalité).

Dans une salle très sonore, sous une voûte de cathédrale, jouez sur l'orgue des accords isolés séparés par de longs silences. Vous produisez un effet imposant et même harmonieux, quelques variées que soient les modulations exécutées. Entre chaque émission, le son a eu le temps de s'amortir par réflexions successives. *Il n'y a donc aucun empiètement d'un accord sur le suivant*. Chaque accord conserve donc son caractère musical : il demeure pur.

Essayez, au contraire, de jouer au grand orgue d'une cathédrale un trait rapide, une modulation un peu vive, et la pire des cacophonies en résulte. Non seulement le dessin mélodique perd alors toute netteté, mais l'harmonie est noyée dans un mélange

extrêmement désagréable. Aux sons effectivement joués viennent se superposer ceux qui, par leur écho non encore amorti, constituent le résidu de l'accord précédent.

Quand est survenue la musique si nuancée et si riche de Bach, l'organiste a dû se priver de certaine virtuosité. Aujourd'hui encore, certains exécutants sont dans l'obligation de « truquer » certains passages du génial musicien, qui était aussi un virtuose, afin de les soustraire à la cacophonie résultant des réflexions sonores sur les murs.

Comment on établit une salle de concert moderne

Les quelques aperçus que nous venons de donner nous font prévoir combien sera difficile le problème architectural des grandes salles de concert — celles que réclame précisément notre époque aux auditoires de plus en plus nombreux — où

l'on doit forcément jouer toute la littérature musicale, et non plus seulement ses rubriques solennelles du type « religieux ».

La salle du Trocadéro, édiflée à Paris en 1878, fut l'une des premières salles destinées au très grand public et à toutes les manifestations du théâtre et du concert. Ses qualités acoustiques sont universellement célèbres dans le sens de l'exécrable. M. Gustave Lyon fut le premier à préconiser le minimum des corrections « possibles » — puisqu'il ne pouvait être question de reconstruire un tel édifice. Et, d'abord, remplacer par des voûtes convexes (dispersantes), les voûtes concaves que l'architecte avait cru génial d'établir en miroirs réflecteurs. Cela ne pouvait être réalisé que par des velums judicieusement attachés au plafond. Ensuite, il convenait d'annuler, semblablement, un second miroir réflecteur, vertical cette fois : le mur cylindrique qui contourne le parterre.

Ce mur fut matelassé. Les velums furent

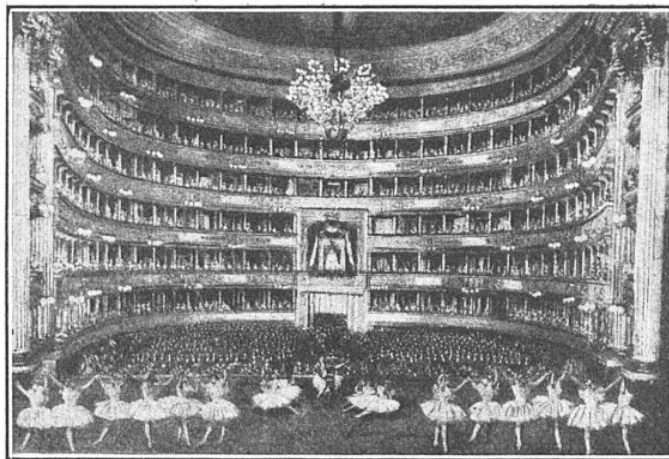


FIG. 5. — LE THÉÂTRE DE LA SCALA (MILAN)

L'une des meilleures salles de théâtre pour l'acoustique. Il faut, sans doute, attribuer ses qualités à la structure alvéolaire donnée aux murs latéraux par la multitude uniforme des loges.

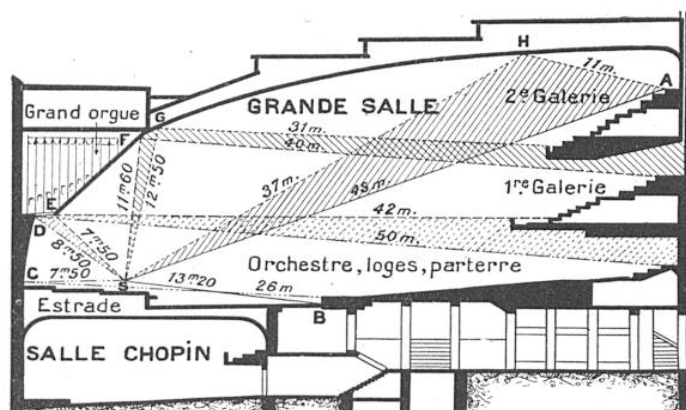


FIG. 6. — LA NOUVELLE SALLE PLEYEL ÉDIFIÉE PAR M. GUSTAVE LYON, A PARIS

On peut suivre de l'œil le schéma des réflexions sonores qu'a prévues le savant technicien, de manière à éviter l'écho, tout en distribuant aux diverses catégories d'auditeurs le maximum d'énergie sonore.

tendus sur les voûtes comme sur les grandes baies vitrées du pourtour. Et ce fut à partir de ce moment seulement que la salle devint supportable, en 1904. Mais elle est encore loin de la perfection. Nous verrons comment on pourrait aujourd'hui la faire progresser encore un peu, d'après les idées de M. Auguste Perret. Mais passons aux conceptions originales de M. Gustave Lyon sur l'acoustique des salles, qu'il vient de mettre en pratique dans la salle Pleyel, de la rue du Faubourg-Saint-Honoré, construite sur ses plans.

M. Gustave Lyon tient compte pour la première fois d'un facteur important, d'ordre physiologique : *l'inertie du tympan* (analogue à l'inertie de la rétine, qui a pour effet la *persistance rétinienne* des images lumineuses).

La rétine conserve l'image lumineuse durant un dixième de seconde environ, ce qui permet l'effet cinématographique de continuité dès que les images se succèdent à un rythme dépassant cette fréquence. L'oreille humaine semble, de même, conserver l'impression sonore durant un quinzième de seconde. Si, par conséquent, on veut donner à l'auditeur l'impression de simultanéité qui doit présider à la perception d'un « accord » (composition de plusieurs sons) — et un orchestre nombreux n'émet jamais, à la différence du soliste non accompagné, que de tels accords — il faut disposer l'auditoire de telle sorte que les multiples rayons sonores reliant chaque place à chaque musicien de l'orchestre ne diffèrent pas entre eux d'une distance supérieure à 22 mètres.

Ces 22 mètres correspondent, en effet, au temps de parcours d'un quinzième de seconde, effectué par les ondes sonores, leur vitesse de propagation étant de 340 mètres par seconde.

Par « rayon sonore », il faut, évidemment, comprendre non seulement la ligne la plus courte (auditeur-musicien), mais tous les trajets possibles par toutes les réflexions qu'offrent les parois de la salle. Un beau problème que de calculer la surface réfléchissante répondant à ces conditions pour les six parois d'une salle. Il est évident qu'en annulant par des mâtassages convenables certaines parties de ces parois, on peut simplifier le problème et surtout en éliminer les impossibilités qui

ne peuvent manquer de surgir à mesure que s'accroissent les dimensions de la salle.

Ceci posé, si l'on réussit à satisfaire la condition limitative des « moins de 22 mètres de retard », il est évident que l'on a infligé une sérieuse contre-attaque au phénomène de l'écho — fléau des vastes salles. On a octroyé aux ondes sonores, dans toutes les directions possibles, une différence de marche (puisque l'on ne peut s'en dispenser), mais on a fixé ce retard dans l'espace à une *marge maximum*, celle que la « persistance tympanienne » de l'oreille est capable d'annuler.

Cette conception est d'une grande fécondité pratique. Edifiée en tenant compte de cette loi, la nouvelle salle Pleyel contient d'abord une scène dont le plateau rectangulaire possède, à

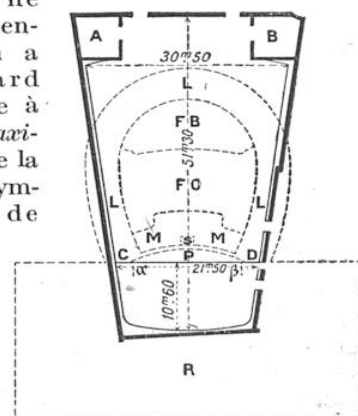


FIG. 7. — LE PLAN DE LA SALLE PLEYEL

On a reporté sur ce plan, en pointillé, celui de la salle de l'Opéra de Paris calquée, comme le Trocadéro, sur le schéma du théâtre antique, inadéquat aux salles closes. La surcharge d'ornements amortisseurs des sons et ses dimensions restreintes préservent heureusement l'Opéra des défauts qui affectent le Trocadéro,

peu de chose près, comme diagonale, cette longueur-limite : 22 mètres. Elle peut contenir cent musiciens et six cents choristes. Aucun de ces artistes ne peut donc, *quelle que soit sa place*, être distant de plus de 22 mètres du point occupé par un autre artiste.

Restent à organiser les parcours des rayons sonores réfléchis.

Toujours dans le cadre de la loi du retard maximum, M. Gustave Lyon a dessiné sa voûte de manière à distribuer, en outre, l'énergie sonore à chaque rangée d'auditeurs, d'autant plus concentrée *par réflexion* que cette énergie était plus *affaiblie par la distance* (du fauteuil à la scène). Il en est résulté un profil de voûte tout à fait inédit

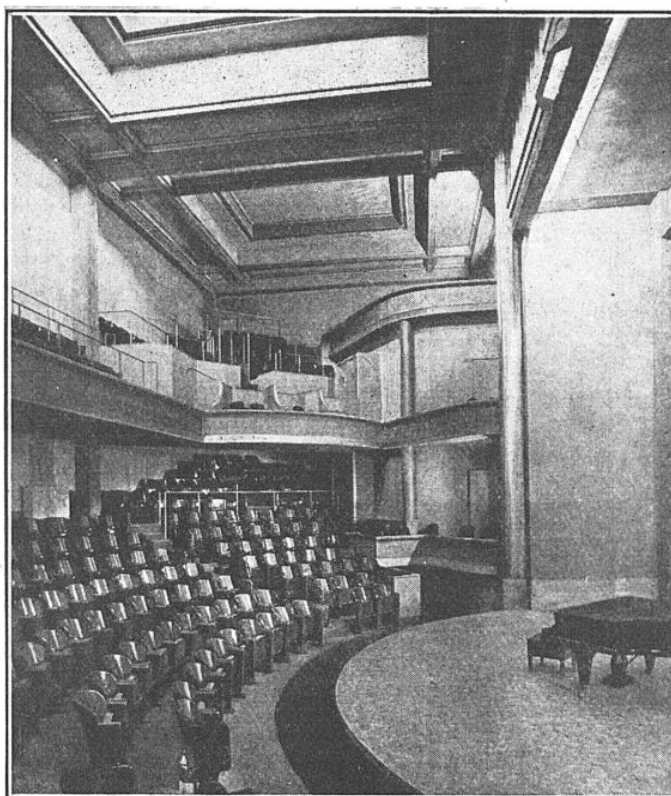


FIG. 8. — LA SALLE DE L'ÉCOLE NORMALE DE MUSIQUE ÉTABLIE PAR M. AUGUSTE PERRET, A PARIS

Toute en boiserie contre-plaquée. Les plafonds sont constitués par des caissons évidés d'une résonance efficace.

qui donne à l'immense nef la forme d'un pavillon géant de haut-parleur, sur le plan médian duquel est installé le parterre (en plan incliné), tandis que la plus grande ouverture du pavillon vient se fermer sur un mur de fond qui supporte deux immenses galeries. L'acoustique aux deuxièmes galeries est, de la sorte, aussi bonne qu'à l'orchestre. La première galerie est acoustiquement desservie par les réflexions provenant du raccord (spécialement calculé) qui relie le mur de la scène et la voûte propre-

ment dite de la salle. Le parterre reçoit plus spécialement les réflexions du mur de fond de la scène. Ainsi, trois paliers successifs de miroirs réflecteurs sont destinés à

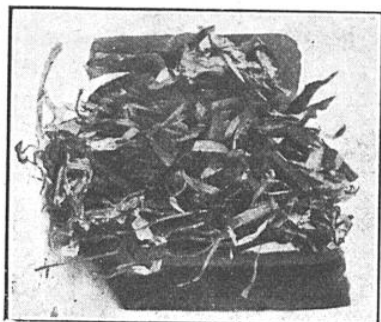


FIG. 9. — LE VARECH IGNIFUGÉ, QUI SERT À MATELASSER UN MUR QU'ON VEUT PRIVER DE POUVOIR RÉFLECTEUR. LES LAMELLES SOUPLES DE CE MATÉRIAU ABSORBENT L'ÉNERGIE SONORE

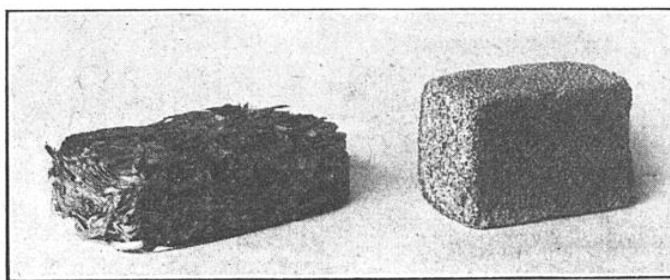


FIG. 10. — MOELLONS SPÉCIAUX POUR CONSTRUIRE UNE CLOISON IMPERMÉABLE AU SON

A droite : le « béton cellulaire », excellent pour l'isolement thermique, mauvais pour l'isolement acoustique. A gauche : brique de copeaux comprimés à l'état demi-souple. Ce matériau est excellent au point de vue des deux sortes d'isolement, thermique et acoustique, et permet de réaliser des cloisons insonores.

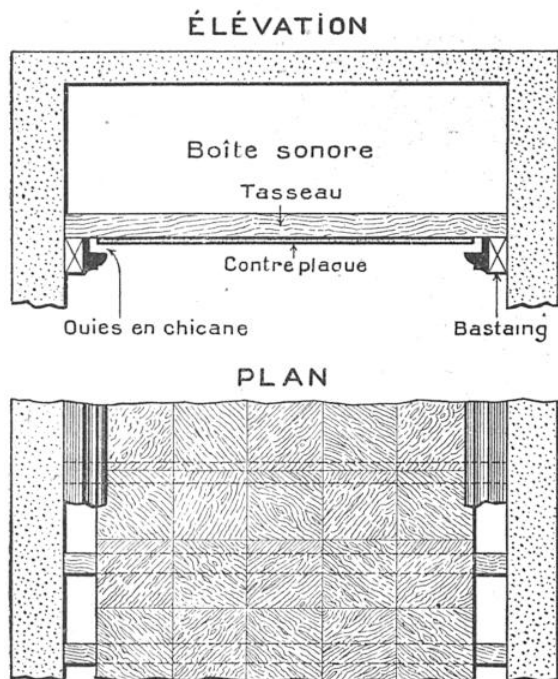


FIG. 11. — LES CAISSONS DE RÉSONANCE (PLAFOND) DE M. AUGUSTE PERRET

Les boîtes sonores sont en contre-plaqué inapte aux vibrations propres. Des « ouïes » sont ménagées entre la boîte sonore et la salle. Ce sont les principes de la lutherie appliqués à l'architecture des salles de théâtre.

desservir les trois catégories de spectateurs.

La sélection des ondes par trois paliers réflecteurs, dont chacun expédie son « paquet » sonore et s'amortit sur un plan d'auditeurs déterminé (une foule ne réfléchit pas le son), a pour résultat évident de faciliter l'élimination de l'écho ainsi que la solution générale du retard maximum.

Enfin, les murs latéraux, eux-mêmes cylindriques, concourent à la concentration telle qu'elle est déjà ébauchée par la voûte.

L'école de l'acoustique purement qualitative

La solution apportée par M. Gustave Lyon au problème de l'acoustique théâtrale est d'ordre géométrique, tout en demeurant fondée sur une loi physiologique. L'auteur canalise les sons suivant des trajets déterminés.

Cette solution géométrique n'aborde qu'un côté de la question. On pourrait lui reprocher de compter un peu trop sur le raisonnement : de même qu'on ne peut garantir la reconstitution exacte d'un écho par les seules formes de l'édifice, de même l'on ne

saurait compter s'en préserver par la seule prévision des formes. Une salle comme la salle Pleyel exige, par exemple, d'être comble pour que le son obéisse rigoureusement aux tracés assignés par son savant architecte.

Voici, maintenant, une autre école d'architectes qui, renonçant *de plano* à canaliser les ondes sonores, au moins de façon minutieuse, bornent leur ambition à éviter les échos parasites, en privant d'abord les parois de la salle de tout pouvoir réfléchissant. La pureté de l'audition se trouve accrue, mais son intensité est diminuée. Ce dernier inconvénient doit être corrigé à son tour. On essaye d'y parvenir par le phénomène de résonance obtenu au moyen de « caissons ». Tels sont les deux nouveaux aspects de cette acoustique plutôt physique et qualitative que géométrique. C'est le grand architecte — un artiste aussi — Auguste Perret qui nous a exposé le plus clairement cette conception, qu'il vient de réaliser sur un emplacement malheureusement trop exigu — ce qui laisse entier le problème des vastes salles populaires.

Mais on ne peut contester que cette petite salle de concert de l'Ecole Normale de Musique de Paris, tout récemment inaugurée, ne soit une merveille de sonorité.

Les parois entièrement revêtues de bois contre-plaqué (ignifugé), cette salle prend

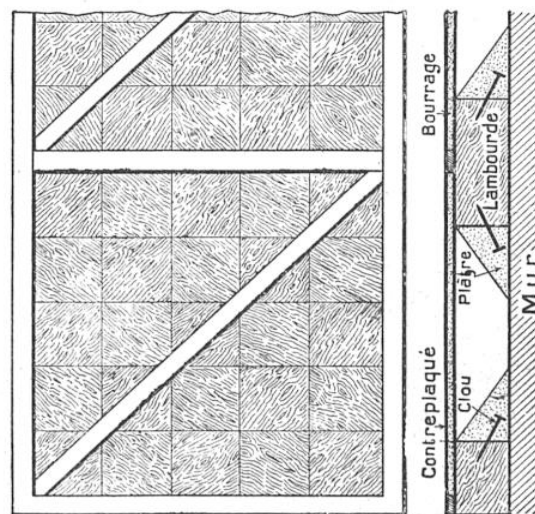


FIG. 12. — LES MURS NON RÉFLÉCHISSANTS DE M. AUGUSTE PERRET

Le contre-plaqué est apposé sur des lambourdes renforcées de plâtre. Des tasseaux en diagonale empêchent la résonance élastique du panneau qui n'est plus, ici, dans les conditions d'un panneau du caisson (figure précédente).

elle-même, l'aspect d'un instrument de musique, d'un « stradivarius », comme a dit le pianiste Cortot, sitôt après le concert d'inauguration. Le revêtement boisé a pour but d'empêcher les réflexions sonores.

Par contre, ce revêtement a permis à l'architecte de ménager dans le plafond de volumineux caissons qui, munis « d'ouïes » latérales invisibles et masquées par les corniches, forment de véritables tables d'harmonie — c'est-à-dire de résonance. Et ceci n'est en rien un phénomène parasite du genre « écho ». Tous les instruments de lutherie font appel à la résonance : le violon se compose d'une double caisse de résonance agencée en forme de 8. La petite boucle (supérieure) du 8 forme un résonateur destiné à renforcer les notes élevées de l'instrument, tandis que la grande boucle (inférieure) est destinée au renforcement des notes graves. C'est sur ce principe que M. Perret a établi les caissons de son plafond. Si la surface de chaque élément dépassait une certaine valeur, le volume excessif accordé à la résonance permettrait à l'écho de reparaitre, tandis que les notes aiguës ne trouveraient aucun profit à ce dispositif. D'autre part, il convient que les feuilles de contre-plaqué n'entrent pas en vibration propre ; ce n'est pas d'elles qu'on attend l'effet de résonance, mais du volume d'air qu'elles renferment. C'est pourquoi M. Perret a été conduit à entretoiser certains panneaux dont la sonorité propre s'accordait trop bien à celle de certains instruments.

Cette technique est, évidemment, empirique. Elle ne saurait être fondée, pour l'instant du moins, sur aucune théorie mathématique indiquant, pour une salle de forme donnée, le nombre et la dimension des caissons. Il est, d'ailleurs, curieux de rappeler que le procédé mis en œuvre par M. Perret n'est que la résurrection sous une forme plus moderne de celui que décrit Vitruve dans ses règles de construction du théâtre antique : le technicien romain préconise de placer sous les gradins du théâtre de grandes cloches d'airain ou de terre cuite, en forme de jarres



FIG. 13. — LE THÉÂTRE ANTIQUE
Cette coupe verticale montre en R, la disposition des résonateurs dont parle Vitruve.

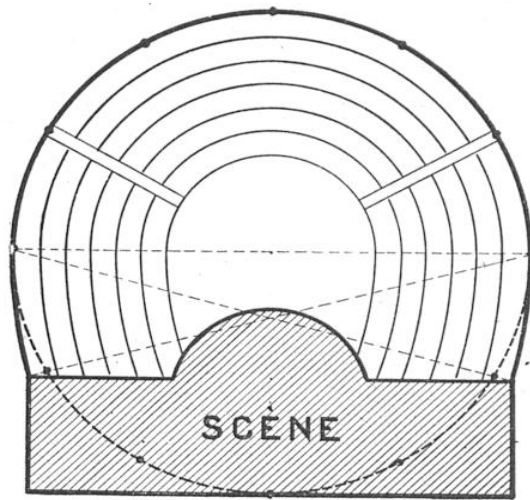


FIG. 14. — LE SCHÉMA DU THÉÂTRE ANTIQUE

Il a la forme d'un cercle coupé par la scène, de sorte que la profondeur de celle-ci soit égale au quart du diamètre, et sa largeur un peu plus grande que la corde correspondante (ce qui évite les miroirs réflecteurs d'angle). Derrière la scène se trouve un mur (parfois à niches purement ornementales). Le tout est à ciel ouvert, donc sans écho possible. Mais le rendement sonore est faible, d'où la nécessité des masques porte-voix pour les acteurs.

portant leur goulot vers la scène. Ainsi, le spectateur assis au-devant de cet orifice entend le son considérablement renforcé et sans écho. Le théâtre de Corinthe était agencé de la sorte.

Mais puisque nous sommes encore dans l'empirisme, une remarque s'impose. Les salles dont l'acoustique est la plus pure ont une forme très caractérisée : elles constituent un vaste cylindre à paroi verticale entourant la scène, — et ce cylindre est « troué » d'une multitude « d'alvéoles », les loges des spectateurs. C'est la formule du théâtre italien, dont celui de la Scala de Milan est l'un des exemples les plus typiques. La fameuse salle du Conservatoire de Paris se rapproche également de ce type. L'une et l'autre sont d'une acoustique exemplaire. Il s'agirait de déterminer exactement le rôle que jouent les alvéoles des loges : sont-ce des résonateurs à la manière de ceux de Vitruve, ou de simples amortisseurs d'écho ?

Les écrans de fils

Un curieux procédé (qui semble fondé sur le phénomène de diffraction des ondes sonores) a été découvert par l'Anglais Robert Greig, d'une manière encore tout empirique, pour atténuer les excès de sonorité, sous une

voûte d'église, par exemple. Il consiste à tendre des fils de coton à mi-hauteur de la voûte.

Ce procédé a été appliqué par l'inventeur dans la cathédrale de Fint-Barre (Cork), dont la nef est très élevée. Une nouvelle application de ces réseaux a été faite au Palais de l'Industrie d'Amsterdam, dont l'acoustique était si défectueuse qu'on ne pouvait y tenir un meeting. « Des fils de coton ordinaire assez fins et présentant peu d'élasticité

Paris pour étouffer les échos de l'orgue. Aucune loi physique certaine ne semble régir le nombre et la disposition de ces fils à l'action si mystérieuse. Leur épaisseur individuelle est, en effet, insuffisante pour intervenir par diffraction sur les ondes sonores, très larges relativement à leur diamètre. D'autre part, la distance qui sépare ces fils parallèles est trop grande (quelques centimètres, 3, 4, 8, 10, selon les cas) pour interdire le passage de l'onde sonore, et, cependant,

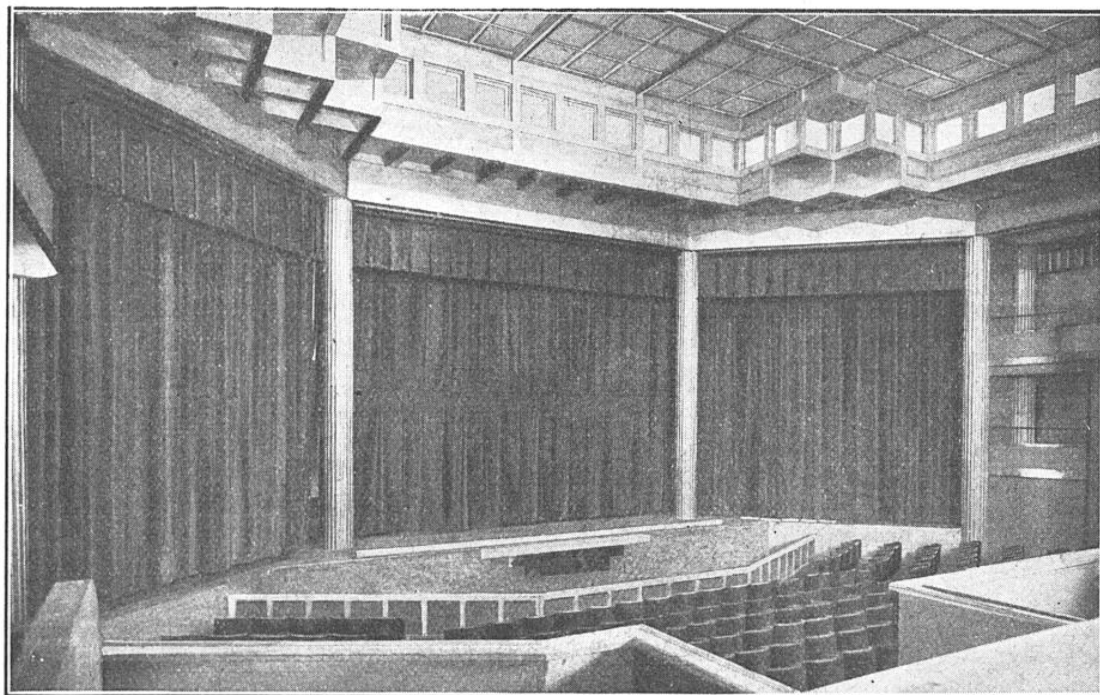


FIG. 15. — LE THÉÂTRE A TROIS SCÈNES CONSTRUIT PAR M. AUGUSTE PERRET A L'EXPOSITION DES ARTS DÉCORATIFS DE PARIS (1925)

On remarquera la dissymétrie voulue des caissons du plafond : excellente structure acoustique.

furent tendus, selon différentes directions, dans la partie supérieure de la salle. Au fur et à mesure de la pose de ces fils, on put constater que l'excès de résonance diminuait. L'impression produite dès l'abord était celle d'une sorte de tranquillité s'établissant dans l'atmosphère, et les bruits accidentels qui, durant l'opération, s'élevaient de la salle, semblaient s'amoindrir et s'isoler. L'épreuve, à l'orchestre, frappa non seulement les auditeurs, mais les musiciens, qui s'aperçurent, non sans surprise, qu'ils s'entendaient eux-mêmes distinctement. » Telle fut l'appréciation de l'organiste du Palais, M. C. Philibert.

Le célèbre facteur d'orgues Cavaillé-Coll a utilisé le même procédé à Notre-Dame de

l'ensemble du réseau, si ténu qu'il est invisible à l'œil nu sous la voûte d'une église, agit comme une véritable draperie, amortissant l'onde sonore réfléchi par la voûte.

Nous resterons sur ce nouveau point d'interrogation qui nous montre à quel point demeure entier le problème de l'acoustique des grands espaces clos où se réunissent les foules de notre temps. Il est vrai que l'on construit des haut-parleurs capables de se faire entendre, en plein air, de cent mille personnes, mais ceci n'enlève rien à l'urgence du problème purement musical, qui est d'ordre esthétique plus encore que pratique.

CH. BRACHET.

MESURER, C'EST PROGRESSER

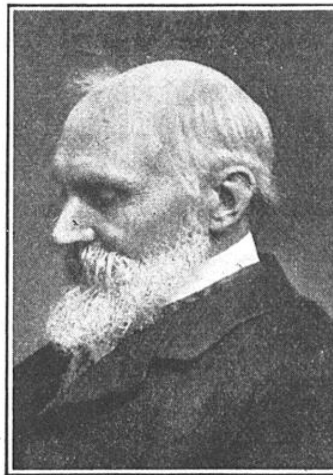
Les progrès de l'électrotechnique sont tributaires de la précision des mesures : ampèremètres, voltmètres, compteurs.

Par Marcel BOLL

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

La science ne peut progresser avec certitude que par la mesure des grandeurs qui précisent les différents phénomènes étudiés. Tout d'abord uniquement qualitative, par l'observation simple des phénomènes naturels qui éveillent la curiosité des savants, notre connaissance devient rapidement quantitative, dès que le chercheur fait appel à l'expérimentation, c'est-à-dire dès qu'il cherche à reconstituer, dans une expérience créée par lui, les conditions du phénomène observé. La mesure seule lui permet de mettre au point ces expériences et d'en déduire ultérieurement des lois précises. Or, dans l'état actuel de la science, les mesures peuvent être presque toutes ramenées à des mesures de phénomènes électriques. On mesure le temps avec des horloges électriques, la température au moyen de couples thermoélectriques, même les pressions élevées au moyen de l'ampèremètre et du voltmètre ; l'affinité chimique est souvent calculée grâce à nos connaissances en électricité. Enfin, les progrès de l'électrotechnique sont liés à la précision des mesures électriques. Nous avons donc pensé qu'il était d'un grand intérêt d'exposer ici le fonctionnement intime des appareils de mesure et de montrer, en outre, ce qu'est un appareil de mesure beaucoup plus répandu, puisque tout le monde en est tributaire : le compteur électrique.

L'HUMANITÉ ne progresse que dans la mesure où ses conceptions sont envahies par les mathématiques. On opposait jadis la qualité et la quantité, mais, de plus en plus, on se rend compte que la qualité n'est que de la quantité imparfaitement connue, que la quantité n'est autre chose que de la qualité mesurée. Le physiologiste français Le Dantec affirmait à juste titre : « Il ne se passe rien dans le monde, sans qu'il y ait modification de quelque chose qui soit susceptible de mesure » ; et il convient de méditer la phrase profonde de l'illustre savant anglais Kelvin : « Je dis souvent que, si vous pouvez mesurer ce dont vous parlez et l'exprimer par un nombre, vous savez quelque chose de votre sujet ; mais, si vous ne pouvez pas le mesurer, si vous ne pouvez pas l'exprimer en nombre, vos connaissances sont d'une pauvre espèce et bien peu satisfaisantes ; ce peut être le commencement de la connaissance, mais vous



LORD KELVIN
*Illustre physicien anglais
(1824-1907).
Associé de l'Institut de France.*

êtes à peine, dans vos pensées, avancés vers la science, quel qu'en puisse être le sujet. »

Ces paroles prophétiques n'ont pas tardé à porter leurs fruits : tous les phénomènes aujourd'hui se mesurent et, même, une branche de la science expérimentale a reçu le nom de *métrologie* ; elle a pour but de rechercher quelles lois peuvent s'appliquer à de nouvelles mesures, comment on peut accroître la précision, la commodité, la rapidité des méthodes et des instruments.

La *métrologie électrique* tend à envahir peu à peu toutes les mesures, car, d'une part, la quasi-unanimité des déterminations peuvent être finalement ramenées à des méthodes électriques ; et, d'autre part, il est rare de réaliser des appareils aussi prodigieusement sensibles que les galvanomètres (ampèremètres de haute précision). Ajoutons à cela que l'électricité reste, pour beaucoup de personnes instruites, quelque chose d'assez mystérieux, et on comprendra qu'après avoir

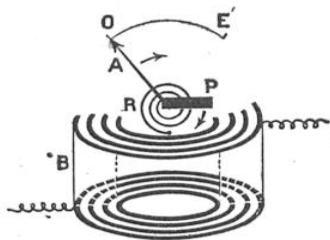


FIG. 1. — LE PLUS SIMPLE DES AMPÈREMÈTRES

Le courant à mesurer passe dans les spires de la bobine B, dont le fil est gros et court. Quand l'appareil est mis en circuit, la palette P (de fer doux) se met à tourner, entraînant l'aiguille A qui lui est solidaire. Plus le courant est intense, plus la déviation sera forte. Comme la déviation ne dépend pas du sens du courant, ces appareils fonctionnent aussi bien sur l'alternatif que sur le continu.

brièvement, un « courant ».

Chacune des propriétés du courant électrique peut être mise en œuvre : il y a des ampèremètres *thermiques*, fondés sur la chaleur dégagée par un courant et dans lesquels la dilatation d'un fil d'argent se trouve amplifiée, pour être lue au moyen d'une aiguille qui se déplace devant un cadran ; il y a des ampèremètres *électromagnétiques*, qui comprennent, en principe, une bobine et une pièce de fer doux ou d'acier (aimanté). Dans certains de ces derniers, la bobine est mobile et l'aimant est fixe. Dans d'autres, au contraire — et ce sont les seuls sur lesquels nous insisterons —, la bobine est immobile et la pièce de fer peut tourner autour d'un axe.

Notre figure 1 représente schématiquement un de ces derniers : c'est un *ampèremètre à fer doux*. Une palette P (de fer doux) peut tourner autour de son extrémité de gauche ; elle est maintenue dans cette position par un ressort spiral R. En dessous se trouve une bobine B, d'axe vertical, dans laquelle on enverra le courant à mesurer. Lorsque le courant passera, la palette aura tendance à se disposer suivant la verticale ; il se produira donc un antagonisme entre cette dernière tendance et l'effet du ressort qui s'y oppose. Sans qu'il soit besoin d'insister davantage, on conçoit que, plus

précédemment défini les grandeurs électriques et les unités qui servent à les exprimer (1), nous voulions aujourd'hui passer en revue ceux des instruments de mesure que le lecteur risque de rencontrer souvent.

L'ampèremètre

La mesure électrique la plus importante consiste à compter le nombre d'électrons qui passent, à chaque seconde, dans un circuit donné. En langage plus habituel, il s'agit de mesurer une *intensité de courant* ou,

l'intensité du courant sera considérable (1), plus la palette P tournera, et on lira sa rotation au moyen de l'aiguille A, qui lui est solidaire et qui se déplace devant l'échelle O E, graduée empiriquement en ampères.

La déviation de l'aiguille est *indépendante du sens du courant*. Si les électrons entrent par le haut de la bobine B, l'extrémité P devient un pôle nord et est sollicitée vers le bas. Si, au contraire, les électrons entrent par le bas de la bobine B, l'extrémité P devient un pôle sud et est, à nouveau, sollicitée vers le bas, puisque la polarité de l'électroaimant et le sens du courant sont à la fois inversés (2).

Il en résulte immédiatement qu'un tel appareil pourra aussi bien mesurer des *courants alternatifs* (3) : ces courants, comme on sait, circulent tantôt dans un sens, tantôt dans l'autre (habituellement : un centième de seconde dans un sens, le centième de seconde d'après dans l'autre) ; comme chacun des deux courants agit sur la palette P (fig. 1), ce type d'ampèremètre mesurera l'intensité « efficace » du courant alternatif.

Nous avons dit que les appareils électriques sont extraordinairement sensibles ; il arrivera donc fréquemment que le courant à mesurer ferait dévier l'aiguille A bien au delà du point E (fig. 1). C'est le cas de mettre à profit l'adage : « qui peut le plus peut le moins », car rien n'est plus facile que d'employer un *réducteur de sensibilité*. Il suffira de disposer entre les bornes (fig. 1) de l'appareil

(1) Autrement dit, plus il passera d'électrons, toutes les secondes, à travers les spires de la bobine B.

(2) Il y a là une illustration de la règle algébrique suivant laquelle : *moins par moins donne plus*.

(3) La même remarque s'applique aux appareils thermiques.

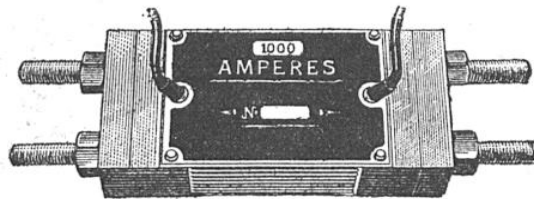


FIG. 2. — RÉDUCTEUR DE SENSIBILITÉ

Cet appareil peut être adjoint à l'ampèremètre (fig. 1) et prend le nom de *shunt* : il est formé par des lames métalliques, parfaitement calculées de telle sorte que les 999 centièmes du courant passent dans le shunt (le millième restant traversant l'ampèremètre ; pour le montage, voir fig. 4). Par suite, si l'ampèremètre marque 0 A 74, c'est donc en réalité 740 ampères qui alimentent le circuit principal. (On desserre les écrous pour introduire les gros conducteurs qui amènent ce courant.)

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 141, p. 187-195, mars 1929.

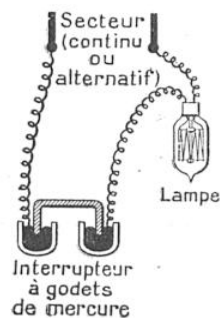
reil une sorte de « voie de garage » ou, suivant le mot anglais, un *shunt* (prononcez : chunte), de telle sorte que, par exemple, 999 0/00 des électrons qui arrivent passent dans ce shunt (fig. 2) et que, seulement, 1 0/00 des électrons traversent l'ampèremètre : la déviation qui (sans shunt) correspondait à 0 ampère 74 indiquera maintenant qu'il passe 740 ampères dans le circuit principal ; d'après l'expression consacrée, l'ampèremètre a été « shunté au millième » (on pourrait aussi aisément shunter au dixième, shunter au centième, etc.).

La qualité essentielle d'un ampèremètre, c'est qu'il ne doit pas modifier l'intensité qui traverse le circuit dans lequel on l'introduit : aussi la bobine *B* (fig. 1) doit-elle être constituée par un fil gros et court (1). Supposons, si l'on veut, qu'on se propose de mesurer l'intensité qui alimente une lampe à incandescence. On remplacera l'interrupteur à godets de mercure (fig. 3) par l'ampèremètre, muni, si besoin est, de son shunt (fig. 4). Notons en passant la disposition des appareils dans une mesure d'intensité : l'ampèremètre se place *en série* sur le circuit principal et le réducteur de sensibilité est mis *en dérivation* sur l'appareil de mesure.

Le voltmètre

Une seconde mesure électrique, importante elle aussi, consiste à évaluer la différence qui existe entre les nombres d'élec-

(1) L'adjonction du shunt ne peut que rendre cet effet perturbateur encore plus minime.



MONTAGE DE L'AMPÈREMÈTRE ET DE SON SHUNT

FIG. 3

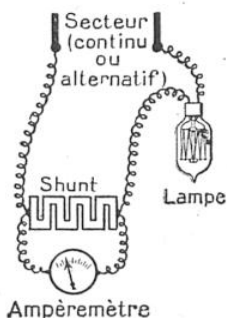


FIG. 4

Il s'agit de mesurer le courant qui traverse une lampe à incandescence. On remplace l'interrupteur à godets de mercure (fig. 3) par l'ampèremètre muni de son shunt (fig. 4). L'ensemble permet de compter les électrons qui parcourent la lampe. Remarquons que l'ampèremètre se place *en série* sur le circuit principal et que le réducteur de sensibilité doit être disposé *en dérivation* par rapport à l'appareil de mesure.

trons, mis en liberté par un générateur sur deux surfaces métalliques en regard. En langage plus habituel, il s'agit de mesurer une *tension* ou encore, comme on dit souvent, une « différence de potentiel » (1). C'est une mesure de tension (au moyen d'un voltmètre) qui nous fait savoir si une batterie d'ac-cus a besoin d'être rechargée ; c'est également une mesure de tension qui nous permettra de choisir le type de lampes à incandescence qu'il convient de brancher sur le secteur électrique auquel nous sommes abonnés.

Chacune des propriétés du courant électrique peut être mise en œuvre : il y a des voltmètres *thermiques*, fondés sur la chaleur dégagée par un courant et dans lesquels la dilatation d'un fil d'argent se trouve amplifiée, pour être lue au moyen d'une aiguille qui se déplace devant un cadran ; il y a des voltmètres *statiques* qui reposent sur les attractions et répulsions entre corps électrisés ; il y a des voltmètres *électromagnétiques*, qui comprennent, en principe, une bobine et une pièce de fer doux ou d'acier (aimanté). Dans certains de ces derniers, la bobine est mobile et l'aimant est fixé. Dans d'autres, au contraire — et ce sont les seuls sur lesquels nous insisterons — la bobine est immobile et la pièce de fer peut tourner autour d'un axe.

Notre figure 5 représente schématiquement un de ces derniers : c'est un *voltmètre à fer doux*, qui ressemble, « comme un frère », à l'ampèremètre de la figure 1. Même palette *P* (de fer doux) pouvant tourner autour de son extrémité de gauche et maintenue dans sa position initiale par le ressort spiral *R*. Même bobine *B*, d'axe vertical, dans laquelle on enverra un certain courant qui nous fera immédiatement connaître la tension à mesurer. Comme précédemment,

(1) Voir dans ce même fascicule (page 23) : « Qu'est-ce qu'une tension ? Qu'est-ce qu'une f. é. m. ? »

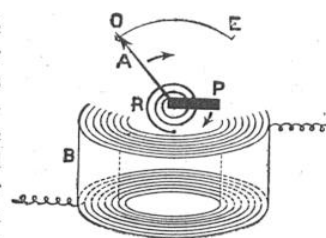


FIG. 5. — LE PLUS SIMPLE DES VOLTMÈTRES

La tension à mesurer produit un courant dans les spires de la bobine *B*, dont le fil est fin et long. Quand l'appareil est branché, la palette *P* (de fer doux) se met à tourner, entraînant l'aiguille *A* qui lui est solidaire. Plus la tension est grande, plus la déviation sera forte. Comme la déviation ne dépend pas du sens de la tension, ces appareils fonctionnent aussi bien sur l'alternatif que sur le continu.

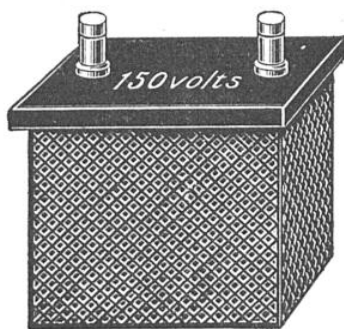
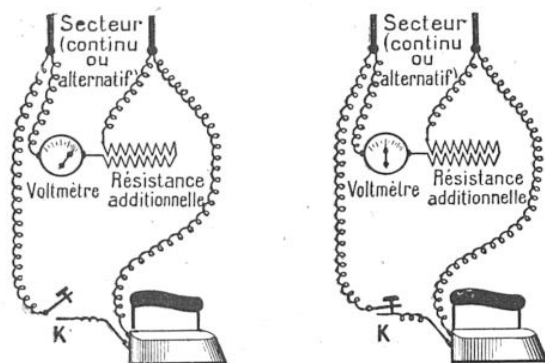


FIG. 6. — RÉDUCTEUR DE SENSIBILITÉ

Cet appareil peut être adjoint au voltmètre (fig. 5) et prend le nom de résistance additionnelle : il est formé par un fil très long et très fin, calculé de telle sorte que le courant qui traverse le voltmètre devienne mille fois plus faible, par exemple, que si le voltmètre était employé seul.

tif, et ce type de voltmètre mesurera la tension « efficace » du courant alternatif.

Ici se présente une petite difficulté, qui n'existait pas pour l'ampèremètre et qui provient de ce fait qu'une mesure de tension se trouve, en réalité, remplacée par une mesure de courant. On va réunir, au moyen du



MONTAGE DU VOLTMÈTRE ET DE SA RÉSISTANCE ADDITIONNELLE

FIG. 7

FIG. 8

Il s'agit de mesurer la tension du secteur, avant (fig. 7) et après (fig. 8) qu'on ait branché un fer à repasser. Le voltmètre et sa résistance additionnelle permettent d'évaluer la différence entre les nombres d'électrons présents sur les deux bornes du secteur ; cette différence diminue légèrement lorsqu'on ferme le commutateur K. Remarquons que le voltmètre se place en dérivation par rapport au circuit principal et que le réducteur de sensibilité doit être mis en série sur l'appareil de mesure.

on montre que, plus l'intensité de ce courant sera considérable, plus la palette *P* tournera, et on lira sa rotation au moyen de l'aiguille *A*, qui lui est solidaire et qui se déplace devant l'échelle *O E* (fig. 5), graduée empiriquement en volts. Comme précédemment, la déviation est indépendante du sens du courant qui passe dans l'appareil ; celui-ci pourra donc être utilisé en courant alternatif,

les deux points entre lesquels est appliquée la tension qu'on veut évaluer (1) : la qualité essentielle de cet appareil, c'est qu'il ne doit pas modifier la tension à mesurer, et, pour cela, il est indispensable que le courant à travers l'appareil soit *extrêmement faible* : aussi la bobine *B* (fig. 5) doit-elle être constituée par un fil fin et long (2).

Les appareils électriques — répétons-le — sont extraordinairement sensibles ; il arrivera donc fréquemment que la tension à mesurer ferait dévier l'aiguille *A* bien au delà du point *E* (fig. 5). Comme précédemment, le remède consiste à employer un *réducteur de sensibilité*. Il suffira de disposer à la suite de l'appareil une sorte d'amortisseur, dit *résistance additionnelle* (fig. 6), de telle sorte qu'il passe finalement mille fois moins d'électrons dans le voltmètre que si celui-ci était directement branché sur la tension à mesurer. Dans le

cas où on désirerait que la sensibilité soit réduite dans le rapport de mille à un, on comprend sans peine que la résistance additionnelle — supposée constituée par le même fil (même substance et même diamètre) que celui de la bobine *B* — aura une longueur 999 fois plus grande que le fil enroulé en *B* (fig. 5).

Pour bien préciser le montage du voltmètre — muni de sa résistance additionnelle (3) — admettons que nous voulions mesurer la tension du secteur avant (fig. 7) et après (fig. 8) avoir branché un fer à repasser : on constate que la tension baisse quelque peu lorsqu'on ferme le commutateur *K*. Notons, à nouveau, la disposition des appareils dans une mesure de tension : le voltmètre se place en *dérivation* par rapport au circuit principal, et le réducteur de sensibilité est mis en *série* sur l'appareil de mesure.

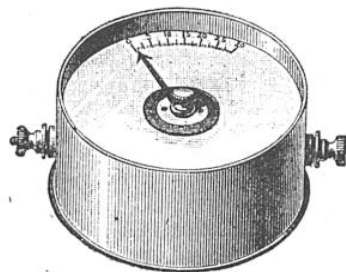


FIG. 9. — EST-CE UN AMPÈREMÈTRE ? EST-CE UN VOLTMÈTRE ?

C'est tantôt l'un, tantôt l'autre, suivant les montages qu'on réalise avec cet appareil.

(1) Le montage est indiqué figure 7 et 8.

(2) La résistance additionnelle (qu'on emploie parfois, comme il sera dit plus bas, pour réduire la sensibilité) ne peut que rendre cet effet perturbateur encore plus minime.

(3) Il arrive souvent que la résistance additionnelle soit logée dans la boîte même du voltmètre.

Un appareil universel

Qu'il s'agisse d'un ampèremètre ou d'un voltmètre, le principe est toujours le même : la déviation de l'aiguille *A* (fig. 1 et 5) ne dépend jamais que du courant qu'on fait passer dans l'appareil. Il doit donc être possible de construire un « appareil universel », qui fonctionnera tantôt comme ampèremètre, tantôt comme voltmètre, suivant les montages qu'on réalisera avec lui.

Ce sera le cas de l'appareil représenté par la figure 9 et dont l'échelle porte une graduation de 0 à 30.

1° Employé seul (sans shunt) et mis en série sur le circuit principal, il déviara, si l'on veut, de toute l'échelle pour 0 ampère 3 ; chaque division correspondra donc à un centième d'ampère ;

2° Avec un shunt, constitué (pour simplifier) par le même fil que la bobine *B*, mais d'une longueur 99 fois plus petite, toute l'échelle vaudra 30 ampères et chaque division représentera un ampère ;

3° Employé seul (sans résistance additionnelle) et mis en dérivation par rapport au circuit principal, la déviation maximum sera obtenue, par exemple, pour 0 volt 03 ; chaque division indiquera par suite un millièment de volt ;

4° Avec une résistance additionnelle, cons-

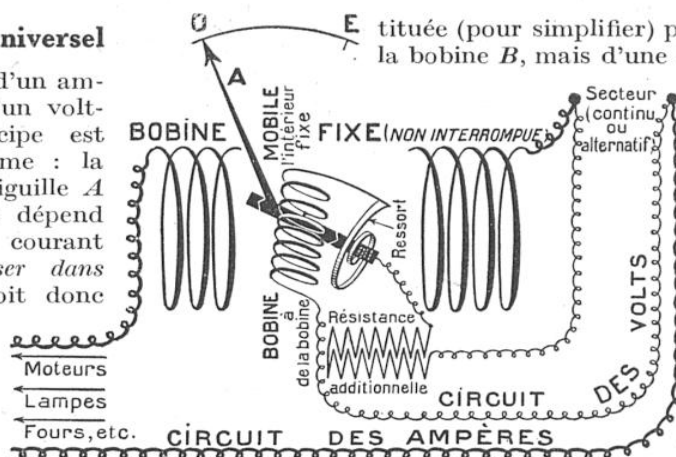


FIG. 10. — PRINCIPE DU WATTMÈTRE

*Le wattmètre se compose en principe d'une bobine fixe (à gros fil), placée dans le circuit d'utilisation (circuit des ampères), à l'intérieur de laquelle peut tourner, autour d'un axe horizontal, une bobine mobile (à fil fin) : cette dernière est disposée en dérivation sur le secteur (circuit des volts). La déviation de l'aiguille *A* (devant l'échelle *O E*) dépend donc à la fois des ampères et des volts, c'est-à-dire de la puissance consommée, exprimée en watts.*

tituée (pour simplifier) par le même fil que la bobine *B*, mais d'une longueur 4.999 fois plus grande, toute l'échelle vaudra 150 volts et chaque division équivaudra à 5 volts.

Ces nombres n'ont été choisis que pour fixer les idées. Les appareils de précision s'étendent sur des limites encore beaucoup plus étendues... N'est-il pas admirable qu'avec un même appareil on puisse mesurer toutes les intensités comprises entre un dix-millième d'ampère et des

milliers d'ampères, en même temps que toutes les tensions pouvant varier entre un millièment de volts et mille volts ?

Le wattmètre

Il y a mieux...

Non seulement le même instrument peut, à certains moments, servir d'ampèremètre et, à d'autres moments, fonctionner comme voltmètre, mais on construit des appareils,

qui sont *en même temps* ampèremètres et voltmètres : leur déviation dépend alors du produit des ampères par les volts (1). Voici donc un appareil capable de faire automatiquement des multiplications ; et, comme le produit des ampères par les volts

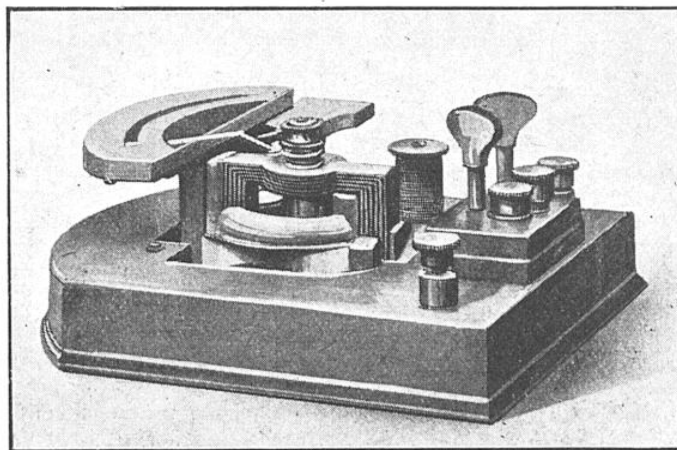


FIG. 11. — LE WATTMÈTRE

Cette photographie représente l'aspect du wattmètre, dont les détails sont représentés par la figure précédente.

(1) Ceci n'est rigoureusement exact qu'en courant continu.

s'exprime en watts, il s'agit alors d'un *wattmètre*, qui mesure la puissance consommée dans un circuit électrique (1).

Un tel appareil (fig. 10) comportera donc deux bobines : une bobine fixe, d'axe horizontal, qui a été représentée interrompue pour qu'on puisse voir ce qui se passe à l'intérieur et qui est en gros fil comme la bobine *B* de l'ampèremètre (fig. 1) ; la seconde bobine, d'axe vertical, est mobile autour d'un axe horizontal (perpendiculaire au plan de la fig. 10), solidaire d'une aiguille *A* et maintenu par un ressort spiral. Cette bobine mobile, en fil fin, est complétée par une résistance additionnelle, qui joue le même rôle que pour le voltmètre dans les montages des figures 7 et 8 ; l'ensemble de la bobine mobile et de la résistance additionnelle constitue ce qu'on appelle souvent le « circuit des volts », car, si les volts fournis par le secteur doublent, le courant qui passe dans la bobine mobile doublerait également.

Au contraire, la bobine fixe est en série sur les appareils d'utilisation (moteurs, lampes, fours électriques) et fait partie de ce qu'on nomme le « circuit des ampères » : le courant qui passe dans cette bobine double lorsque l'intensité débitée double.

On conçoit, sans qu'il faille insister davantage, que la déviation de l'aiguille *A* puisse dépendre à la fois du courant qui traverse la bobine fixe et du courant passant dans la bobine mobile : on obtient donc une déviation, qui renseignera sur les watts débités dans le circuit d'utilisation, et l'échelle *O E* pourra, par conséquent, être graduée en watts. La reproduction photographique (fig. 11) donne une idée de

(1) L'appareil donne, même en courant alternatif, le nombre de watts consommés ; mais, alors, ce nombre de watts n'est pas rigoureusement égal au produit des ampères par les volts.

l'apparence d'un wattmètre de précision.

Naturellement, le wattmètre pourrait, à la rigueur, servir à mesurer l'énergie électrique consommée pendant un certain temps dans le circuit. Cette mesure n'est commode que si la puissance varie peu au cours du temps : il suffit alors de multiplier le nombre de watts (lus au wattmètre) par le nombre d'heures d'utilisation pour obtenir l'énergie en watts-heure. Mais, en général, on préfère réaliser automatiquement cette

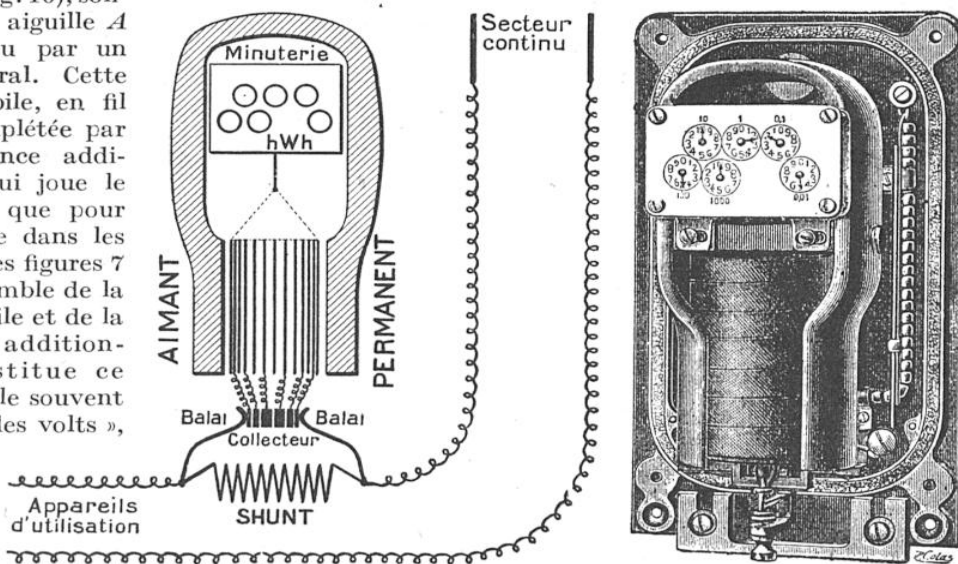


FIG. 12 ET 13. — L'AMPÈREHEUREMÈTRE

Cet appareil repose sur le même principe que l'ampèremètre (fig. 1) : une pièce de métal magnétique et une bobine sont mobiles l'une par rapport à l'autre, mais ici c'est la bobine (placée aux bornes d'un shunt) qui est mobile, et cette bobine est disposée de telle sorte qu'elle puisse effectuer une rotation continue ; le nombre de tours dont elle a tourné se lit sur une minuterie, empiriquement graduée en hectowatts-heure.

totalisation au moyen de compteurs électriques ; le rôle du wattmètre n'en reste pas moins important, car c'est par lui qu'on étalonne ces nouveaux appareils, dont il nous reste maintenant à parler.

Le compteur d'électricité ou ampèreheuremètre

Il existe deux sortes de compteurs électriques :

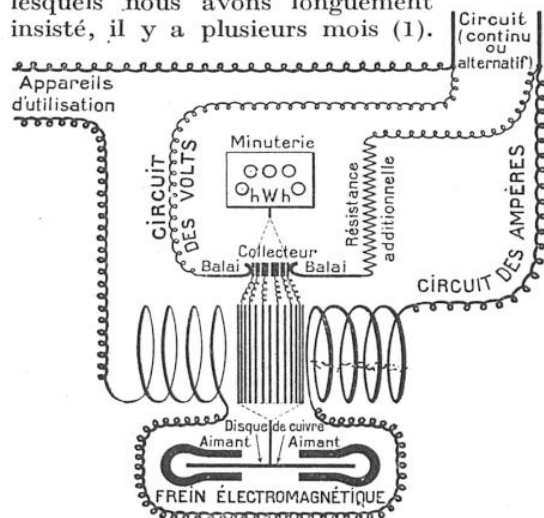
1° Le « compteur d'électricité » ou ampèreheuremètre, qui *totalise* les indications d'un ampèremètre pendant toute la durée de la mise en circuit ;

2° Le « compteur d'énergie » ou wattheuremètre, qui opère de façon analogue vis-à-vis des indications d'un wattmètre.

En d'autres termes, ampèremètre et

wattmètre donnent des indications *instantanées*, un peu comme le tachymètre (indicateur de vitesse) d'une automobile. Au contraire, ampèreheuremètre et wattheuremètre nous renseignent sur ce qui s'est passé pendant un certain laps de temps et sont ainsi comparables au totalisateur (compteur électrique), qui fait savoir la distance franchie par l'automobile depuis le jour où on l'utilise.

Ampèreheuremètre et wattheuremètre sont des petits *moteurs électriques*, qui fonctionnent comme les moteurs ordinaires sur lesquels nous avons longuement insisté, il y a plusieurs mois (1).



cuivre), sur lequel frottent deux balais.

Ajoutons que, comme l'ampèremètre, le compteur d'électricité se dispose aux bornes d'un shunt et que l'ensemble est placé en série sur le circuit principal, et nous aurons compris le schéma de la figure 12 ; la figure 13 nous redonne l'aspect familier de ces appareils, qui trônent d'ordinaire dans les cuisines, couloirs ou antichambres.

Dernière remarque : le nombre de tours effectués par le moteur est proportionnel au nombre d'ampères-heure qui ont été em-

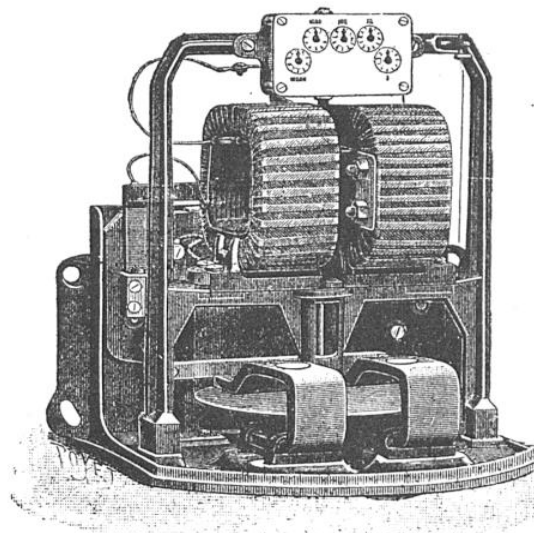


FIG. 14 ET 15. — LE WATTHEUREMÈTRE

Comme le wattmètre (fig. 19), cet appareil se compose, en principe, d'une bobine fixe (à gros fil), placée dans le circuit d'utilisation (circuit des ampères). À l'intérieur se trouve une bobine mobile, disposée en dérivation sur le secteur (circuit des volts), mais on s'arrange pour que la bobine puisse effectuer une rotation continue : la minuterie est graduée empiriquement en hectowatts-heure. Le frein électromagnétique empêche le petit moteur de s'emballer et sert aussi à parfaire le réglage.

De même que l'ampèremètre (fig. 1), l'ampèreheuremètre renferme une bobine et une masse magnétique, mobiles l'une par rapport à l'autre. Mais, dans ce nouvel appareil (fig. 12), apparaissent trois différences essentielles :

a) Le métal magnétique n'est plus du fer doux, mais de l'acier aimanté d'une manière permanente ;

b) Cette masse métallique est fixe, et la bobine est mobile ;

c) La bobine mobile ne doit pas seulement dévier, mais être capable de réaliser une rotation continue : on lui donnera donc la forme d'un induit de moteur, et le courant sera amené par un collecteur (lames de

pruntés par l'abonné, et cependant la minuterie (fig. 12) est graduée en hectowatts-heure. Si la tension du secteur est 115 volts, chaque ampère-heure correspond à une énergie de 115 watts-heure, soit de 1 hectowatt-heure 15. Supposons qu'au bout d'un mois il ait passé 435 ampères-heure ; c'est donc $435 \times 1,15$, c'est-à-dire 500 hectowatts-heure que marquera le compteur, et nous devons à la compagnie de distribution la somme de $500 \times 0,17$, soit 85 francs.

On voit immédiatement que l'ampèreheuremètre soulève des critiques au point de vue de l'honnêteté des transactions commerciales. Si, pour une raison ou pour une autre, la tension fournie par le réseau est plus faible que la normale, par exemple 108 volts, les 435 ampères-heure auront

(1) Voir notre article sur « le moteur électrique », dans *La Science et la Vie*, n° 138, pages 465-474.

effectivement correspondu à 470 hectowatts-heure, qui auraient dû être tarifés 80 francs : d'où un trop-perçu à l'avantage de la compagnie de distribution et dont l'abonné ne peut s'apercevoir que si, de temps à autre, il mesure exactement la tension du secteur.

Le compteur d'énergie ou wattheuremètre

La critique précédente ne concerne que l'ampèreheuremètre ; elle ne s'applique pas au wattheuremètre.

Celui-ci, comme le wattmètre (fig. 10), comporte deux circuits : le circuit des ampères et le circuit des volts (fig. 14). Dans les deux figures, les circuits des ampères sont identiques : ce sont des bobines de fil, placées en série sur les appareils d'utilisation (moteurs, lampes, fours, etc.). Quant au circuit des volts, il comprend à nouveau une résistance additionnelle (réducteur de sensibilité), mais la bobine mobile, au lieu d'être munie d'un ressort (fig. 10, ce qui ne permettrait qu'une simple déviation), est constituée (comme dans l'ampèreheuremètre, fig. 12) par un induit de moteur, auquel le courant est amené par un collecteur, sur lequel frottent deux balais.

Comme le compteur d'énergie prendrait spontanément une vitesse trop considérable, on le freine électromagnétiquement au moyen d'un disque de cuivre tournant entre deux aimants permanents ; ces aimants peuvent, d'ailleurs, être déplacés horizontalement, ce qui sert aussi à parfaire le réglage. La reproduction de la figure 15 donne l'aspect bien connu de ces appareils, extrêmement employés, utilisables sur courant alternatif (1) et donnant directement, par simple lecture sur la minuterie, le nombre d'hectowatts-heure consommés pendant un laps de temps déterminé.

La lecture des compteurs peut donner lieu à une erreur, que n'évitent pas toujours les contrôleurs de la C. P. D. E. Lorsque le chiffre des unités est compris entre 5 et 0, il faut faire attention aux chiffres des dizaines (fig. 16), qui sera compris, par exemple, entre 3 et 4 : même si l'aiguille des dizaines recouvre le chiffre 4 (ou presque), c'est *trente-huit* (hectowatts-heure) et non qua-

rante-huit qu'il faut lire. La même remarque s'applique naturellement aux autres cadrans.

Importance des mesures électriques

Je ne sais plus quel physicien disait spirituellement que la technique des mesures passe successivement par trois stades :

1° Les appréciations qualitatives, qui permettent de se rendre compte de l'existence d'un phénomène : tels sont les baroscopes, thermoscopes, microscopes, télescopes, etc., n'importe-quoi-scopes ;

2° Les instruments qui fournissent une évaluation quantitative par une lecture subjective ; exemples : les photomètres, manomètres, ampèremètres, wattmètres, etc., n'importe-quoi-mètres ;

3° Les appareils enregistreurs qui laissent

une trace indélébile du phénomène sous forme d'un graphique ; citons : les chronographes, oscillographes, etc., n'importe-quoi-graphes. La plupart des instruments, que nous avons passés en revue, sont facilement transformables en appareils enregistreurs, par exemple si l'on munit leurs aiguilles d'un stylet devant lequel tourne un cylindre recouvert d'une feuille de papier.

Il est inutile de revenir sur l'intérêt des instruments précis dans les recherches électriques très approfondies. Mais nous devons insister sur la révolution produite par la métrologie électrique dans notre connaissance des autres phénomènes, qui n'ont à première vue aucun rapport avec l'électricité : on mesure le *temps* avec des horloges électriques ; on apprécie d'infinitésimales différences de *température* avec les couples thermoélectriques ; on peut évaluer des *pressions* très élevées par l'emploi simultané d'un ampèremètre et d'un voltmètre ; la métrologie électrique entre pour une part considérable dans l'étude des phénomènes périodiques très rapides ; elle permet aussi de calculer l'affinité chimique de deux corps l'un pour l'autre. En affirmant que l'électrotechnique est tributaire de la sensibilité des appareils de mesure, nous avons été trop modestes : c'est, en réalité, l'étude de tous les phénomènes du monde extérieur qui a bénéficié des progrès de la métrologie électrique, et on s'aperçoit tous les jours que, seule, une connaissance précise peut être le point de départ d'imprévisibles applications.

MARCEL BOLL.

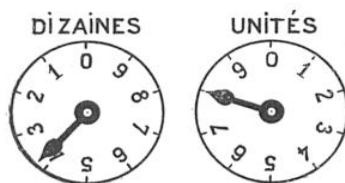


FIG. 16. — ATTENTION AUX ERREURS DE LECTURE

Un instant de réflexion montrera qu'il faut lire trente-huit (hectowatts-heure) et non quarante-huit.

(1) On utilise aussi, sur alternatif, des compteurs qui rappellent les moteurs asynchrones (*La Science et la Vie*, n° 138, page 473).

LOUIS DE BROGLIE, PRIX NOBEL 1929. A CONTRIBUÉ A ÉDIFIER LA PHYSIQUE MODERNE

Par Maurice de BROGLIE

MEMBRE DE L'INSTITUT

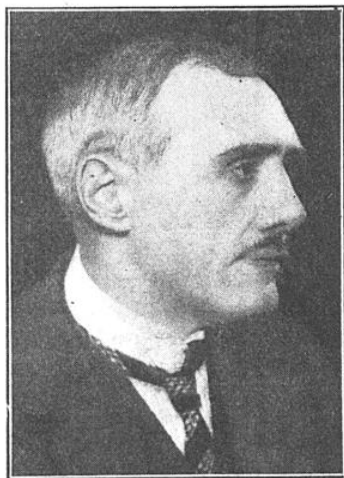
Lorsque l'Académie de Stockholm attribua, il y a quelques semaines, le prix Nobel de Physique au Français Louis de Broglie, nous avons demandé à M. Maurice de Broglie, membre de l'Institut (1), d'exposer ici l'œuvre scientifique de son frère, et de montrer au grand public comment des recherches de physique relativement abstraites ont largement contribué à répandre le grand renom de la science française à l'étranger. On sait que pendant longtemps les hypothèses émises au sujet de la constitution de la matière (théorie de l'émission de Newton — théorie des ondulatoires de Fresnel) (2) divisèrent les savants du monde entier jusqu'au jour — il y a une trentaine d'années environ — où l'on a progressivement découvert de nouveaux phénomènes qui ont conduit à attribuer à la lumière — et aux autres radiations — une structure à la fois corpusculaire et ondulatoire. Au cours de près de dix ans de recherches — bien que le jeune savant n'ait encore que trente-sept ans — Louis de Broglie a démontré qu'on ne peut concevoir la matière comme uniquement formée par des corpuscules (atomes et électrons), mais qu'il faut encore leur associer les phénomènes ondulatoires. Cette synthèse de la mécanique, de l'électricité et de l'optique constitue, en somme, la mécanique ondulatoire.

**Qu'est-ce
que la
mécanique?**

POUR les personnes tout à fait profanes, la mécanique est la science qui étudie les machines et leurs organes ; mais, dans son sens plus savant, la mécanique rationnelle ou la mécanique tout court est la branche du savoir qui cherche à préciser les mouvements des corps et des points matériels sous l'influence des forces qui les sollicitent.

(1) Voir dans *La Science et la Vie*, n° 143, page 349 : Les travaux de Maurice de Broglie, membre de l'Institut, exposés par son collaborateur Jean Thibaud, docteur ès sciences.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 121, page 25.



DUK MAURICE DE BROGLIE
Membre de l'Institut



PRINCE LOUIS DE BROGLIE
Prix Nobel de Physique (1929)

priori, sans base expérimentale, les lois des forces et des mouvements, comme les propriétés des nombres et des figures (1), et c'est ce qui explique pourquoi la mécanique

Les gros livres, pleins de formules et de principes abstraits qui l'exposent, donnent souvent l'impression qu'il s'agit là d'une science aussi logiquement déduite et aussi purement mathématique que l'algèbre et la géométrie. Il n'en est rien, il n'est pas possible de prévoir à

(1) Et, encore, il y aurait beaucoup à dire sur les bases expérimentales de la géométrie et des autres sciences mathématiques, mais cela nous entraînerait trop loin.

s'est trouvée si en retard par rapport aux autres sciences exactes.

Il ne peut être question d'indiquer ici comment ont pris naissance, il n'y a pas plus de quatre cents ans, les principes qui ont servi de base à l'admirable édifice qui constitue la mécanique classique ; mais il ne faut pas oublier qu'ils ne sont que la généralisation d'observations et de mesures, et par conséquent sujets à révision, si les progrès de nos connaissances viennent apporter des données nouvelles.

La théorie d'Einstein et la mécanique ondulatoire sont précisément des exemples frappants de ces retouches profondes que les acquisitions récentes de la physique ont apportées aux principes qui servent de bases

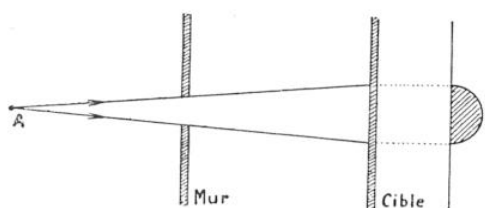


FIG. 1. — DES PROJECTILES ISSUS DE « A » PARCOURENT DES TRAJECTOIRES RECTILIGNES ET PASSENT SANS DÉVIATION A TRAVERS UN TROU PERCÉ DANS LE MUR, DESSINANT SUR LA CIBLE UNE TACHE CENTRALE

à la science des mouvements et des forces.

Parmi ces découvertes, les plus troublantes, pour les physiciens, furent celles qui découlèrent d'abord des travaux de Planck et d'Einstein sur les quanta de lumière et furent un peu plus tard reconnues si fondamentales, quand on put mieux approfondir les propriétés des rayons X. Elles aboutirent à une sorte d'impasse, qui me permettait d'écrire en 1922 : « Les corpuscules cathodiques d'une vitesse déterminée portent en eux quelque chose qui permet de définir une période de vibrations, tandis que les rayons X ondulatoires transportent d'une façon indivisible quelque chose qui reparaitra sous la forme de l'énergie individuelle d'un corpuscule » ; mais, à ce moment, cette contradiction restait encore une énigme et il me fallait conclure : « La physique des radiations échappe, aujourd'hui, à toute tentative de synthèse unique. »

Qu'est-ce que la mécanique ondulatoire ?

C'est, en somme, cette synthèse qui vient d'être réalisée par la nouvelle mécanique ondulatoire.

Envisageons un instant d'un peu plus près

les deux manières les plus simples de concevoir le transport d'une action à distance et pensons d'abord à un essaim de projectiles issus d'un point A (fig. 1) et lancés vers la droite ; ils devront, d'après les idées classiques, parcourir des trajectoires rectilignes, d'un mouvement uniforme, et, s'ils rencontrent un obstacle, par exemple un mur percé d'un trou, notre expérience quotidienne nous montrera que ceux qui traversent continueront leur chemin en ligne droite et viendront dessiner sur une cible, placée plus loin, une trace qui reproduira sensiblement la forme du trou d'entrée, en présentant comme une sorte d'ombre du mur et de son orifice.

Si, maintenant, on suppose, au contraire, que de la même source soit parti un ébran-

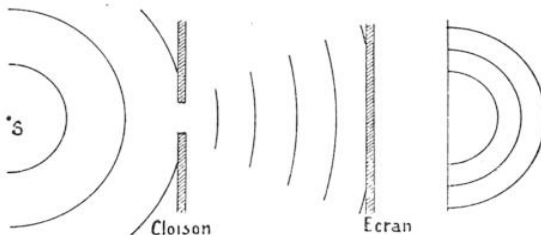


FIG. 2. — DES ONDES ÉMISES EN « S » PROLONGENT, DE L'AUTRE CÔTÉ DE LA CLOISON, LA MÊME SUITE D'ONDULATIONS, QUI DESSINENT SUR L'ÉCRAN UNE SÉRIE D'ANNEAUX CONCENTRIQUES

lement capable de se propager dans un milieu continu, comme les ronds formés dans une eau tranquille où nous jetons une pierre, il se passera quelque chose de tout différent : une onde se propagera vers l'écran (fig. 2), puis passera partiellement à travers l'orifice, pour exciter, de l'autre côté, une nouvelle série d'ondulations. Les physiciens savent depuis longtemps qu'il apparaît alors, dans des conditions convenables, des phénomènes de « diffraction », qui se traduisent sur l'écran, non plus par une sorte de tache centrale, mais par une série d'anneaux concentriques, dont la position peut être prévue et déterminée sans difficulté.

Comment on peut concevoir la mécanique ondulatoire

Revenons maintenant à la mécanique ondulatoire. Il est naturellement à peu près impossible de donner une idée exacte d'une théorie nouvelle et très abstraite qui prend appui sur la relativité d'Einstein et a suscité de divers côtés les travaux mathématiques les plus ardu. Ce que l'on peut en dire en deux mots est ceci. Elle groupe et rapproche

les idées fondamentales de matière et de lumière, qui sont la substance même de toute recherche expérimentale. Elle considère un point matériel, un petit projectile si l'on veut, comme guidé dans son mouvement par une onde-pilote, et la propagation de cette onde dans l'espace définit la trajectoire que le mobile suivra. Ainsi tout déplacement d'un corps en mouvement se présente sous deux aspects : celui d'un projectile et celui d'une onde. Prenons trois cas différents : un boulet de canon pesant des centaines de kilogrammes, un électron dont la masse ténue dépasse à peine la deux-millième partie de celle de l'atome d'hydrogène (le plus léger connu), et un atome de lumière, encore un peu hypothétique :

1° Le boulet de canon serait bien guidé en réalité par une onde, mais celle-ci, à cause de l'extrême petitesse de sa longueur d'onde, laisse inaperçu le côté « optique ondulatoire » du phénomène et permet à la balistique d'obéir aux lois classiques de la mécanique ;

2° L'électron, avec la vitesse que lui donne un champ électrique de quelques milliers de volts par centimètre, correspond à une onde-pilote dont la longueur d'onde est de l'ordre de celle des rayons X. Il présente à la fois les caractères d'un projectile (c'est l'aspect sous lequel on l'avait d'abord envisagé) et certains caractères ondulatoires, comme, par exemple, de subir une diffraction très appréciable en franchissant d'étroites ouvertures ou en traversant des milieux cristallins ;

3° En poussant les choses à l'extrême, on arriverait au troisième cas, au « grain de lumière » ou *photon*, presque impondérable, chez lequel les caractères balistiques ont à peu près complètement disparu, sauf dans certains effets photoélectriques, et qui présente, au contraire, très purement, les propriétés ondulatoires reconnues comme inséparables de la lumière.

C'est le cas de l'électron en mouvement, qui est le plus caractéristique de la nouvelle théorie et qui permet le mieux d'en vérifier les conséquences, puisqu'en vertu des anciennes idées il devait se conduire comme un projectile et que, suivant la mécanique ondulatoire, il posséderait des propriétés qui le rapprocheront d'un rayon de lumière.

L'œuvre de Louis de Broglie

Cette expérience avait été suggérée avec une rare intuition par le nouveau lauréat du prix Nobel dès ses premières notes aux comptes rendus de l'Académie des Sciences dans l'automne de 1923 ; elle ne fut effectuée

que quatre ans plus tard, au laboratoire Bell de New York, par deux physiciens américains, Davisson et Germer (1), qui la réalisèrent, pour ainsi dire, sans le vouloir. Ils ignoraient la nouvelle théorie et cherchaient un autre phénomène en accord avec les idées courantes : un accident expérimental vint changer les conditions de leurs recherches et fit ressortir des apparences imprévues, qui surprirent beaucoup les observateurs jusqu'au moment où ils en trouvèrent l'explication qualitative et quantitative au moyen des formules de la mécanique ondulatoire.

Cette dernière avait eu, depuis la thèse de son auteur (soutenue en 1924), une fortune d'abord indécise, puis rapidement croissante. Elle parut au début, à ceux qui en examinèrent l'expression, un peu rébarbative dans son abstraction, un jeu très curieux et très ingénieux, mais peut-être sans contenu de réalité. Le grand physicien Lorentz, à qui j'en parlais alors, malgré son extraordinaire coup d'œil, ne croyait guère à son avenir, que tout de suite Einstein avait compris et prévu. Un an, puis deux ans plus tard, quand les théories de Heisenberg et de Schrödinger, fondées sur des considérations toutes différentes, aboutirent aux formules et aux conclusions déjà contenues dans les travaux primitifs de Louis de Broglie, il fallut bien admettre qu'un sens profond se cachait sous cette forme difficile ; alors parurent en 1927 les confirmations expérimentales, aussi précises qu'inattendues, dont je viens de parler.

Des notions aussi neuves et aussi révolutionnaires, bien que leurs bases soient aujourd'hui solidement établies, n'ont certainement pas encore trouvé la forme définitive de leur expression ; et il subsiste des difficultés, que les efforts de la jeune école de physique mathématique cherchent à écarter. En cinq années, cependant, un immense travail s'est poursuivi pour aboutir aux résultats les plus brillants et les plus encourageants. Nous sommes loin du temps où l'on croyait la physique cristallisée dans des conceptions immuables et définitives ; la science a marché si vite depuis quarante ans que la souplesse d'esprit de ceux des physiciens dont la carrière est déjà longue est soumise à une rude épreuve. Qu'importe ! sur les débris encore très vénérables des édifices anciens, s'élèvent des constructions nouvelles, dont l'originalité et la beauté interne compensent la peine qu'il faut prendre pour en apprécier la grandeur.

MAURICE DE BROGLIE.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 147, page 196.

QU'EST-CE QU'UNE TENSION ÉLECTRIQUE ? QU'EST-CE QU'UNE FORCE ÉLECTROMOTRICE ?

Par Marcel BOLL
DOCTEUR ÈS SCIENCES

On emploie couramment en électricité le mot de « tension » (qui a remplacé dans la pratique la « différence de potentiel ») et l'expression de « force électromotrice », qui désigne la tension maximum qu'un générateur est capable de fournir (lorsqu'il ne débite pas de courant). La définition exacte de ces termes étant à la base de la compréhension de l'électrotechnique, en général, et de la mesure des diverses grandeurs employées en électricité, en particulier (1), nous avons pensé qu'il était opportun d'exposer, d'une façon précise, d'après les dernières données de nos connaissances sur la nature de l'électricité, ce que l'on doit entendre par ces termes.

IL est peu de mots qui, dans le langage vulgaire, aient fait plus rapidement fortune que le mot *potentiel*, grâce aux articles de presse et aux discours de parlement. Au fond, ce mot « potentiel » est synonyme de « ensemble des possibilités » ; le *potentiel de guerre* de l'Allemagne, par exemple, c'est l'ensemble des possibilités militaires de cette nation. Mais le mot « potentiel » a un de ces petits airs mystérieusement scientifiques, qui plaisent dès l'abord.

Et cependant, en science, le potentiel est tout autre chose : il y a potentiel, lorsqu'une même transformation — c'est-à-dire lorsqu'une transformation qui exige ou qui produit toujours la même quantité d'énergie — peut se réaliser d'un grand nombre de façons différentes. Pour fixer les idées, considérons les deux fils d'arrivée du secteur dans notre appartement ; on dit parfois que ces deux fils présentent, entre eux, une *différence de potentiel*. Eh bien ! cela veut dire qu'un électron, en passant de l'un des fils à l'autre, produira toujours la même énergie, quel que soit l'appareil qu'on lui fera traverser : lampe à incandescence, fer à repasser, cuve galvanoplastique, moteur de ventilateur ou

de machine à coudre, etc. Nous nous rapprochons, dans une certaine mesure, du sens vulgaire du mot potentiel : en mettant des volts à notre disposition — car les différences de potentiel se mesurent en volts (1) —, la compagnie de distribution nous offre certaines possibilités de réalisation.

Ajoutons d'ailleurs que l'expression « différence de potentiel » se trouve de plus en plus remplacée, dans la pratique, par le mot *tension*. Ce dernier présente deux avantages principaux : sa brièveté et aussi le fait qu'il ne contient plus le fameux terme à l'air mystérieusement scientifique.

Rappelons, tout d'abord, qu'il y a, entre deux points, une tension d'un volt, toutes les fois que le passage d'un ampère entre ces deux points (par un fil métallique, par exemple) correspond à la production d'une puissance d'un watt. D'autre part, lorsqu'un ampère passe dans un fil, c'est que chaque section du fil est traversée, toutes les secondes, par un peu plus de six milliards de milliards d'électrons. Enfin,

avec un watt, il est possible d'élever, toutes les secondes, un poids de 98 grammes à

(1) Voir dans ce numéro, page 13, l'article sur « Les appareils de mesures électriques ».

(1) Voir notre article sur « les unités électriques » dans *La Science et la Vie*, n° 141, pages 187-195, mars 1929.

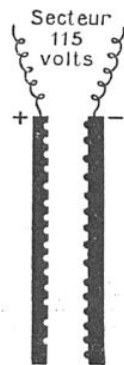


FIG. 1

Deux lames métalliques présentent une certaine tension, lorsque les surfaces en regard ne portent pas le même nombre d'électrons. C'est la lame négative qui possède le plus d'électrons (schématisés par des protubérances) ; c'est la lame positive qui possède le moins d'électrons (schématisés par des trous). On voit immédiatement que la tension du secteur (fig. 1) est trois fois plus grande que celle de la batterie d'accumulateurs (fig. 2).



FIG. 2

un mètre de hauteur (1) ou encore d'élever, toutes les secondes, la température d'un gramme d'eau d'à peu près un quart de degré (2). Voilà des définitions tout à fait concrètes qu'il est nécessaire de ne pas perdre de vue dès qu'on s'occupe d'électricité.

On voit immédiatement qu'il est très avantageux d'avoir entre deux points un nombre suffisant de volts, car plus on aura de volts, plus on pourra obtenir de watts pour un même nombre d'ampères qui traverseront les appareils, et, par conséquent, plus on soulèvera de grammes, plus on dégagera de chaleur, plus on produira de bougies, etc.

A un autre point de vue, jetons un coup d'œil sur les deux figures 1 et 2 : elles représentent chacune deux lames de commutateurs. Le commutateur de la figure 1 est relié au secteur continu à 115 volts ; celui de la figure 2 communique avec les bornes d'une batterie d'accumulateurs (de 19 accus, pour simplifier). Un gé-



FIG. 3

Il y a panne de secteur lorsque les deux lames en regard sont revenues à l'état normal (fig. 3). On a, de plus, représenté une baisse de tension (fig. 4 et 5) au moment où on branche un fer à repasser (fig. 5) ; cette baisse a été fortement exagérée pour la clarté de l'exposé (les nombres d'électrons varient dans le rapport de 15 à 14).

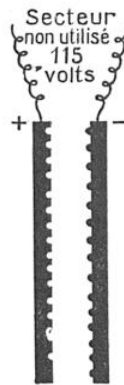


FIG. 4

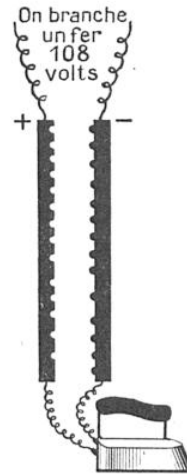


FIG. 5

nérateur, une source d'électricité est un appareil capable de déplacer des électrons, de les amener au pôle négatif et de les soutirer au pôle positif. Nous dirons donc que deux lames sont soumises à une certaine tension, lorsque leurs faces en regard ne comportent pas le même nombre d'électrons : la lame positive contient moins d'électrons qu'à l'état normal, la lame négative en contient plus. Supposons que ces lames soient distantes d'un centimètre. Dans le cas de la figure 1, chaque centimètre carré de la lame négative possède 63 millions d'électrons en trop, chaque centimètre carré de la lame positive comporte un manque de 63 millions d'électrons, soit une différence totale de 126 millions d'électrons

par centimètre carré. Cette différence des nombres d'électrons ne serait que 42 millions, soit trois fois moins, dans le cas de la figure 2 : la tension produite par la batterie d'accus est donc le tiers de la tension fournie par le secteur. D'ailleurs, la tension n'est pas absolument constante. Cas extrême : une *panne d'électricité*, c'est le cas où le secteur ne nous donne pas les volts auxquels nous avons droit ; les deux lames (fig. 3) sont à l'état normal, aucune d'elles ne comporte ni excès ni insuffisance d'électrons. Par ailleurs, la tension n'est la plus grande possible que quand nous ne consommons pas d'électricité (fig. 4). Bien des usagers se sont aperçus que leurs lampes « baissaient », au moment où ils branchaient sur le réseau un fer à repasser : la figure 5 exagère — est-il besoin de le dire ? — cette *baisse de tension* (1) ; nous avons supposé que la tension passait de 115 volts à 108 volts, c'est-à-dire que la différence des nombres d'électrons, initialement égale à

126 millions par centimètre carré, se trouvait réduite à 117 millions.

On appelle *force électromotrice* (2) d'un générateur (dynamo, accu,...) la tension maximum qu'il est capable de fournir : c'est la tension présente entre ses bornes lorsqu'on ne l'utilise pas (en circuit ouvert). Si la tension baisse dès que le générateur fonctionne, ce n'est pas parce qu'il ne produit pas la puissance sur laquelle on comptait ; c'est parce qu'une faible fraction de cette puissance se trouve dépensée en pure perte dans le générateur lui-même (sous forme de chaleur). Il est donc équitable que les compteurs tournent avec une vitesse proportionnelle aux watts employés, comme nous l'indiquons d'autre part (page 13). MARCEL BOLL.

(1) Un poids de 83 grammes, si le rendement du moteur n'est que de 85 %.

(2) Avec 50 watts, on obtient une source de lumière d'une intensité de 40 bougies.

(1) Bien plus visible encore, lorsqu'on met en marche un ascenseur électrique.

(2) En abrégé : f. é. m.

COMMENT, DANS LES PAYS CHAUDS, LA CHALEUR SOLAIRE PERMET DE DISTILLER L'EAU POUR LA RENDRE PROPRE A L'ALIMENTATION

Par Jean MARCHAND

Parmi les problèmes les plus importants pour la vie même de certaines régions au climat tropical, celui de l'eau, et surtout de l'eau d'alimentation, doit être placé au premier rang. En effet, dans de grandes étendues des colonies françaises de l'Afrique du Nord, voisines du Sahara, par exemple, la végétation rencontrée est une preuve de la présence du liquide bienfaisant. Malheureusement, cette eau est presque toujours mauvaise et inutilisable pour l'homme. Ainsi, d'importantes richesses ne peuvent souvent être mises en valeur, parce que les colons ne sont pas eux-mêmes assurés de disposer d'une quantité d'eau suffisante pour leurs besoins personnels. L'opportunité de ce problème d'actualité est telle qu'un concours fut organisé pour les meilleurs procédés d'épuration de l'eau. Deux solutions furent apportées : une méthode chimique (dissolution dans l'eau de comprimés spéciaux) et une méthode physique (distillation de l'eau par la chaleur solaire). Ce dernier procédé, complètement automatique, a permis d'installer déjà, à Ben-Gardane, dans le Sud Tunisien, un appareil susceptible de fournir près de 100 litres d'eau pure par jour. D'ailleurs, grâce à d'incessants perfectionnements, chaque habitation pourra bientôt posséder un épurateur solaire familial, qui assurera à tous une distribution d'eau potable en quantité suffisante. Nos lecteurs trouveront ci-dessous la description de ces appareils, dont le fonctionnement est à la fois d'une grande simplicité et d'une sécurité absolue.

Les régions de l'Afrique du Nord, voisines du Sahara, sont fertiles, grâce à l'eau qu'on y rencontre

JUSQU'À ce jour, l'absence d'eau potable a fait échec à la colonisation de grandes étendues de territoires de notre Afrique du Nord, voisines du Sahara, susceptibles, cependant, d'exploitation fructueuse. La végétation y

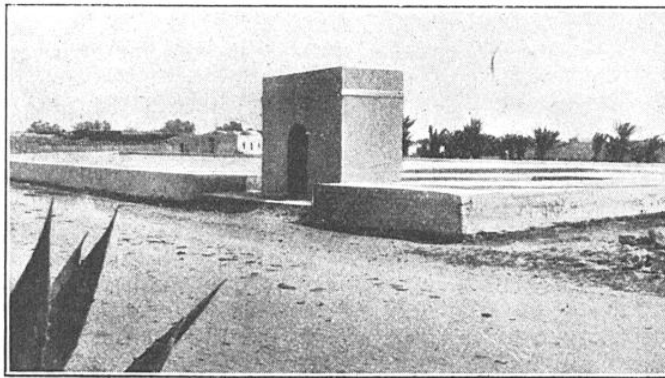


FIG. 1. — UNE CITERNE COMMUNE EN TUNISIE

L'eau de pluie recueillie sur une aire de plusieurs centaines de mètres carrés, maintenue propre et blanchie à la chaux, est conduite dans une citerne placée en sous-sol, d'où elle est montée à l'aide d'une pompe à mesure des besoins. A Ben-Gardane, un « impluvium » de 100 mètres de surface peut recueillir, en moyenne, 6 m³ 6 en automne, 9 m³ 3 en hiver, 3 m³ 2 au printemps et 2 m³ 0 en été : soit 21 m³ 1 par an. On se rend compte de la surface nécessaire pour obtenir un volume d'eau suffisant à un groupement tant soit peu important. D'autre part, ces données reposent sur une distribution normale et régulière des pluies, qui n'existe pas dans ces régions.

est point absente, des brousses et des arbres s'y développent, auxquels suffit l'eau qu'on y rencontre, parfois abondante, mais presque toujours de médiocre qualité, ou franchement mauvaise.

Cette végétation spontanée prouve que, dans ces régions, les conditions de possibilité de vie végétale y sont naturellement réalisées. Une observation attentive de ces conditions conduit à la pos-

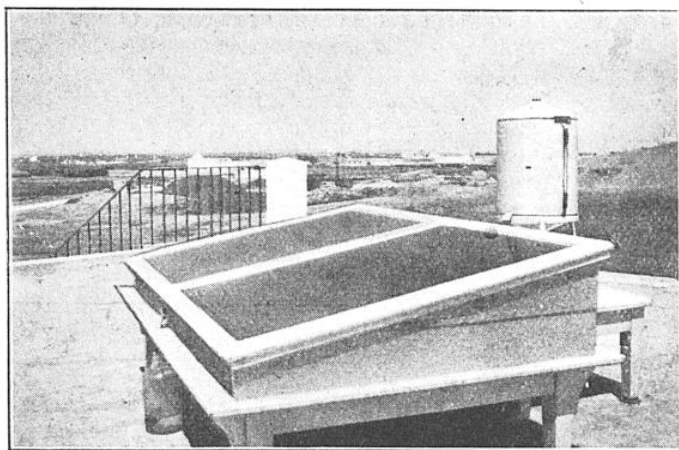


FIG. 2. — APPAREIL AUTOMATIQUE DE DISTILLATION A DEUX ÉLÉMENTS PLACÉS CÔTÉ À CÔTÉ

A droite, se trouve le réservoir d'alimentation et, à gauche, le flacon où s'accumule l'eau distillée.

sibilité de les améliorer et de triompher d'une aridité qui est loin d'être absolue.

L'eau doit être purifiée pour pouvoir servir à l'alimentation

La mise en valeur de ces régions est possible, mais ne peut réussir qu'à la condition de donner à celui qui l'entreprendra les moyens de résister lui-même aux épreuves qui l'attendent, en particulier à celles venant du manque d'eau potable.

Les colons du Sud Tunisien et Algérien connaissent bien la valeur de cet élément primordial de leurs besoins. Ils savent ce que vaut l'eau qu'ils consomment, que, parfois, ils vont chercher fort loin de leur exploitation, au prix d'importants sacrifices.

Les citernes sont insuffisantes

Dans ces régions, où l'eau potable fait totalement défaut, chaque maison a sa citerne, où l'eau des pluies, relativement rares, est précieusement recueillie. Pour les agglomérations, on trouve des citernes communes qu'alimentent de grands impluviums, dont les surfaces, maçonnées et blanchies, recueillent la pluie et l'emmagasinent dans des citernes disposées dans le sol, à l'abri des poussières, des impuretés, de la température et de l'évaporation.

Mais, outre que ce moyen présente de réelles difficultés d'entretien et de précautions pour garantir l'eau des souillures capables de la rendre dangereuse, la pluie peut faire défaut et la citerne rester tarie, alors que les puits voisins regorgent d'eau sau-

mâtre. On résiste d'abord, puis on succombe à la tentation, au besoin, et c'est l'amorce des fièvres, des maladies de foie, de reins, etc., suivies de cet état maladif, déprimant, qui enlève toute force, toute énergie, qui décourage et presque toujours tue les faibles et les enfants.

Deux solutions ont été proposées

Les conditions difficiles de l'alimentation en eau des régions du Sud Tunisien ont, de tout temps, préoccupé les dirigeants de ce pays. On doit à M. Lucien Saint, résident général de la République française à Tunis, d'avoir posé nettement la question en créant, d'accord avec l'Office national des recherches et inventions, un concours pri-

mant les meilleurs procédés d'épuration chimique de l'eau magnésienne et de distillation de l'eau par la chaleur solaire. Ce concours eut pour résultat de donner deux solutions, — une solution chimique : « la Saharaine », composé spécial présenté sous forme de comprimés qui, dissous dans l'eau qu'on porte ensuite à l'ébullition, déterminent la précipitation des sels nocifs, — une solution physique : la distillation de l'eau par la chaleur solaire.

La chaleur solaire permet de distiller l'eau

C'est cette dernière qui fait plus particulièrement l'objet du présent exposé. Le procédé du châssis distillateur, utilisé jadis en Amérique, a été rénové en France par M. Mau-

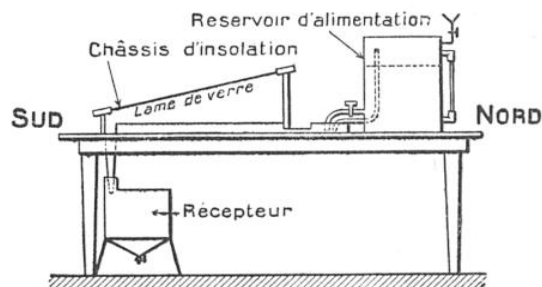


FIG. 3. — SCHÉMA DU DISPOSITIF D'ÉPURATION DES EAUX PAR LA CHALEUR SOLAIRE

L'eau contenue dans le réservoir d'alimentation est distribuée par un régulateur automatique de niveau (à gauche du bas du réservoir) sous le châssis d'insolation, où elle se purifie et d'où elle s'écoule dans le récepteur.

rain, doyen de la Faculté des Sciences de Paris, et étudié au Parc-Saint-Maur par M. Brazier; à Monaco, par M. le docteur Richard, et, à Tunis, par M. Ginestous, chef du Service météorologique tunisien.

Ce dernier a présenté au Congrès de l'eau d'Alger (janvier 1928) un appareil à alimentation automatique, capable de fournir 3 litres d'eau distillée par mètre carré, par jour d'été dans la région de Tunis.

obscur. La température intérieure s'élève rapidement, l'air se sature de vapeur d'eau à haute température et, au contact de la lame de verre constamment refroidie par l'air extérieur, la vapeur se condense, ruisselle sur la face intérieure de la lame et vient se réunir dans une gouttière placée au bas de la lame, où elle est recueillie. Cette eau est de l'eau distillée, pure et dépourvue de tout germe microbien.



FIG. 4. — LES ÉLÉMENTS DE L'ÉPURATEUR DE BEN-GARDANE (TUNISIE) ONT ÉTÉ MONTÉS PAR GROUPE DE DEUX ET PLACÉS SUR DES MURETTES

On voit ici le montage de la deuxième rangée, dont un élément a été placé de façon à montrer les doubles parois des côtés et du fond. L'ouvrier indigène va procéder au bourrage de la paille isolante.

Comment est constitué l'appareil d'épuration des eaux par la chaleur solaire

La partie essentielle de ce dispositif est le châssis distillateur.

L'aspect du châssis est semblable à celui d'un vulgaire châssis d'horticulteur. C'est un caisson carré en bois, peint intérieurement en noir et contenant sur son fond un bassin métallique également peint en noir, dans lequel l'eau est maintenue sous une épaisseur de un centimètre et demi. Il est fermé par un couvercle vitré incliné.

On le dispose au soleil de façon à ce que la partie vitrée soit tournée vers le sud.

La chaleur lumineuse pénètre à travers la lame de verre dans le châssis, s'y transforme en chaleur obscure et ne peut plus sortir, car la lame est opaque pour les rayons caloriques

Ce dispositif, intéressant par son principe, capable de fournir de l'eau par petites quantités, peut, par sa réunion en groupes plus ou moins nombreux, donner lieu à des installations fournissant quotidiennement des résultats intéressants.

L'appareil épurateur de Ben-Gardane (Tunisie) peut débiter près de 100 litres d'eau par jour

M. Ginestous vient de réaliser, à Ben-Gardane, un épurateur solaire comprenant trente éléments du premier type construit et mis en observation à Tunis depuis août 1927.

Dans l'épurateur de Ben-Gardane, les éléments sont réunis en trois groupes de dix, placés côte à côte, et forment trois rangées parallèles, alignées du levant vers le couchant et présentant au sud leur face supé-

rieure vitrée. En arrière de cet ensemble est un bassin d'alimentation recevant l'eau à épurer d'un puits voisin et, en avant, enfoncée jusqu'au niveau du sol, est une citerne où se réunit l'eau distillée.

Un dispositif simple de canalisations amène l'eau à chaque châssis qui garde son autonomie, ce qui est avantageux, car, en cas d'arrêt accidentel de l'un d'eux, la rangée entière n'est pas immobilisée. De même

Le rendement de l'appareil dépend de son alimentation et des soins apportés à son isolement calorifique

Le rendement, fonction de l'insolation, est aussi fonction de l'alimentation, qui est automatique et doit être méticuleusement réglée. Tous les châssis sont dans le même plan horizontal, et le distributeur automatique, simple flotteur ordinaire, est bien réglé

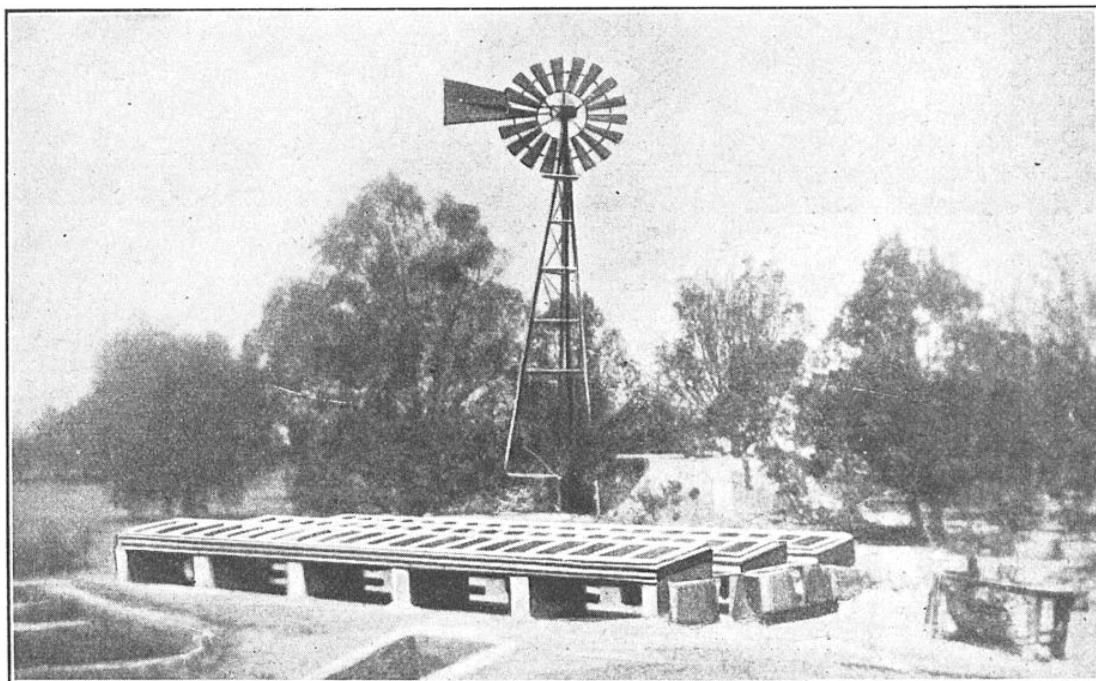


FIG. 5. — VUE GÉNÉRALE DE L'ÉPURATEUR DE BEN-GARDANE

On voit les trois rangées de châssis portés sur des murettes au-dessus du sol. En arrière, est le puits à eau magnésienne montée par un aéromoteur. On voit en avant la descente conduisant au bassin de réception. Trente éléments de surface totale utile voisine de 20 mètres carrés donnent actuellement (en juin) 75 à 80 litres d'eau par jour.

une canalisation recueille l'eau distillée par chacun d'eux et l'amène à la citerne de réception.

Le système fonctionne normalement de 9 à 17 heures, donnant un filet continu au tube collecteur de l'eau distillée, mais la distillation se poursuit encore, moins intense, jusque vers 21 ou 22 heures.

Le produit total quotidien varie normalement de 70 à 80 litres, mais il a été observé exceptionnellement, au début de l'installation, 90 litres et davantage. C'est là une quantité d'eau largement suffisante pour assurer les besoins en eau potable d'un certain nombre d'hommes. D'ailleurs, la place ne manque pas pour agrandir ces installations.

lorsque la hauteur d'eau dans les bassins ne dépasse pas 2 centimètres. Dans le cas où cette hauteur est plus grande, le résultat est amoindri (M. Brazier a bien démontré cette condition essentielle du rendement).

Les résultats de l'expérimentation à Tunis, à Médénine, à Kairouan, à Gafsa, à Fort-Saint ont mis en évidence l'importance de cette condition, qui n'est malheureusement pas toujours réalisée.

On pourra voir sur les photographies les soins particuliers portés à l'isolement des châssis, isolement qui a pour but de les protéger, d'une part, contre la déperdition de la chaleur intérieure, d'autre part, contre le dessèchement du bois qui les constitue et qui,

dans ces régions particulièrement chaudes et sèches, ne tarderait pas à se fendre, à éclater et à mettre le châssis hors d'usage. Cet isolement se fait par une double paroi sur les côtés latéraux, avant et arrière, et sur le fond de chaque rangée. L'espace entre cette

ment, en Tunisie, le toit des habitations. Le groupe qu'il prévoit aura 5 mètres carrés de surface utile, donnera, en moyenne, 10 litres par journée d'hiver et 23 par journée d'été. Cette eau pourra être amenée au rez-de-chaussée à travers une large canalisation

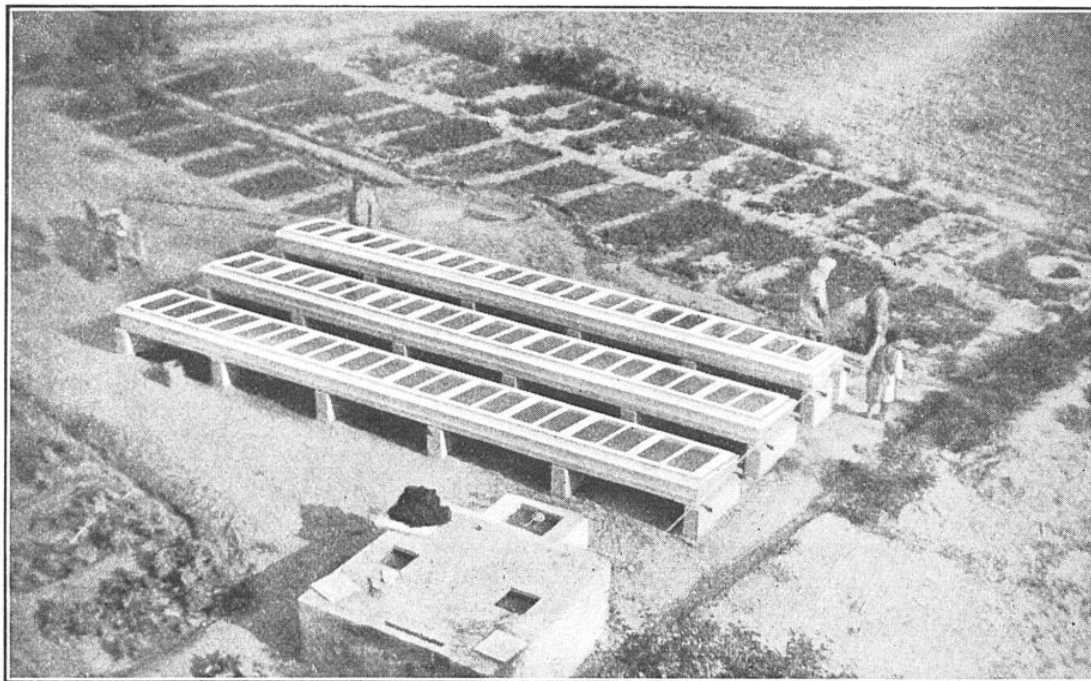


FIG. 6. — VUE DE L'ÉPURATEUR DE BEN-GARDANE PRISE DU HAUT DE L'AÉROMOTOR PLACÉ SUR LE PUIT Fournissant L'EAU À ÉPURER

On voit en avant le bassin d'alimentation avec le flotteur distributeur de l'eau ; en diagonale avec ce bassin, on voit, à l'autre extrémité, la descente conduisant au bassin de réception.

double paroi a été fortement bourré avec de la paille.

Chaque famille pourra bientôt avoir un épurateur d'eau

Les perfectionnements de ce dispositif se poursuivent, et M. Ginestous espère pouvoir présenter sous peu *un appareil familial*, qui pourra être installé sur les terrasses qui for-

verticale à cloisons contrariées, qui auront pour effet de la diviser, de la refroidir et de l'aérer. Ce sera l'appareil qui, bientôt, s'installera sur chaque maison et qui, dans chaque ferme, assurera, désormais, l'approvisionnement en eau potable. On pourra aussi l'installer dans les hôpitaux, les pharmacies et les pouponnières, où les services qu'il rendra sont indiscutables. J. MARCHAND.

RÉFLÉCHISSONS A CECI :

L'industrie allemande du caoutchouc va atteindre le second rang dans le monde. Le spécialiste Lindemann, de Berlin, a dit récemment : « Je souhaite que bientôt l'industrie allemande du caoutchouc puisse tirer sa matière première — la gomme — de nos propres colonies allemandes. »

(D'après Gummi Zeitung.)

LA LUTTE CONTRE LE GRISOU EST SCIENTIFIQUEMENT ORGANISÉE DANS LES MINES MODERNES

Par Jean ARMANET

PROFESSEUR D'EXPLOITATION DES MINES A L'ÉCOLE NATIONALE SUPÉRIEURE
DES MINES DE SAINT-ÉTIENNE

L'attention du monde entier a souvent été attirée par de terribles accidents miniers. Malgré les perfectionnements techniques, malgré la minutie des précautions, on ne peut se flatter que l'ère des catastrophes soit terminée : on en diminue la fréquence, mais la densité actuelle de présence dans les mines rendrait très meurtrier le moindre relâchement dans la surveillance. Notre éminent collaborateur, M. Armanet, expose ci-dessous les méthodes modernes de protection des mineurs par l'emploi de lampes spéciales, d'explosifs de sûreté et d'appareillage électrique « antigrisoux ». Ces mesures étant, néanmoins, insuffisantes en présence d'une accumulation même faible de grisou, il est indispensable d'exercer une surveillance de tous les instants dans le but de déceler ces accumulations et de les diluer dans un fort courant d'air, avant de reprendre le travail. Malgré toutes les précautions que l'on puisse prendre, le grisou reste encore à présent l'ennemi le plus direct du mineur.

Les accidents miniers

GRACE à la prudence des exploitants et aux précautions prises, la mine n'est pas une industrie très meurtrière : en moyenne, en France, il y a 1 tué par 1.000 ouvriers du fond et par an, et, sur ce point, notre pays est un des plus favorisés avec l'Angleterre (0,9 tué) et la Belgique ; en Allemagne, le chiffre monte à plus de 2 et il dépasse 2,5 aux États-Unis. Beaucoup d'autres métiers sont tout aussi dangereux que celui de mineur, sinon plus (chauffeur, charpentier, etc...).

La plupart des accidents de la mine sont, du reste, individuels ; ils passent inaperçus, par suite de leur faible importance, mais leur fréquence multiplie le nombre des victimes. Il s'agit surtout d'éboulements locaux ou de chutes de blocs (50 % des victimes), d'incidents de roulage (wagonnets écrasant les imprudents) (25 % des victimes), de chutes individuelles dans les puits (10 %). Et les grandes causes auxquelles on pense tout naturellement quand il s'agit de mine : le grisou, les explosions de poussières, les incendies de boisage, les cages chargées de personnel qui tombent dans le puits par rupture du câble, ou bien que le machiniste ne peut arrêter à temps et qui montent aux « molettes » (ces grosses poulies de renvoi des câbles au-dessus du puits), tout cela n'est

guère responsable que de 5 à 10 % des victimes de la mine, et, là encore, ce sont les accidents individuels qui font la majorité.

L'ennemi héréditaire du mineur, le grisou, est donc la plupart du temps rendu inoffensif, mais sa présence permanente exige une surveillance de tous les instants. Les accidents de grisou sont toujours graves et peuvent tourner au désastre, soit que le feu se communique à des accumulations insoupçonnées de grisou, soit qu'une légère flamme de grisou déclenche « un coup de poussières », balayant toute la mine.

D'où vient le grisou ?

Pratiquement, le grisou n'est autre chose que le méthane, gaz résultant de la combinaison du carbone et de l'hydrogène. Il ne se décele ni à la vue ni à l'odorat, se comportant, au point de vue de la respiration, comme un gaz inerte (analogue à l'azote). Il se dégage de la houille dans des conditions assez inexpliquées ; il semble, en effet, que le grisou ne préexiste pas à l'état de gaz libre, comprimé dans les anfractuosités du massif de charbon, mais qu'il se distille du charbon, à peu près comme la vapeur provient de l'évaporation de l'eau. Cette distillation est d'autant plus rapide que la surface de dégagement est plus grande, c'est-à-dire que le charbon est plus fissuré, plus broyé.

Ainsi, un gros morceau de charbon, extrait de la mine depuis une huitaine de jours, dégage rapidement du grisou lorsqu'on le pulvérise. Le dégagement se poursuit, d'ailleurs, à haute température dans la cornue de l'usine à gaz, puisque le gaz d'éclairage renferme environ le tiers de son volume de méthane.

L'aptitude au dégagement de grisou est extrêmement variable suivant les charbons, ainsi que la quantité de gaz d'éclairage qu'ils donnent à haute température (ce qu'on nomme la teneur en matières volatiles). Bien plus, il n'existe aucune relation entre ce pouvoir grisouteux (distillation à température ordinaire) et cette teneur en matières volatiles (distillation à haute température). Le pouvoir grisouteux, très variable suivant les bassins houillers, les régions, varie même dans les différentes couches exploitées dans une même mine, et semble augmenter quand on « s'approfondit ».

Certaines mines ont des dégagements de grisou formidables, dépassant 50 mètres cubes à la tonne de charbon extraite. Beaucoup de mines n'ont de grisou que dans quelques veines et en quantité relativement faible. Certaines même (et c'est presque le cas général) n'ont pas de grisou en proportion mesurable ; on y constate seulement, de temps à autre, une bouffée de grisou, tenant à une variation locale de la constitution de la houille ; on y prend, néanmoins, des précautions presque aussi minutieuses que dans une mine ayant un dégagement de gaz abondant. Exceptionnellement, enfin, certains bassins houillers ont la chance de ne pas connaître le grisou, à aucun degré ; c'est le cas des mines de la Haute-Silésie (Pologne) où les ouvriers s'éclairent avec des lampes à acétylène à feu nu, comme dans une mine métallique.

Le grisou n'est, du reste, pas l'apanage

exclusif des charbonnages. Les mines de potasse (d'Alsace, par exemple), sont sujettes à des bouffées de grisou, provenant des couches de schistes bitumineux intercalées dans le gisement de sel potassique.

L'inflammation du grisou

Le danger du grisou réside dans le fait que, mélangé à l'air, il est susceptible de s'enflammer plus ou moins brutalement ; ce qu'on appelle improprement explosion de grisou est, en réalité, une flamme se propageant à une vitesse très variable, suivant les circonstances, mais ne dépassant guère 30 mètres par seconde, alors qu'une véritable

détonation explosive se propage par une onde parcourant plusieurs kilomètres par seconde. Rien ne peut faire prévoir qu'une flambée tranquille, où la flamme calme ne dépasse pas la vitesse de 0 m 50 par seconde, ne dégénérera pas rapidement, à la suite de remous d'air, en un coup de grisou violent, où la vitesse

de la flamme devient considérable. Les conséquences d'une inflammation de grisou sont toujours graves.

A la rigueur, devant une flambée tranquille, le mineur peut se sauver ou se jeter la face contre terre, si possible la figure dans l'eau ou la boue ; mais, en général, surpris par la flamme souvent violente, il n'en a pas le temps. La mort est parfois rigoureusement instantanée : les victimes, ayant « avalé le feu », ont l'intérieur des poumons désorganisé. Les coups de grisou violents et importants se compliquent par les éboulements qu'ils entraînent et les accidents qui en résultent : une grosse flamme impétueuse entraîne dans ses remous une masse d'air suffisante pour renverser le boisage, d'où éboulement ensevelissant ou cernant des ouvriers, coupant les voies de retraite et les privant d'air frais. Les asphyxies sont la conséquence de ces

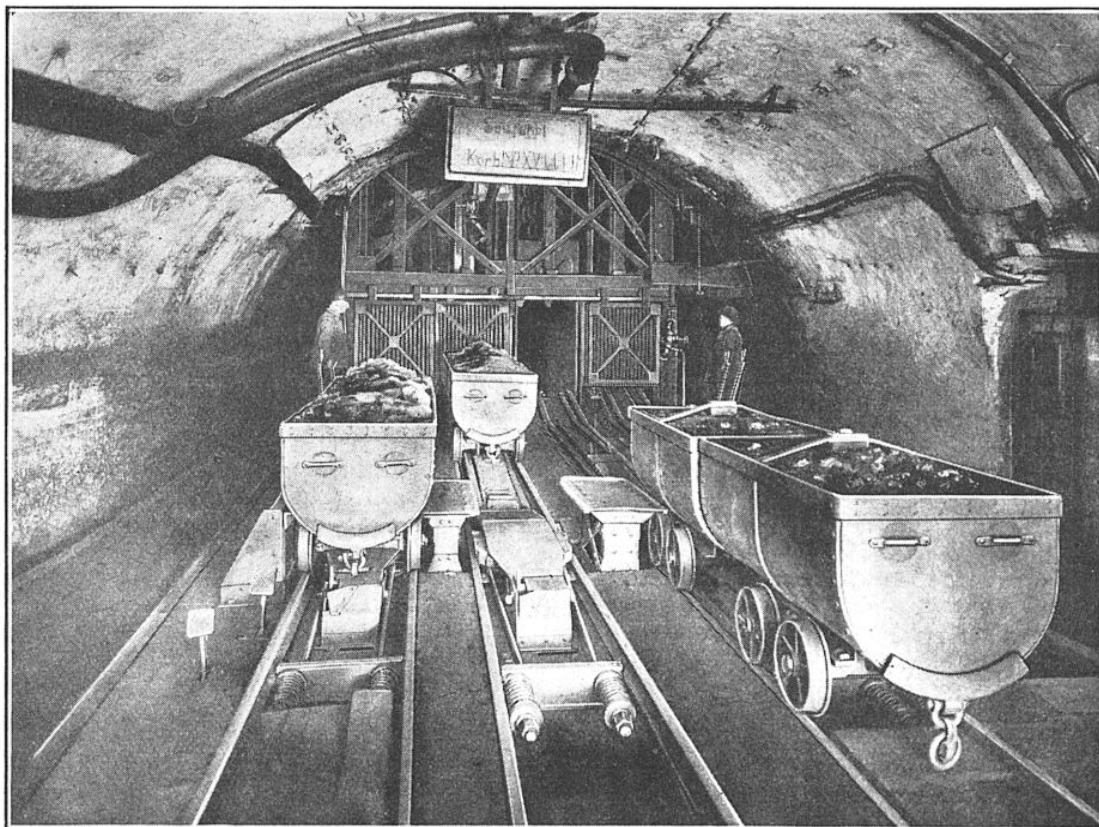


LES CULBUTEURS DU CRIBLAGE

Les wagonnets de charbon sortant du puits sont vidés dans des trémies placées sous les voies par des culbuteurs rotatifs et retournent au puits. (Installation Westfalia-Dinnendahl.)

éboulements plus que des fumées de la flamme, qui contiennent évidemment des gaz inertes non respirables (gaz carbonique), mais non toxiques. Même une faible accumulation d'air grisouteux, de l'ordre du mètre cube, peut, par son inflammation, tuer les hommes qui travaillent dans son voisinage, et il faut l'éviter à tout prix.

correspond au mélange pour lequel il y a juste assez d'air pour brûler le grisou en totalité et où la flamme est très chaude, parce qu'il n'y a pas d'excès d'air qui la refroidisse. L'air grisouteux est inoffensif au-dessous de 6 %, car la flamme où il y a un grand excès d'air n'est pas assez chaude pour se propager et s'éteint d'elle-même ;



LA RECETTE DU FOND AVEC LES WAGONNETS ATTENDANT LEUR REMONTAGE

On remarque, entre les rails, les dispositifs pneumatiques servant à charger les waggonnets pleins de charbon dans les cages circulant dans le puits. (Installation Demag-Duisburg.)

Qu'est-ce que le grisou?

Pour combattre le grisou et empêcher son inflammation, il faut connaître ses propriétés.

1° C'est un gaz léger (densité par rapport à l'air : environ 0,6), donc qui s'élève dans l'atmosphère de la mine ; aussi, plus ou moins mélangé à l'air (air grisouteux), a-t-il tendance à s'accumuler dans les points hauts (cloches du circuit d'aérage) ;

2° L'air grisouteux, pour propager la flamme, ne doit être ni trop riche ni trop pauvre en grisou. La teneur de 9 % de grisou

il est encore inoffensif au delà de 16 % de grisou, parce que l'air manque à la flamme. Entre 6 % et 16 % de grisou, les mélanges sont dangereux à un degré égal ;

3° A haute température, au-dessus de 1.000°, l'air grisouteux brûle presque instantanément ; ainsi, les étincelles électriques d'un courant un peu puissant, bien que très brèves, sont suffisamment nourries et chaudes pour mettre le feu au grisou. Au contraire, entre 650° et 1.000°, le grisou possède la propriété remarquable du retard à l'inflammation, c'est-à-dire que la flamme ne prend naissance qu'après un certain temps (pou-

vant aller jusqu'à 10 secondes). Grâce à ce retard, on a la chance que l'inflammation ne se produise pas si les molécules d'air grisouteux chauffées à la source de chaleur lui échappent et sont refroidies suffisamment vite par l'air ambiant; ainsi, les étincelles « froides » produites par le choc d'outil se contre les roches sont inoffensives, et il en est de même, la plupart du temps, d'objets portés au rouge, comme les tamis d'une lampe qui « file » ou comme la pointe d'un marteau piqueur qui peut chauffer fortement, lorsque l'énergie des chocs du piston pneumatique sur cette pointe n'arrive pas à se dissiper en travail utile d'enfoncement dans un terrain trop dur. Enfin, au-dessous de 650°, le grisou ne s'enflamme pas.

La lutte contre le grisou

Autrefois, le problème du grisou était résolu de façon barbare. Chaque matin, avant la descente des ouvriers, un homme prudent et courageux parcourait seul la mine, revêtu de vêtements mouillés et d'une cagoule de cuir, d'où son nom de « pénitent ». A l'aide d'une mèche allumée, il était chargé de purger la mine des accumulations de grisou qui s'étaient formées pendant la nuit, en y mettant le feu. Grâce au calme de l'atmosphère de ces anciennes exploitations sans aérage, la flambée de grisou était, en général, tranquille et localisée au plafond des galeries; le costume du « pénitent » le protégeait suffisamment des brûlures et, au reste, en approchant des points reconnus comme dangereux, il rampait à terre en élevant sa mèche. Les ouvriers travaillaient ensuite dans la mine, ainsi débarrassée du grisou pour un certain temps, sans précautions spéciales.

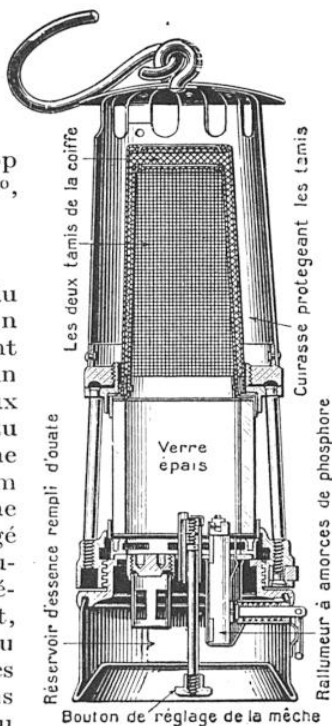
Evidemment, il n'y a plus actuellement de pénitents, mais leur disparition complète ne remonte pas aussi loin qu'on pourrait le croire, de même que ces « lampes éternelles », allumées en permanence aux points habituels d'accumulation du gaz, afin de le brûler au fur et à mesure, qu'on rencontrait encore en Saxe il y a peu d'années.

Aujourd'hui, la lutte contre le grisou comprend deux séries de mesures : d'abord,

n'employer que des appareils de sûreté, ou « antigrisouteux », incapables d'allumer le grisou, et cela lorsqu'il y a une chance, même infime, que ces appareils soient au contact du gaz; ensuite, ne jamais travailler, même avec des appareils antigrisouteux, en présence de grisou à teneur appréciable. En somme, n'avoir jamais à constater d'accumulation du gaz, et si, exceptionnellement, il s'en produit, la diluer dans un flot d'air, avant de reprendre le travail.

Les appareils antigrisouteux

I. *Les lampes.* — Dans les houillères françaises, on emploie, comme lampes à flamme, exclusivement des lampes de sûreté. La flamme de la lampe (à huile, plus souvent à essence) ne communique avec l'extérieur que par l'intermédiaire d'une double toile métallique. Dans un air grisouteux, le grisou s'enflamme à l'intérieur de la lampe, mais le feu ne peut se propager au dehors, grâce à la propriété des tamis métalliques d'arrêter les flammes (les gaz sont, en effet, refroidis au-dessous de la température d'inflammation, au passage d'une toile métallique, et le fait qu'il y a deux tamis augmente la sécurité). Les lampes françaises sont toutes complétées par une « cuirasse », feuille de tôle percée de quelques trous pour l'aérage et entourant les tamis; son but est de soustraire les tamis aux violents courants d'air qui pourraient faire passer la flamme



COUPE DE LA LAMPE A
ESSENCE « ARRAS »

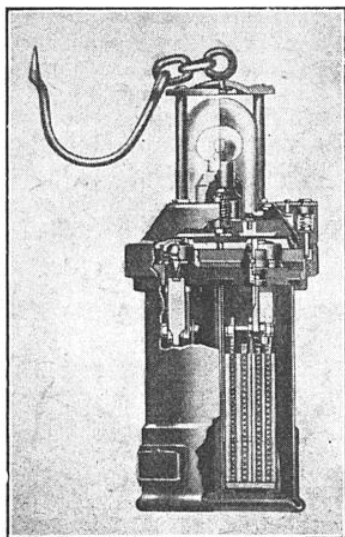
du grisou au travers (les gaz traversant les toiles à trop grande vitesse ne seraient pas assez refroidis). La construction est très robuste (verre épais de 5 millimètres, etc...), pour éviter toute détérioration accidentelle pouvant faire communiquer directement la flamme avec l'extérieur.

Malgré tout, les lampes à flamme constituent un danger permanent, le feu que l'on porte ainsi avec soi risquant toujours de s'échapper au dehors. Théoriquement, les lampes de sûreté sont incapables d'allumer le grisou; pratiquement, elles sont sujettes à des défaillances, provenant soit d'une détérioration (verre brisé, tamis troué), soit d'un mauvais montage de la lampe (mauvaise étanchéité à la base du verre),

soit d'un usage de la lampe dans des conditions interdites (ouverture de la lampe en atmosphère grisouteuse, obtenue en forçant le verrou de fermeture ; rallumage de la lampe dans du grisou, les pastilles de phosphore du rallumeur provoquant ainsi une explosion interne du grisou, qui, par sa violence, risque de traverser les tamis) ; soit, enfin, de circonstances exceptionnelles mettant en défaut une lampe intacte, bien montée, employée dans les conditions prescrites (violent courant d'air grisouteux arrivant à passer par les orifices de la cuirasse et faisant franchir les tamis à la flamme).

En fait, la plupart des accidents de grisou sont imputables aux lampes à flamme ; et la tendance actuelle est de diminuer au maximum le nombre de ces lampes. Diminuer, mais non supprimer, car la lampe à flamme est un danger nécessaire : son rôle est double, le rôle d'éclairage étant aujourd'hui secondaire devant le rôle d'indicateur du grisou. Comme nous le verrons, seule la lampe à flamme permet de déceler facilement la présence du grisou. Il faut nécessairement en munir quelques ouvriers (au moins un par chantier), afin qu'ils soient constamment en mesure de vérifier qu'eux et leurs camarades ne travaillent pas dans une atmosphère dangereuse.

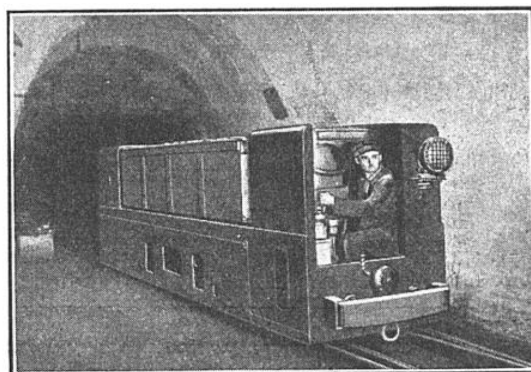
Tous les autres ouvriers sont, dès lors, munis de lampes électriques portatives



LAMPE PORTATIVE « WOLF'S »

C'est une lampe à incandescence portant un accumulateur alcalin dans sa base.

(accumulateur acide ou alcalin, et ampoule de 2 à 4 volts protégée par un épais globe de verre), qui ont l'avantage de donner plus de lumière (de 1 à 2 bougies, au lieu de 0,5 à 0,75 pour les lampes à flamme) et d'être pratiquement inoffensives (sauf le cas très exceptionnel d'une rupture du globe et du verre



LOCOMOTIVE A ACCUMULATEURS

Cette locomotive électrique de 50 ch remorque les trains de wagonnets dans les galeries principales de la mine.

d'ampoule laissant le filament incandescent intact).

II. *Les explosifs.* — Dans les charbonnages, on est souvent obligé de tirer des coups de mine, soit dans les roches dures afin de creuser les galeries rejoignant les couches, soit dans les veines de charbon elles-mêmes, lorsque ce charbon est dur et ne « vient » pas au pic ou au marteau pneumatique (marteau-piqueur). Dans toute région où la présence du grisou est à craindre (pratiquement, c'est partout, sauf dans les roches stériles des galeries d'entrée d'air), on ne fait usage que d'explosifs dits de sûreté, incapables d'allumer le grisou, parce que leur flamme est trop froide et l'explosion trop rapide (en France, ce sont les explosifs dénommés grisou-naphtalite, grisou-dynamite, grisou-tolite qui sont autorisés). Ces explosifs sont amorcés uniquement par « allumage électrique », c'est-à-dire qu'à l'aide d'une magnéto à basse tension transportable (l'exploseur), on envoie par deux conducteurs (suffisamment longs pour que celui qui tourne la magnéto soit à l'abri des projections) le courant dans l'amorce, où un fil de platine rougi met le feu aux quelques grammes de fulminate qui font détoner l'explosif. Sauf un concours de circonstances malheureuses très improbable, le tir électrique est inoffensif au point de vue grisou ; il n'en serait pas de même du « tir à la mèche » des carrières, où on enflamme par un moyen quelconque une mèche lente qui pend hors du trou et conduit le feu au fulminate.

Pratiquement, les explosifs de sûreté sont parfois responsables d'accidents de grisou, notamment lorsqu'on tire dans une atmo-

sphère dangereuse un coup de mine surchargé en explosif, et que le massif miné s'ouvre avant que l'explosion soit achevée. Il est donc formellement interdit de tirer au voisinage de grisou en teneur appréciable (et voilà déjà un exemple d'emploi de la lampe à flamme comme indicateur de grisou : avant de tirer, l'ouvrier, muni d'une telle lampe, vérifie l'absence du gaz) ; et il est recommandé de tirer le moins possible, surtout dans le charbon (du reste indépendamment du grisou, les explosifs tuent ou blessent les imprudents qui ne se garent pas assez des projections).

III. Les moteurs. — Les machines qui se développent journellement dans les mines consomment une grande quantité d'énergie. Jusqu'à maintenant, en Europe continentale, l'agent moteur pour les outils et machines du fond était l'air comprimé sous 5 à 6 kilogrammes par centimètre carré, distribué par un réseau de tuyauteries ; avec lui, aucun danger à l'égard du grisou. Il n'en est pas de même de l'électricité, dont les étincelles dues aux courts-circuits et au fonctionnement défectueux, ou même normal, des moteurs, allument à coup sûr le grisou. Les machines électriques étaient strictement réservées aux abords du puits d'entrée d'air, où le courant d'air pur, joint à l'éloignement des couches, rendent impossible l'accumulation de grisou.

Malheureusement, l'air comprimé, en raison de son très mauvais rendement, revient très cher ; pour récupérer une énergie de 1 kilowatt sur un moteur du fond, il faut en dépenser 5 aux compresseurs. Au contraire, les moteurs électriques ont un excellent rendement, et il était tout naturel d'en développer l'emploi le plus possible. On construisit donc des moteurs antigrisouteux inspirés

d'un principe commun à celui des lampes de sûreté à flamme, c'est-à-dire que le moteur est isolé de l'extérieur au moyen d'un carter métallique n'ayant que des ouvertures suffisamment étroites (par exemple : passage des arbres) pour que la flamme ne puisse les franchir. L'explosion possible d'air grisouteux, à l'intérieur du moteur, ne peut se transmettre au dehors, et le carter est éprouvé pour résister à cette explosion. Des dispositions particulières sont prises pour le

câble renfermant les conducteurs de cuivre qui alimentent le moteur, afin d'éviter toute détérioration et tout risque d'étincelles (câble entouré de caoutchouc ou de plomb). Les joints entre les câbles et le matériel électrique sont soigneusement étudiés.

Dans ces conditions, le matériel électrique est sans danger ; ayant fait ses preuves en Amérique et en Angleterre, où il est déjà très répandu,

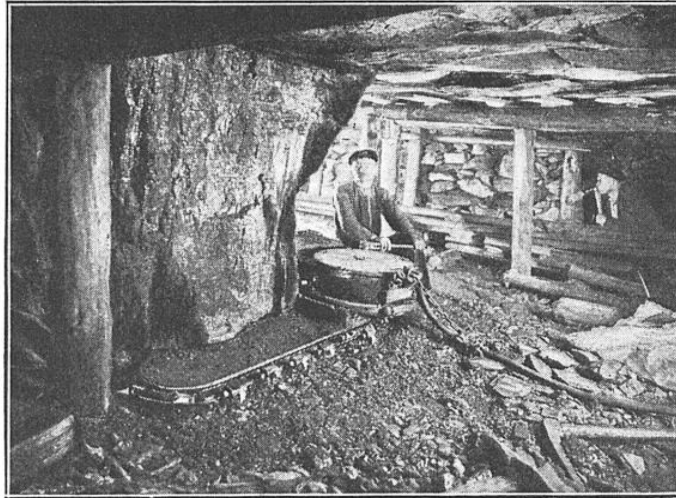
il commence à se développer sur le continent.

Comment on supprime le grisou

Le second groupe de mesures consiste à supprimer pratiquement le grisou ; en tout cas, à ne jamais travailler en présence d'une accumulation même faible du gaz.

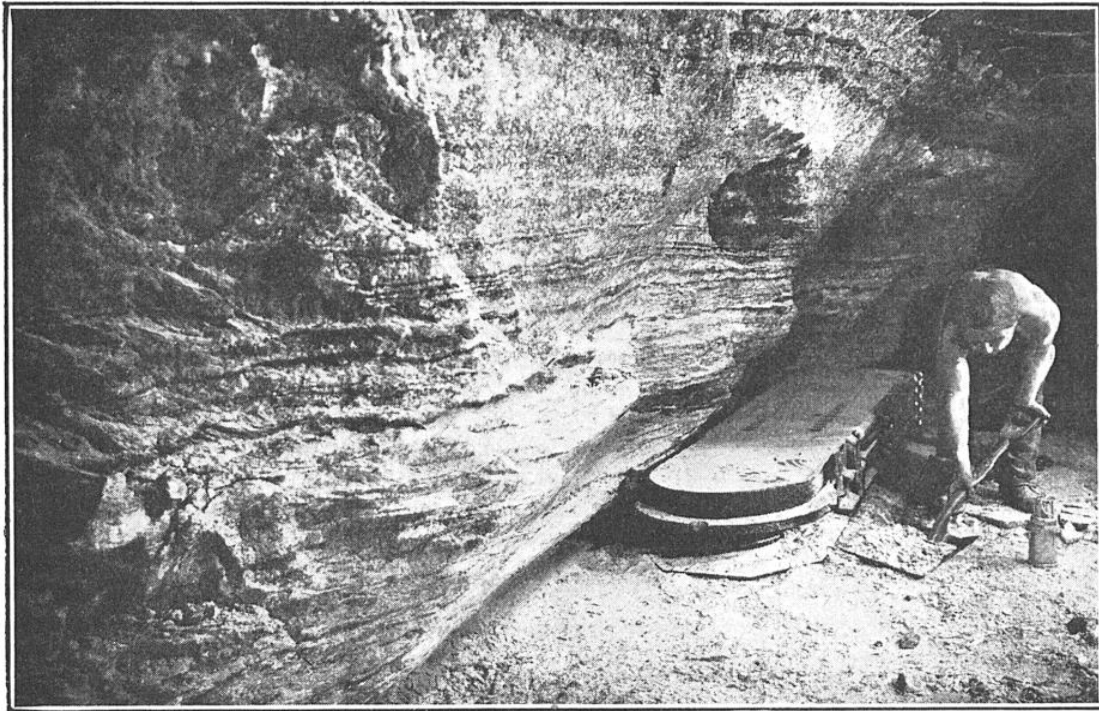
Le premier moyen consiste à noyer le grisou, dès qu'il se dégage du massif, par un courant d'air suffisamment énergique et bien dirigé qui le brasse, se mélange à lui, de sorte que sa teneur soit très faible, et l'entraîne ainsi au puits de retour d'air.

Le trajet de l'air ne doit jamais être descendant, mais ascendant ou tout au plus horizontal (le puits de retour d'air est moins profond que le puits d'entrée d'air, et l'air, se rendant de l'un à l'autre, ne descend



UNE HAVEUSE EN ACTION DANS UNE MINE DE CHARBON

La machine destinée à couper le charbon pour faciliter son enlèvement ultérieur, commence à s'engager dans le massif. Entre les deux ouvriers, on aperçoit le couloir oscillant de la figure précédente, qui, recevant des impulsions dissymétriques, sert à évacuer le charbon jusqu'aux chambres principales.



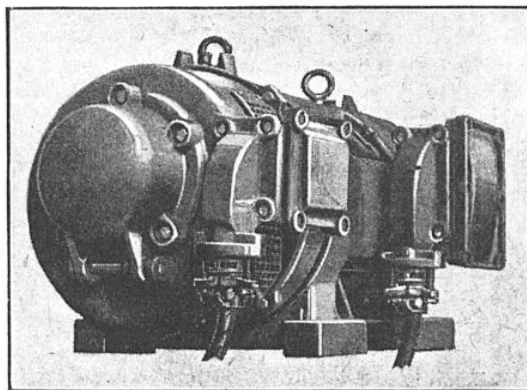
HAVEUSE ÉLECTRIQUE ANTIDÉFLAGRANTE SULLIVAN, EN SERVICE AUX MINES DOMANIALES DE POTASSE D'ALSACE

jamais) ; en raison de sa légèreté, le grisou tend à monter et risquerait ainsi d'échapper à un aérage descendant. Les ventilateurs placés au sommet du puits de retour d'air, et qui aspirent l'air de la mine, sont calculés de façon que le volume d'air global circulant soit suffisant, et, en tout cas, contienne moins de 0,5 % de grisou à la sortie. Des portes pleines ou percées de guichets assurent une bonne répartition de l'air entre les divers travaux.

Ensuite, il est nécessaire de contrôler qu'en fait, en aucun point, on n'a de teneur en grisou dangereuse. La lampe à flamme joue pour ce contrôle un rôle fondamental, basé sur la remarque suivante : en présence d'air grisouteux à faible te-

neur, la flamme de la lampe s'entoure d'une auréole bleu pâle, résultant de la combustion du grisou à la chaleur de la lampe. L'auréole, en raison de sa pâleur, est surtout visible à « petit feu », c'est-à-dire quand on a baissé la mèche pour que la flamme se réduise à un point jaune ; à flamme

normale, l'auréole est invisible, mais le grisou fait monter la flamme et la lampe « file ». L'auréole est d'autant plus grande que la teneur en grisou est plus forte ; à 1 % de grisou, elle est à peine perceptible ; à 3 %, elle est déjà haute ; à 4,5 %, elle tient toute la hauteur de la lampe ; enfin, à partir de 5 à 6 %, on assiste à l'explosion interne à la lampe qui se remplit tout entière de flamme bleue ; après quoi, en géné-



MOTEUR EHRLMANN DE 15 CH NE CRAIGNANT PAS LE GRISOU

Entièrement clos, ce moteur peut supporter des explosions internes sans éclater.



COMMENT ON RECHERCHE LE GRISOU DANS UNE MINE

Le surveillant, muni d'une lampe à flamme, constate la présence de grisou au plafond des galeries par l'allongement de la flamme de la lampe.

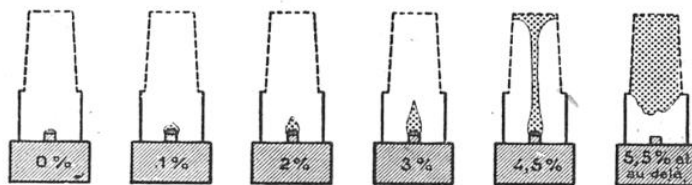
ral, la lampe est éteinte par étouffement (la flamme du grisou ayant brûlé tout l'oxygène, et c'est alors qu'il serait très dangereux de chercher immédiatement à rallumer la lampe). Le règlement français prescrit l'évacuation du chantier par les ouvriers dès que la teneur en grisou dépasse en un point 2 %, et la dissipation immédiate de cette accumulation par un renforcement local de l'aérage ; pratiquement, dès que le grisou commence « à marquer » à la lampe, on prend des mesures pour le diluer.

Dans les galeries de retour d'air qui emmènent vers le puits l'air qui a passé dans les travaux au charbon, on vérifie que le grisou est suffisamment dilué en s'assurant que la teneur moyenne en grisou de l'air qui y circule est inférieure à 1 %. A ces faibles teneurs, la lampe à flamme ordinaire n'est pas assez sensible ; on utilise une lampe spéciale assez délicate, et qui n'est confiée qu'au surveillant chargé de ce contrôle, lampe brûlant

de l'alcool donnant une flamme non éclairante, ne masquant pas l'observation de l'auréole. Les indications relevées à l'aide de cette lampe sont, de temps à autre, étalonnées au moyen de prises d'air analysées au laboratoire.

En résumé, par l'emploi exclusif d'appareils de sûreté, même dans les mines où le grisou est exceptionnel, et par un aérage judicieux et un contrôle rendant l'accumulation dangereuse de grisou exceptionnelle, même dans les mines où le dégagement de ce gaz est abondant, on rend la flambée de grisou pour le moins très improbable, en tout cas, de faible extension en elle-même. Mais il subsiste toujours la très grave menace que la flambée de grisou, soulevant et mettant le feu aux poussières, déclenche une catastrophe ; effectivement, la plupart des coups de poussières ont eu comme origine une inflammation locale de grisou, et, sans doute, les catastrophes considérables attribuées autrefois au seul grisou ont, en réalité, été aggravées par les poussières dont on ignorait alors le rôle.

Le grisou reste l'ennemi le plus direct, l'ennemi héréditaire du mineur, et si, par des précautions minutieuses, on le rend presque



LA LAMPE A FLAMME SERT D'INDICATEUR DE GRISOU
L'auréole bleu pâle, nettement visible lorsqu'on fait petit feu, augmente de hauteur avec la teneur de l'air en grisou.

inoffensif, il ne faut pas se bercer dans une sécurité temporaire ; au moindre manquement aux prescriptions, au premier relâchement des précautions, l'ennemi qui guette, saisit la proie offerte et tue.

JEAN ARMANET.

N'OUBLIONS PAS QUE :

Carnegie, le milliardaire américain, passait les loisirs que lui laissait, à 18 ans, son métier de petit télégraphiste, dans les bibliothèques populaires. En souvenir du travail si profitable qu'il y fit, il consacra un milliard et demi de son immense fortune à fonder, aux Etats-Unis, 2.800 bibliothèques accessibles à tous, pour l'instruction scientifique et technique des travailleurs.

COMMENT LE « TIR A LA MER » EST RÉSOLU PAR L'EMPLOI D'APPAREILS DE HAUTE PRÉCISION

Par A. FÉRAL

CAPITAINE DE CORVETTE

Les conditions particulières du tir à la mer proviennent principalement de l'instabilité du navire tireur et de celle du but. Aussi les méthodes employées sont-elles totalement différentes de celles du tir terrestre. Bien peu de personnes ont eu l'occasion de voir de près le matériel d'artillerie qui arme les plus récents de nos bâtiments de guerre, et aussi de s'étonner de la complexité apparente des appareils qui permettent de diriger et de maintenir le tir de nos pièces navales sur le but à battre. Pour qui sait regarder, du reste, l'examen d'un poste de direction de tir à bord, d'un poste central de transmissions d'artillerie, ou d'un poste de pointage d'une pièce marine, ne manque pas d'intérêt, car on y trouve une solution mécanique, chaque jour plus parfaite, de quantité de problèmes où toutes les sciences sont intéressées. Notre collaborateur expose ici, avec compétence et beaucoup de clarté, les principes de cette science appliquée que constitue le « tir à la mer ».

Différence entre le tir à la mer et le tir à terre

Nous rappellerons, tout d'abord, que, si la surface de l'océan offre un champ clos qui n'a de bornes que celles de l'horizon visible, sans les mille obstacles qu'offrent à terre les dénivellations du terrain, les forêts ou les villages, sur mer, le but et le tireur sont, en général, extrêmement mobiles, deux lignes de bâtiments modernes pouvant courir l'une sur l'autre ou s'éloigner à une vitesse de rapprochement ou d'éloignement de plus de 100 kilomètres à l'heure ! Pour saisir l'ennemi au bond, pour lui imposer sa volonté, pour l'écraser avant qu'il ait le temps de se ressaisir et de réagir, on conçoit donc que l'on soit amené tout naturellement à se battre de beaucoup plus loin sur mer que sur terre.

Mais, alors qu'à terre, de véritables cratères créés en avant de la marche de l'ennemi, peuvent, par le bouleversement du terrain correspondant, l'arrêter ou, tout au moins, le gêner considérablement, sur mer, tout obus

n'atteignant pas le but est irrémédiablement perdu.

Enfin, alors que, dans un combat terrestre, les munitions sont pratiquement inépuisables, leur renouvellement étant presque toujours possible et immédiat, les soutes du plus puissant cuirassé du monde se videraient au bout de quelques heures à peine de tir continu.

Ces considérations générales montrent suffisamment la nécessité absolue de rechercher, pour le tir à la mer, la plus grande précision (ne pas disperser ses coups) alliée à la plus grande justesse (masser ses projectiles sur le but) et à la plus grande rapidité.

Les éléments du tir et le pointage en hauteur et en direction

Sur mer comme sur terre, les éléments essentiels du tir sont : l'angle de tir, inclinaison verticale à donner à la pièce pour obtenir la portée nécessaire, et la direction horizontale dans laquelle il faut pointer la pièce.

Sauf pour quelques modèles d'artillerie légère, l'artillerie navale a été amenée à adopter, comme appareils de visée, des

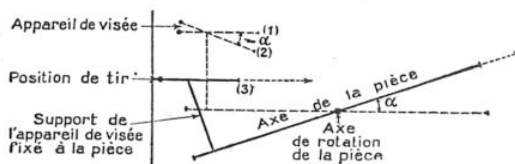


SCHÉMA DE LA LIAISON ENTRE L'APPAREIL
DE VISÉE ET LA PIÈCE

— α , angle de tir donné à l'appareil de visée ;
 α , angle de tir de la pièce ; position (1), appareil de visée et pièce parallèles à l'horizontale ; position (2), appareil de visée à l'angle de tir ; position (3), appareil de visée revenu à l'horizontale et pièce pointée à l'angle de tir α .

lunettes optiques, dont le fort grossissement et la bonne clarté permettent au pointeur de voir distinctement le but aux distances extrêmes de tir.

L'appareil de visée, monté sur un support lié rigidement au berceau du canon, mais ne participant pas au recul, est mobile lui-même autour d'un axe horizontal perpendiculaire à la pièce, et autour d'un axe vertical.

En manœuvrant convenablement la hausse, l'appareil de visée est d'abord mis à l'angle de tir voulu (— 2) (position 2).

Si l'on manœuvre alors l'appareil de pointage en hauteur de la pièce, on fait tourner l'ensemble canon-appareil de visée, et lorsque celui-ci est revenu à sa direction primitive (position 3), le canon se trouvera automatiquement placé à l'angle de tir voulu.

De même, on fait tourner d'abord l'appareil de visée autour de son axe vertical, de l'angle nécessaire pour corriger les déviations latérales du projectile (dérive) ; puis, en manœuvrant l'appareil de pointage en direction, on fait tourner horizontalement l'ensemble canon-appareil de visée jusqu'à ce que celui-ci soit revenu à sa direction primitive. Le canon se trouvera alors automatiquement pointé dans la direction voulue.

Les corrections en portée

La distance du but peut, en général, être mesurée, à chaque instant, grâce aux télé-mètres, puissants instruments optiques de plus en plus perfectionnés, dont on a soin, du reste, de moyenner les indications en les associant en batteries télémétriques.

Mais ce n'est pas cette distance que les pièces recevront comme hausse.

En effet, les angles de tir, qui servent de base à la graduation des appareils de hausse, ont été établis avec des poudres déterminées, des pièces déterminées, et dans des conditions atmosphériques déterminées, qui ne sont généralement pas celles du tir à la mer.

Il faudra donc les corriger, c'est-à-dire corriger les hausses d'après les variations de ces divers éléments au moment du tir par rapport aux circonstances théoriques.

La correction relative à l'usure des pièces et à l'état des poudres du bord par rapport au canon et à la poudre-type est, en général, établie à l'avance, par des tirs spéciaux

effectués au polygone, appelés tirs d'accord.

Les corrections dues aux circonstances atmosphériques au moment du tir, seront établies en consultant divers appareils : anémomètres, hygromètres, thermomètres ; des tableaux spéciaux donnent, pour chaque calibre et pour toutes les distances, les corrections de portée correspondant à chacun de ces éléments.

En général, le but et le navire tireur ne restent pas immobiles. Au sortir de la pièce, le projectile, en vertu des lois de l'inertie, possède en lui-même la vitesse du navire auquel il appartient, et, à la fin de son trajet en l'air, il se sera déplacé d'une quantité proportionnelle, en sens et en direction, au propre trajet AA_1 du navire tireur.

De son côté, le but B , au bout de ce temps t (durée du trajet du projectile), ne sera plus en B mais en B_1 . Tout se passe, en somme, comme si, le tireur A étant immobile, le but suivait la route BB_1 , le projectile se déplaçant, lui aussi, de $B_2B_1 = AA_1$.

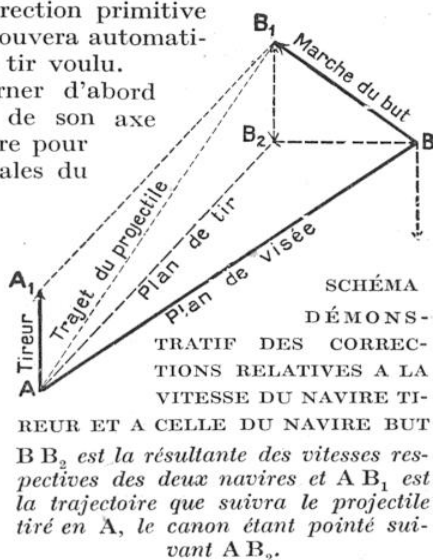
Pour que le projectile tiré en A , en visant B , atteigne B_1 , il faudra donc pointer le canon suivant la direction AB_2 et non AB , et avec la hausse AB_2 et non AB .

Les corrections relatives à la vitesse du tireur et à la vitesse du but sont données par des tableaux, mais la vitesse du but ne pouvant être évidemment qu'estimée par le tireur, les corrections correspondantes ne peuvent être qu'approchées.

Les corrections en direction

Nous venons de voir incidemment que la mobilité du but et du tireur obligent à une correction en direction aussi bien qu'en portée. Il en est de même pour ce qui concerne l'action des circonstances atmosphériques, le projectile étant, par exemple, poussé par le vent vers la droite ou vers la gauche.

A ces causes de corrections obligatoires, s'ajoute encore la dérivation de l'obus, due au très rapide mouvement rotatoire autour de son axe qui lui est imprimé par les rayures de la pièce et qui l'écarte, d'une façon appréciable, du plan de tir initial.



La hausse et la dérive

La combinaison de la distance télémétrique, avec toutes les corrections en portée, constitue la *hausse* à envoyer aux pièces, et la combinaison de toutes les corrections en direction constitue la *dérive*.

L'ingéniosité des inventeurs et des constructeurs s'est appliquée à réduire au minimum les chances d'erreur. Non seulement l'officier de tir a des appareils optiques donnant l'inclinaison du but sur le plan de tir, avec de plus en plus de précision, non seulement les télémetros donnent une distance de plus en plus exacte, mais nous voyons encore, dans les postes centraux de tir modernes, des appareils totalisant (ou *conjuguant*) mécaniquement les corrections tant en portée qu'en direction, à côté d'appareils *traceurs de route* qui enregistrent, à chaque instant, les positions relatives du but et du tireur, pour en arriver, finalement, à la *hausse* et à la *dérive* définitives qu'il n'y aura plus qu'à transmettre aux pièces.

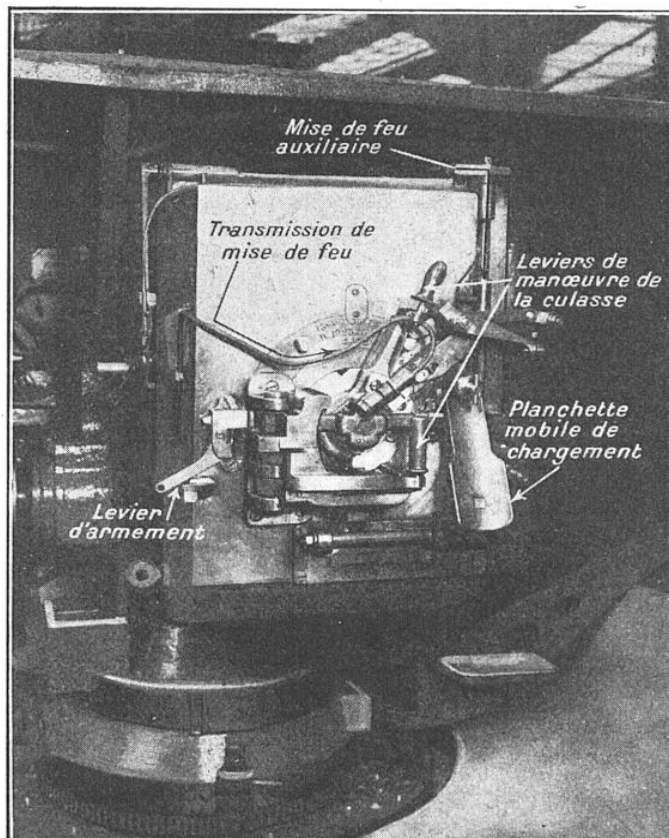
Aux corrections que nous avons étudiées plus haut, il convient d'ajouter, du reste, celle qui est relative au *temps perdu*. Entre le moment où une distance est observée, par exemple, et celui où, le pointeur ayant fait feu, le projectile commence son trajet, un laps de temps s'est écoulé que l'on cherche à réduire au minimum, mais qui n'est pas nul, et qui nécessite, lui aussi, une correction aux éléments du tir.

Dès que le but sera en vue, tous les élé-

ments mesurés ou appréciés qui permettent d'établir, — avec une approximation actuellement très serrée, du reste, — la loi de variation des hausses et des dérives en fonction du temps, seront ainsi soigneusement enregistrés et tenus à jour. Dès les premiers coups de canon tirés, l'observation des points de chute, quand elle est possible, interviendra à son tour, ce que l'on exprime plaisamment en disant que « le canon est son propre télémètre ».

Le réglage du tir

La science et l'habileté de l'officier de tir consisteront donc à caler d'abord sur le but le centre de la zone de dispersion de ses pièces (c'est ce qu'on appelle le *réglage du tir*) et à l'y maintenir ensuite jusqu'à la cessation du feu. L'officier de tir y parvient au moyen de corrections convenables aux divers éléments du tir (éléments étudiés plus haut) qui reposent sur son appréciation, et en effectuant de judicieux *bonds de hausse* et de *dérive*.



VUE ARRIÈRE D'UNE PIÈCE MARINE DE 13 CENTIMÈTRES
POUR L'ARMEMENT DES CROISEURS

Le poste de direction du tir

Le *poste de direction du tir* doit se trouver dans un endroit du bâtiment pouvant avoir vue sur la plus grande partie de l'horizon, tout en restant assez abrité pour que le personnel et les appareils qu'il contient puissent résister aux obus. Aussi pendant longtemps, l'a-t-on installé sur la passerelle de commandement, dans le blockhaus du commandant lui-même, ou dans un blockhaus annexe. Mais, à mesure que l'artillerie se perfectionnait et que l'on a tendu à se

battre de plus en plus loin, toutes les marines ont compris la nécessité d'avoir un poste de direction de tir encore plus élevé; et, presque partout maintenant, nous le voyons au sommet d'un mât tripode, plus haut que les cheminées mêmes, et dominant le bâtiment comme un nid d'aigles.

En pénétrant à l'intérieur, on trouve : 1° un appareil optique puissant, permettant à l'officier de tir de voir convenablement le but aux plus grandes distances, afin d'en apprécier avec le plus de précision possible la route et la vitesse, et de garder le contrôle de l'efficacité du tir.

A cet appareil pourra en être joint un autre, qui donnera le *gisement* (1) du but, et l'inclinaison de sa route sur le plan de tir;

2° Un ou plusieurs télémètres, permettant de mesurer la distance du but, concurrentement ou non avec une batterie de télémètres installée dans un poste spécial;

3° Des appareils transmetteurs et témoins des ordres de feu que donnera l'officier de tir;

4° Un réseau téléphonique, reliant l'officier de tir, notamment au blockhaus de commandement, aux postes secondaires de direction du tir et au poste central de l'artillerie;

5° Des appareils témoins des principaux éléments du tir, tels qu'ils sont reçus ou élaborés au poste central, et transmis par lui à toutes les pièces devant battre le but.

(1) Angle entre l'axe du navire tireur et la direction du but.

Le poste central d'artillerie

Le poste central de l'artillerie est le cœur de tout l'organisme de combat, si le poste de direction du tir en est le cerveau. Il est placé le plus à l'abri possible, dans les fonds du bâtiment. Les tableaux graphiques, les abaques, les cadrans, les appareils les plus ingénieux et les plus perfectionnés y sont

groupés en une austère harmonie. On y voit, entre autres :

1° des appareils récepteurs des distances mesurées par les télémètres, avec un moyenneur automatique;

2° des appareils récepteurs des indicateurs atmosphériques, anémomètre, thermomètre, hygromètre, accompagnés des appareils donnant mécaniquement les corrections en hausse et en dérive correspondantes;

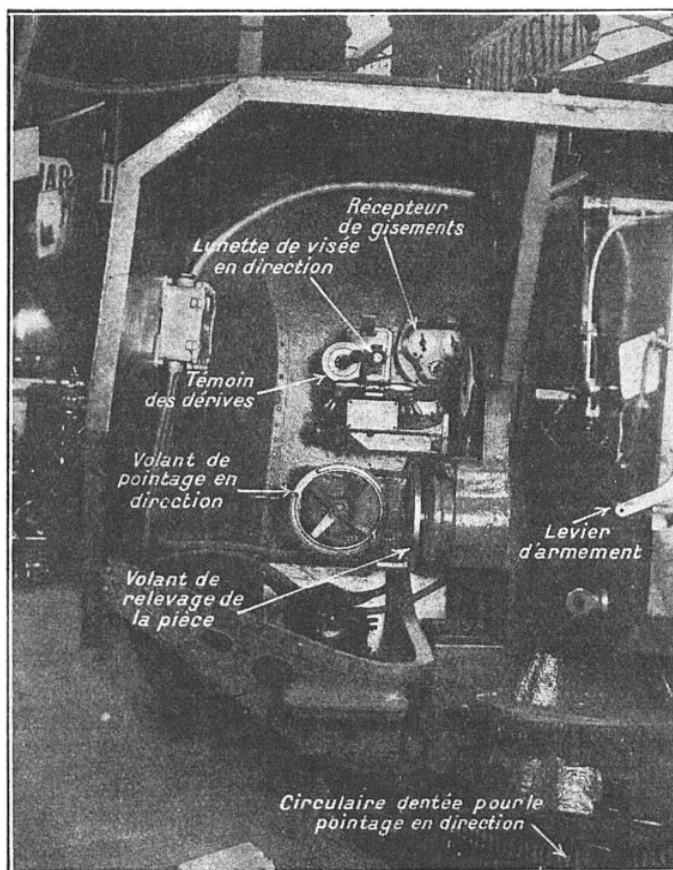
3° des appareils récepteurs de la vitesse du but et de son inclinaison sur le plan de tir, signalées du poste de direction du tir,

munis des appareils de correction en hausse et en dérive correspondants;

4° des appareils totalisant (ou conjuguant) mécaniquement les diverses corrections partielles, y compris les bonds de hausse ou de dérive ordonnés au cours du tir pour obtenir ou conserver un bon réglage, de manière à aboutir finalement à la hausse et à la dérive à transmettre aux pièces;

5° des appareils transmetteurs de ces hausses et de ces dérives;

6° des appareils transmetteurs des



VUE ARRIÈRE (GAUCHE) D'UNE PIÈCE DE 13 CENTIMÈTRES

ordres de feu reçus de la direction du tir ; 7° un standard téléphonique permettant de communiquer avec le commandement, la direction du tir, les principaux organismes du bâtiment au combat, et chacune des pièces de l'artillerie du bord.

Quand on songe qu'une partie seulement de l'artillerie peut être engagée ; qu'il peut y avoir plusieurs buts à battre, et des deux bords ; qu'au cours d'un combat de grosse artillerie, il faudra peut-être faire face, soudain, à une charge de torpilleurs ou à une attaque d'avion ; qu'une avarie locale doit pouvoir être repérée instantanément et ne pas empêcher le fonctionnement régulier de tout le restant du réseau de transmissions, on ne sait plus ce dont il faut d'avantage s'étonner, de la complexité inouïe du problème du tir à la mer, ou de l'ingéniosité et de la science de ceux qui sont parvenus à le résoudre !

Organisation de la pièce

Et, maintenant, si nous nous arrêtons auprès d'une pièce, nous verrons qu'à côté des organes multiples de la manœuvre proprement dite, la conduite du tir tient bien peu de place.

Les lunettes de visée (il y en a souvent deux, une principale et une qui sert pour le dégrossissement du pointage en direction) sont mises à l'angle voulu sur les indications données par les appareils récepteurs de hausse et de dérive ; le pointage en direction aura été dégrossi sur celles que fournit

le récepteur « gisement » ou « circulaire ».

Le genre de tir, (feu de salve, etc.) sera indiqué par un cadran spécial ; et l'ordre de faire feu sera donné par l'allumage d'une lampe électrique.

Enfin, un poste téléphonique relie la pièce au poste central et, par là, au commandement.

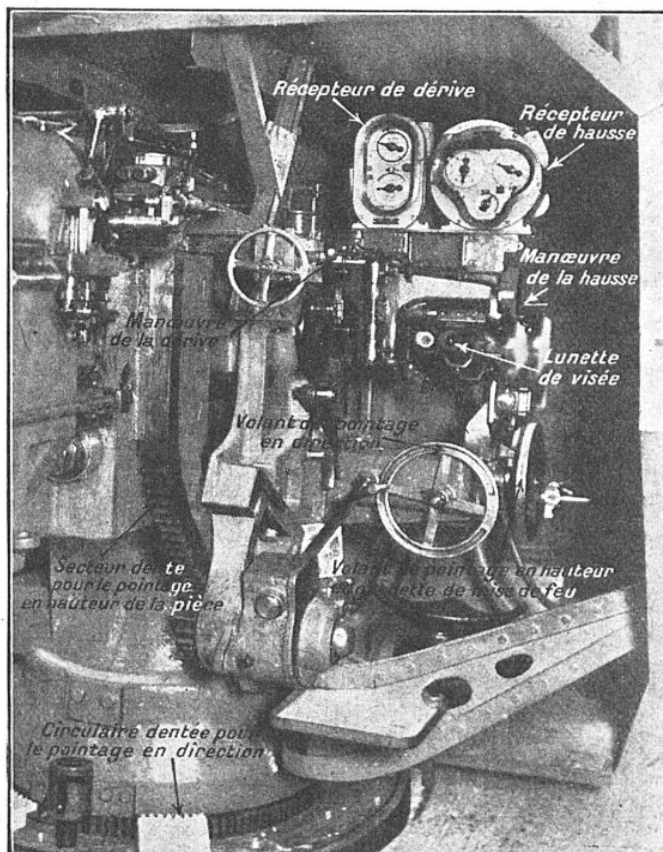
De plus en plus, on tend à simplifier la besogne confiée aux servants des pièces.

Déjà, les appareils en usage dans beaucoup de marines permettent de placer hausse et dérive sans lecture, c'est-à-dire en faisant simplement coïncider deux index, dont l'un est muni du poste central, et l'autre par le servant de la pièce ; bientôt, cette besogne même sera exécutée pour toutes les pièces de la bordée simultanément par un seul homme placé dans un poste spécial ; et l'on peut entrevoir le jour où l'officier de tir verra pointer sur le but l'ensemble de son artillerie par un seul aide, et les coups partir en

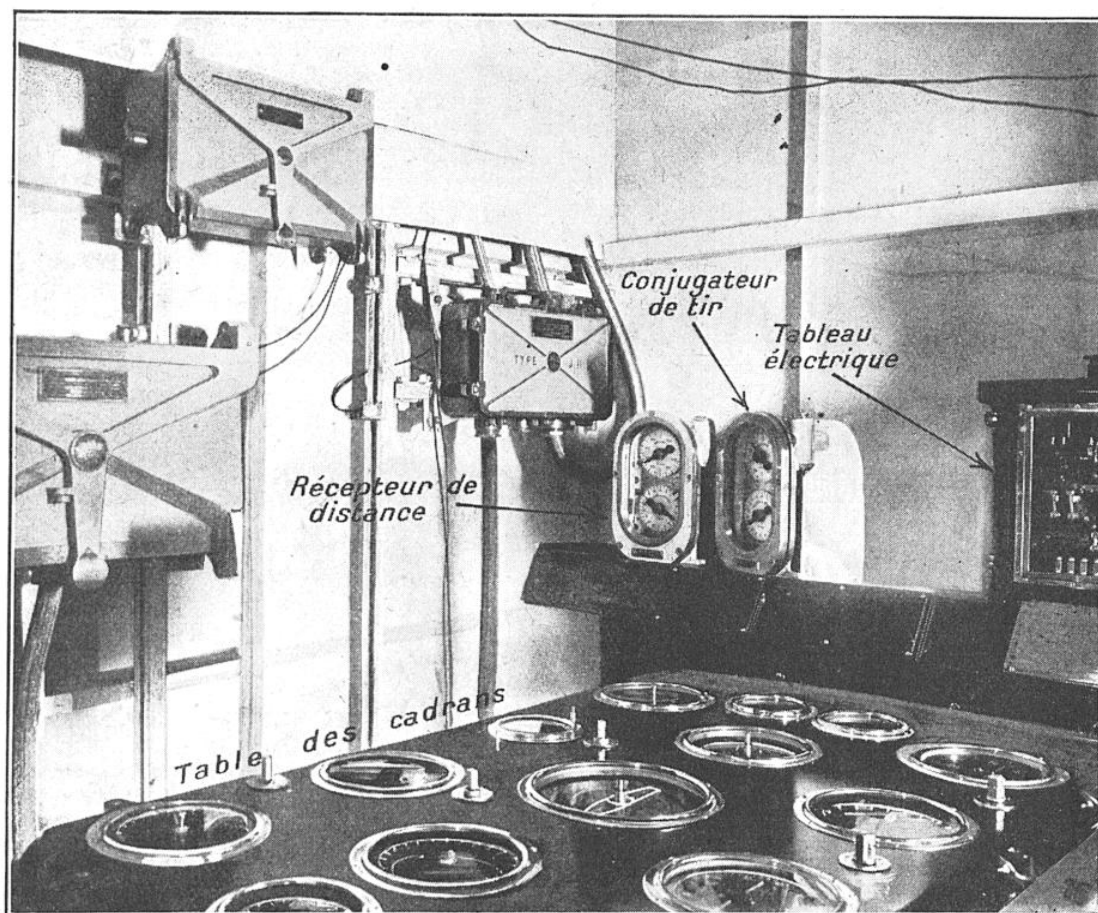
une seule formidable détonation sous la simple pression d'un bouton électrique, alors que les servants de chaque pièce n'auront qu'à s'occuper des seules opérations de chargement des munitions !

Conclusion

Mais c'est une besogne vraiment écrasante au combat, que celle de l'officier de tir d'un grand bâtiment moderne. L'œil rivé à l'oculaire de sa jumelle, il ne peut pas se laisser distraire un instant. Il lui faut apprécier les changements de route et de vitesse de l'ennemi ; reconnaître sans faute



VUE ARRIÈRE (DROITE) D'UNE PIÈCE DE 13 CENTIMÈTRES



CONJUGATEUR MÉCANIQUE DE TIR INSTALLÉ SUR LA « RAILLEUSE »

Les distances sont envoyées par le poste de télémétrie et transformées en hausse après avoir subi les différentes corrections que les circonstances du tir imposent, chacune d'elles étant calculée mécaniquement et inscrite sur un des cadrans de la table.

ses propres points de chute presque au delà de l'horizon ; pouvoir changer correctement et rapidement d'objectif dès qu'il en reçoit l'ordre ; garder en main la discipline du feu ; recevoir, sans se troubler, les appels téléphoniques les plus angoissés, lui signalant tel incident de tir ; et, enfin, conserver malgré tout et toujours la foi dans la perfection de ses appareils et dans l'habileté

de ses canonnières ; tout cela, au milieu de la fumée, des montagnes d'eau soulevées par les obus ennemis, d'un tonnerre d'explosions et des terribles soubresauts de la coque ébranlée du navire... C'est un enfer, un chaos presque indescriptible. Et, pourtant, c'est un métier si passionnant que le poste d'officier canonnière a toujours été un des plus enviés !

A. FÉRAL.

REMARQUONS QUE :

Au point de vue de l'emploi des moteurs à combustible liquide dans la marine marchande, la France n'a que 61 navires de mer, représentant 43.495 tonnes, alors que l'Angleterre possède 572 navires jaugeant 1.208.504 tonnes ; l'Allemagne, 389 navires, jaugeant 338.351 tonnes, et l'Italie, 151 navires jaugeant 277.697 tonnes.

LES PROGRÈS DE LA PHYSIQUE RUSSE DANS LES DIX DERNIÈRES ANNÉES

Par MM.

Pierre LASAREFF

MEMBRE DE L'ACADÉMIE DES SCIENCES (LENINGRAD)
DIRECTEUR DE L'INSTITUT DE PHYSIQUE
ET DE BIOPHYSIQUE (MOSCOU)

Marcel BOLL

PROFESSEUR AGRÉGÉ DE L'UNIVERSITÉ
DOCTEUR ÈS SCIENCES
(PARIS)

Grâce à la collaboration d'éminents savants étrangers, nous avons exposé successivement les progrès réalisés en Allemagne (1), en Amérique (2), en Angleterre (3), dans le domaine de la physique moderne. Nous poursuivons aujourd'hui la vaste enquête entreprise par LA SCIENCE ET LA VIE en montrant que la physique russe, bien que peu connue du grand public, a donné au monde des découvertes sensationnelles. Il suffit de citer, entre autres, Lomonosow, qui énonça les lois physiques mathématiques de la première théorie atomique; Mendeleïeff, qui découvrit le « point critique » et le système périodique des éléments; Lebedew, dont les travaux dans le domaine de l'astrophysique ont une importance considérable; Lobatschewski, créateur de la géométrie non-euclidienne; Lasareff, auteur de la présente étude, qui a appliqué les lois physiques à la biophysique. On pourra ainsi se faire une idée exacte de la place qu'a conquise la science russe dans le monde, grâce aux recherches élevées de savants qui ont contribué à édifier la physique moderne.

La science russe, des origines à 1930

LA science et ses applications techniques se sont développées en Russie au commencement du XVIII^e siècle, après que le décret de Pierre le Grand (1725) eût institué l'Académie des Sciences. Les premiers savants, qui appartenaient à cette Académie, étaient des étrangers dont la plupart Allemands (l'Académie, pendant les premières années, ne comptait qu'un seul Russe, Adadurov). Le savant qui contribua le plus à la gloire de l'Académie russe fut le célèbre mathématicien et physicien Léonard Euler (né à Bâle, 1707-1783), dont le nom est bien connu de tous les esprits cultivés.

Le grand chercheur russe Lomonosow (1711-1765) a donné à la science russe sa couleur nationale : fils d'un



P. LASAREFF

Membre de l'Académie des Sciences (Leningrad), directeur de l'Institut de physique et de biophysique, de l'Institut radiogénologique (Moscou).

pêcheur, Lomonosow eut de très grandes difficultés pour se livrer au travail scientifique; c'est lui qui fonda les bases physicomathématiques de la première théorie atomique et qui donna une preuve expérimentale de la constance de la masse dans les réactions chimiques, quelques dizaines d'années avant les célèbres découvertes de Lavoisier. La fondation, par Lomonosow, de l'Université de Moscou permit aux jeunes gens de prendre part aux études scientifiques, et le développement ultérieur des Universités russes a créé de véritables écoles de physiciens. Stoletow, Oumow, Lebedew ont organisé, à Moscou, des laboratoires pour les recherches scientifiques, en même temps qu'Avenarius et Nadeschdine ont créé, à Kiev, une école dont les études sur l'« état critique » ont été hautement estimées par les périodiques russes et étrangers. On doit indiquer que l'existence du point critique des substances fut trouvée, pour la première

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 120, page 499.
(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 132, page 465.
(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 143, page 363.

fois, par Mendeleïeff, qui eut, en outre, la gloire de découvrir le système périodique des éléments et d'amorcer la théorie des solutions. Les élèves de Mendeleïeff, Konovalov et d'autres, ont précisé ses idées sur les solutions et effectué des recherches importantes. A cette époque, la plus grande partie des recherches scientifiques furent exécutées dans les laboratoires universitaires. A l'Académie des Sciences, Lenz, Jacobi, Gadoline et Fedoroff ont étudié l'effet thermique du courant, la galvanoplastie, les cristaux; Golitzine a approfondi la sismologie en créant des méthodes d'enregistrement des séismes.

Vers la même époque, Lebedew découvrit à Moscou la pression de la lumière et montra son rôle dans les queues des comètes, dont la forme a été étudiée par Bredihckine (à Poulkovo).

Un des caractères les plus curieux de la science russe, c'est qu'elle s'est occupée de préférence des domaines limitrophes entre la physique et les disciplines voisines, plutôt que de la physique pure. En premier lieu, on doit mentionner Lomonosow qui a exécuté des recherches dans les domaines communs à la physique, à la chimie, à l'astronomie, à la géologie, etc... On doit citer ensuite Mendeleïeff, qui apporta une des plus grandes découvertes de physico-chimie, Lebedew, dont les travaux dans le domaine de l'astro-physique ont une importance considérable, peut-être plus considérable que ses travaux de physique pure, comme il le pensait lui-même. Dans les autres branches de la science, rappelons Lobatschewski, créateur de la géométrie non-euclidienne, qui travaillait dans le domaine philosophico-mathématique, etc.

Les grands centres d'études en U. R. S. S. : Moscou

Le premier Institut de recherches physiques (dont la construction a été terminée en 1917, deux mois avant la révolution russe) est l'*Institut de Physique et de Biophysique* (fig. 1), travaillant sous la direction de P. Lasareff. Les travaux de

cet Institut ont pour but principal d'étudier les parties de la physique susceptibles d'applications à la biologie et à la médecine, tout particulièrement les phénomènes moléculaires, tels que : viscosité, adsorption, capillarité, diffusion (Lasareff, Titov, Iliin, Rehbinders).

La photochimie et, en général, l'étude des actions des radiations lumineuses sur la matière correspondent également à beaucoup de problèmes résolus à l'Institut. On doit citer ici les travaux sur la loi fondamentale de la cinétique photochimique (Lasareff). L'étude de la photochimie conduisit aux études de la fluorescence et de la phosphorescence, même de la fluorescence polarisée (Vavilov, Lewschin). Vavilov a trouvé également qu'il existe, pour tous les liquides éclairés avec la lumière ultraviolette, un effet identique de fluorescence bleue qui doit provenir de la dissolution de l'air dans le liquide. Pour l'étude des substances phosphorescentes, on a construit un appareil permettant d'observer l'effet d'une lumière ne durant qu'un millionième de seconde.

L'application des lois physiques à la biophysique a permis à Lasareff d'établir une théorie physico-mathématique de l'action des nerfs, des muscles, une théorie de la vision, de l'ouïe, de l'odorat, du goût, qui se base sur l'action des ions sur les colloïdes. Cette théorie permet l'explication des processus importants du cerveau humain. D'abord, on a constaté que les centres nerveux ne peuvent pas être fatigués par l'action des agents extérieurs (par exemple, par la lumière agissant sur l'œil); les expériences directes ont confirmé cette conclusion.

La sensibilité montre des variations spontanées avec un maximum à 14 heures et avec un minimum à 2 ou 3 heures. Enfin, Lasareff, avec ses collaborateurs, a étudié les variations de la sensibilité des organes des sens avec l'âge de l'homme. La sensibilité, très faible pendant l'enfance, augmente jusqu'à vingt ou vingt-deux ans et décroît ensuite. Ainsi que



A. JOFFÉ
Membre de l'Académie des Sciences (Leningrad), directeur de l'Institut physico-technique et röntgenologique. (Leningrad.)



D. ROSCHDESTWENSKI
Membre de l'Académie des Sciences (Leningrad), directeur de l'Institut d'Optique. (Leningrad.)

l'indiquent des études approfondies, la sensibilité de l'œil varie avec les conditions de l'éclairage. Deux Indous, étudiés à l'Institut, possédaient une sensibilité beaucoup plus faible que les Russes (fig. 2) et, après un séjour de deux ans en Russie, la sensibilité de l'œil chez un de ces Indous devint à peu près égale à celle des Russes. Les lois relatives aux muscles, aux nerfs et au cerveau sont les résultats de l'application systématique de l'analyse mathématique et de la physique aux processus de la vie.

Au point de vue de la théorie ionique de l'excitation, les êtres vivants peuvent être traités comme les mécanismes complexes ; par suite, les lois des mouvements des organismes simples doivent être identiques à celles des molécules. Ce point de vue a été confirmé par les expériences de Tswetkov (à l'Institut de Physique et de Biophysique de Moscou).

Une commission spéciale de l'Académie des Sciences a entrepris des études géophysiques dans le domaine de l'anomalie magnétique de Kursk (fig. 3). On a effectué un levé magnétique et gravifique des domaines de l'anomalie (surface de plus de 2.000 km²), et on a trouvé que ce sont des gisements ferrugineux qui peuvent produire les effets magnétiques à la surface de la Terre ; on a précisé les points aux environs desquels les forages profonds doivent être faits. Ces forages exécutés entre 1920 et 1926 (en vingt points de la surface) ont démontré l'existence de gisements ferrugineux contenant, d'après les calculs de Lasareff, de 15 à 25 milliards de tonnes de fer métallique sous forme de magnétite ou d'hématite, dans les quartzites du gisement. Celui-ci contient par suite une quantité de fer supérieure à celle de tous les autres gisements d'Europe. Il en est résulté des méthodes nouvelles pour les recherches de géophysique pratique et une technique nouvelle de la prospection du sol par les méthodes magnétiques et gravifiques. Quelques discordances entre l'in-

tensité du champ magnétique (calculée et observée) à Kursk, ont permis d'établir la variation du champ magnétique du globe aux époques géologiques, depuis la formation des gisements de Kursk. On en déduit l'âge géologique des gisements.

Les travaux ultérieurs de Lasareff à l'Institut de Physique et de Biophysique étaient consacrés à l'étude de l'influence des vents alizés sur les courants océaniques. Pour cela, on a créé un modèle plan du Globe, en plâtre ; l'espace entre les continents était rempli d'eau. En produisant des courants d'air dans la direction des vents alizés, on a pu reproduire tous les courants existant dans l'Océan.

Si on réalise en plâtre des continents correspondant aux époques géologiques, on peut obtenir tous les courants océaniques qui se sont produits à l'ère étudiée. De cette manière, il est possible de démontrer les variations périodiques du climat du globe aux différentes

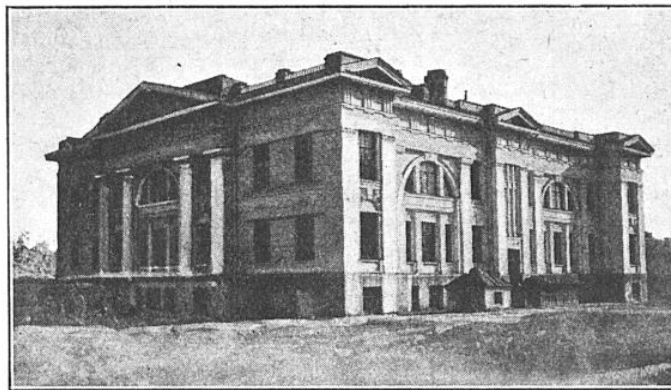


FIG. 1. — INSTITUT DE PHYSIQUE ET DE BIOPHYSIQUE
(Fondé à Moscou en 1917.)

époques. Les travaux ultérieurs ont eu pour objet l'Océan, au point de vue physique. Schuleikine s'est occupé des causes de la couleur de l'eau, de la forme des ondes, de l'évaporation de l'eau et a construit plusieurs appareils pour ces études. Lasareff, Stschodro, Polikarpov et Hamburzev ont mis à profit la méthode sismique et l'ont appliqué à la prospection du sol.

Le laboratoire qui effectue aussi des recherches dans le domaine de la physique dépend de l'Institut physique de l'Université.

On doit indiquer les travaux de Mandelstam et Landsberg sur l'effet Raman (1), Cet effet a été trouvé par Mandelstam et Landsberg, indépendamment de Raman, qui, d'ailleurs, a publié son travail avant les savants russes. L'effet consiste en ce qu'une lumière monochromatique (donnant dans le spectre une raie unique *A*, fig. 4), après le passage à travers une plaque de quartz, montre un spectre assez compliqué, ayant les raies secondaires déplacées non seulement

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 144, page 453.

vers le violet, mais également vers le rouge. Mandelstam et ses élèves ont donné l'explication complète de ce phénomène en s'appuyant sur la théorie des quanta.

Le laboratoire magnétique (directeur : Arkadiew) étudia les procédés d'aimantation et découvrit l'analogie intéressante entre les processus optiques (dispersion) et les effets magnétiques. On a précisé la variation de la susceptibilité magnétique avec la durée de l'aimantation, de sorte qu'avec les aimantations très brèves, le fer devient non magnétique, comme le sont le cuivre, l'or, etc... M^{me} Glagoleva-Arkadieva a découvert des ondes électriques très courtes.

L'Institut physique de l'Université, avec Romanov et Jakovlev, étudie les oscillations électriques (dispersion, absorption) et les radiations lumineuses.

En terminant ce chapitre, indiquons qu'il y a plusieurs instituts techniques à Moscou, qui ont des sections de physique. On doit citer d'abord l'Institut des Silicates (directeur : Schwetsoff), dont la section de physique s'est occupé de l'état vitreux, employant, pour cette étude, non seulement les verres fondus, mais les substances visqueuses, comme les solutions du sucre dans la glycérine refroidie, la mélasse, etc... Ces travaux ont fourni d'abord une preuve expérimentale exacte de la loi de la viscosité de Le Chatelier et établi une théorie de la trempe des substances vitreuses (cette dernière question a été étudiée à l'Institut d'Optique de Leningrad, par M. Lasareff et ses collaborateurs).

Une section de physique, dirigée par Romanov et Uspenski, existe également à l'Institut électrotechnique (directeur : Krug) et ce laboratoire étudie des procédés d'évacuation des ampoules des rayons X au point de vue théorique.

A l'Institut de Röntgenologie et Radiologie (directeur : Lasareff), où il existe une section physicochimique et biophysique, on a précisé les modes de coloration des verres sous l'action des radiations, les effets des courants agissant sur les nerfs et ayant

de 50 à 350.000 cycles (théorie par Lasareff, expériences par Rschewkine) (1).

Leningrad

Les premiers Instituts fondés à Leningrad furent l'Institut physicochimique (directeur : Joffé), l'Institut d'Optique (directeur : Roschdestwenski) et l'Institut de Géophysique appliquée (directeur : Muschxetow).

Les recherches de Joffé sont consacrées à l'étude des cristaux et de leurs propriétés ; il a étudié la déformation plastique, le passage du courant électrique à travers les cristaux, l'action du champ magnétique sur les cristaux. Le fait le plus intéressant et inattendu fut la découverte de la polarisation en haute tension qui existe dans tous les isolants. Cette découverte a permis de traiter tous les effets du passage de l'électricité à travers les

cristaux, comme un phénomène presque identique à celui du passage de l'électricité à travers les liquides. L'étude approfondie de la polarisation en haute tension a démontré que cet effet est applicable à la pratique et qu'avec cette

polarisation, on peut réaliser des isolants et des condensateurs ayant des dimensions très minimes. Une autre série des travaux de Joffé et de ses collaborateurs concerne le problème de l'effet photoélectrique élémentaire, décrit par le physicien américain Millikan. Enfin, l'effet des radiations sur la matière et la variation de la conductivité électrique, sous l'influence des rayonnements, constitue une troisième série de recherches. L'étude théorique de la conductivité par la mécanique ondulatoire de L. de Broglie et de Schrödinger a été exécutée par Frenkel. L'application de la physique moderne à la théorie des réactions chimiques élémentaires a fait l'objet de travaux de Sémenov et ses collaborateurs. Parmi les recherches exécutées à l'Institut physicochimique, mentionnons également les remarquables recherches de Fredericz sur les cristaux liquides.

(1) C'est également à Moscou (Koutchim) qu'est né le premier laboratoire aérodynamique, créé et organisé de toutes pièces par le grand savant D. Riabouchinsky. Les cinq fascicules publiés par l'Institut, avant la guerre, constituent un monument technologique de très grande valeur (N. D. L. R.).

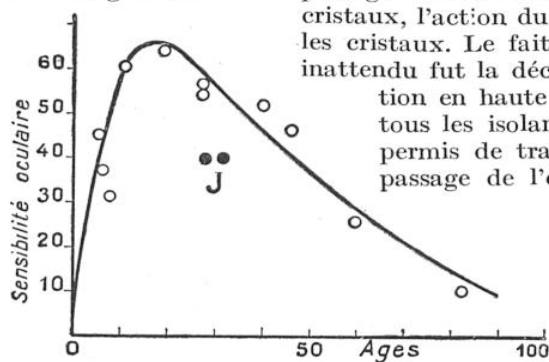


FIG. 2. — COMMENT VARIE LA SENSIBILITÉ OCULAIRE AVEC L'ÂGE DES INDIVIDUS

Les cercles blancs correspondent à des Russes, les cercles noirs à deux Indous.

Passons aux travaux de l'autre Institut de Leningrad : à l'Institut d'Optique dirigé par Roschdestwenski. Au commencement de la révolution russe, quand cet Institut a été fondé, toutes les recherches ont été concentrées autour de la question de la structure des atomes de sodium et de potassium. Avant la Grande Guerre, Roschdestwenski a proposé une méthode optique interférentielle pour l'étude de la dispersion des vapeurs des métaux volatils, comme le sodium et le potassium. L'application d'une technique fondée sur les idées du Danois Niels Bohr a permis de démontrer une analogie de structure de l'atome d'hydrogène de Bohr et ceux de sodium et de potassium. Les collaborateurs de Roschdestwenski ont étudié non seulement des questions d'optique théorique, mais ils ont également développé les calculs nécessaires pour la construction des instruments d'optique (lunettes, microscopes, télescopes).

En contact avec les usines de verre d'Etat, l'Institut d'Optique a exécuté la préparation du verre d'optique et réalisé, dans les ateliers de l'Institut, la construction d'instruments usuels. Ce fait peut être envisagé comme le commencement de l'industrie du verre d'optique en Russie.

L'Institut de Géophysique appliquée et la section géophysique du Comité géologique ont exécuté de nombreuses recherches pratiques en vue de la prospection du sol par des méthodes gravifiques, des méthodes sismiques (Nikiforov, Noumerov), magnétiques et électriques (Petrowski). Ces Instituts ont été fondés après l'achèvement des travaux sur l'anomalie de Kursk et sous l'influence de ces dernières recherches.

Parmi les Instituts ayant un but physico-technique, il faut citer le bureau central des poids et mesures, qui fut reconstitué après la révolution et qui eut comme présidents : Mendeleïeff, Egoroff, Konovalov

et Chatelain (depuis 1928). Ce bureau contient l'Institut métrologique (se trouvant en contact avec l'Institut d'Optique et étudiant, entre autres, la question de la comparaison du mètre avec la longueur d'onde définie), puis le bureau technique ayant des sections dans les principales villes de l'Union.

L'Institut du radium, sous la direction de Vernadsky, a deux buts distincts. D'une part, il prépare l'émanation du radium pour le traitement du cancer et la distribue aux hôpitaux de Leningrad et de la région adja-

cente (à Moscou, cette préparation est faite par l'Institut roentgenologique). L'action scientifique de l'Institut consiste dans l'étude, par Chlopine, des corps radioactifs, au point de vue chimique. Vernadsky et ses collaborateurs s'occupent des isotopes présents dans les corps des animaux et les comparent avec les isotopes des mêmes éléments, qui peuvent être identifiés dans la nature inorganique. Myssovski s'est occupé de la radiation pénétrante de Millikan et a étudié la diminution de l'intensité

de cette radiation sous l'eau du lac Ladoga, comme celles qu'on a constatées en Amérique et en Allemagne.

Les questions de physicochimie ont trouvé beaucoup de chercheurs qui ont approfondi la théorie des solutions de Mendeleïeff (Walden, maintenant en Allemagne, Konovalov) et la théorie des alliages comme la développait Kournakov. Dans ces intéressants travaux, Kournakov, en employant la méthode de l'analyse thermique, a démontré l'existence, non seulement des composés chimiques dans lesquels les éléments entrent dans des proportions définies (d'après la terminologie de Kournakov : daltonides), mais également des composés formés par les éléments entrant en proportions indéfinies (bertholides, d'après Kournakov). L'influence de la pression sur les réactions chimiques a été étudiée par Ipatiev, qui a décou-

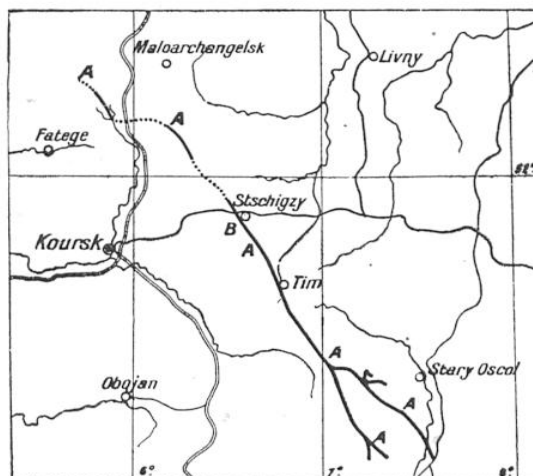


FIG. 3. — CARTE DE LA RÉGION DE KOURSOU ONT ÉTÉ OBSERVÉES DES ANOMALIES MAGNÉTIQUES AU POINT DE VUE GÉOLOGIQUE

La ligne des anomalies est A A B A A ; le point B situe un maximum d'anomalie.

L'EXTENSION DES GRANDES VILLES EST LIÉE AU DÉVELOPPEMENT DES TRANSPORTS EN COMMUN DE VOYAGEURS

Comment on envisage ces transports pour desservir le «Grand Paris»

Par L.-D. FOURCAULT

Le problème de la circulation dans les grandes villes prend chaque jour une acuité nouvelle et on ne peut envisager sans appréhension ce qui se passera dans une dizaine d'années, étant donné le flot sans cesse grandissant des véhicules automobiles qui parcourent chaque jour les artères des cités modernes. Seuls les transports en commun, chemins de fer souterrains, tramways, autobus, grâce à leur grande capacité de débit horaire, peuvent résoudre la question. On sait qu'on a songé à la suppression des tramways dans le centre de Paris, car la voie ferrée qu'ils sont obligés de suivre, enlève toute souplesse à leurs évolutions. Mais il faut considérer également le déplacement de la population vers la banlieue, qui nécessite des solutions nouvelles. Dans l'article qui suit, nos lecteurs trouveront l'exposé des projets actuellement à l'étude pour résoudre la crise de la circulation et favoriser l'extension de la capitale de la France, grâce à une organisation rationnelle des transports en commun.

DANS toutes les grandes villes se pose actuellement un problème aussi urgent que difficile à résoudre : faciliter la circulation des véhicules, alors que leur nombre, en croissant rapidement, congestionne ou embouteille les voies publiques, et, d'autre part, développer les moyens de transports en commun. Comme ces derniers utilisent forcément des véhicules encombrants, un antagonisme évident apparaît entre les deux tâches urgentes qui s'imposent aux administrations municipales. Il en résulte des décisions qui peuvent paraître anormales, comme la suppression des tramways dans les centres urbains, question à l'ordre du jour actuellement. Nous nous proposons d'examiner ici le problème tel qu'il se pose pour l'agglomération parisienne.

Quelques chiffres sont d'abord utiles pour donner une idée de la qualité principale d'un système de transports en commun : sa capacité de débit horaire, qui est le nombre de voyageurs pouvant être transportés en une heure sur le parcours total d'une ligne. Les chemins de fer électriques souterrains (Métro et Nord-Sud) peuvent transporter 21.000 voyageurs à l'heure avec les trains de cinq voitures se suivant à une minute et demie d'intervalle. Les tramways avec remorque ont un débit de 3.600 voyageurs, avec départs toutes les deux minutes. Enfin, les

autobus transportent environ 2.500 voyageurs à l'heure, les voitures se suivant à une minute d'intervalle.

Il n'est pas possible d'accélérer davantage l'intensité de trafic des transports en surface à cause des temps d'arrêt inégaux aux différentes stations, et aussi par suite des nombreux *trones communs* que produit la juxtaposition des itinéraires dans les quartiers du centre. Là, les voitures se succèdent à quelques secondes d'intervalle et il devient impossible d'augmenter la fréquence au départ des lignes sous peine d'embouteiller ces fractions de parcours communs.

On voit, d'après les chiffres ci-dessus, que les tramways transportent plus de monde que les autobus. La capacité d'une voiture de tramway est de 49 places et 16 places dans les remorques. L'autobus parisien à quatre roues contient 38 places ; le modèle à six roues transporte 48 voyageurs, mais son emploi n'est possible que sur les parcours ne comportant pas de virages rapides ou tournants de rues, ce qui le restreint aux grands boulevards.

D'autre part, le coût du transport d'un voyageur est sensiblement moins élevé par le tramway, véhicule robuste et d'usure presque nulle, que par l'autobus, dont les frais d'entretien de bandages et du moteur doivent entrer en ligne de compte.

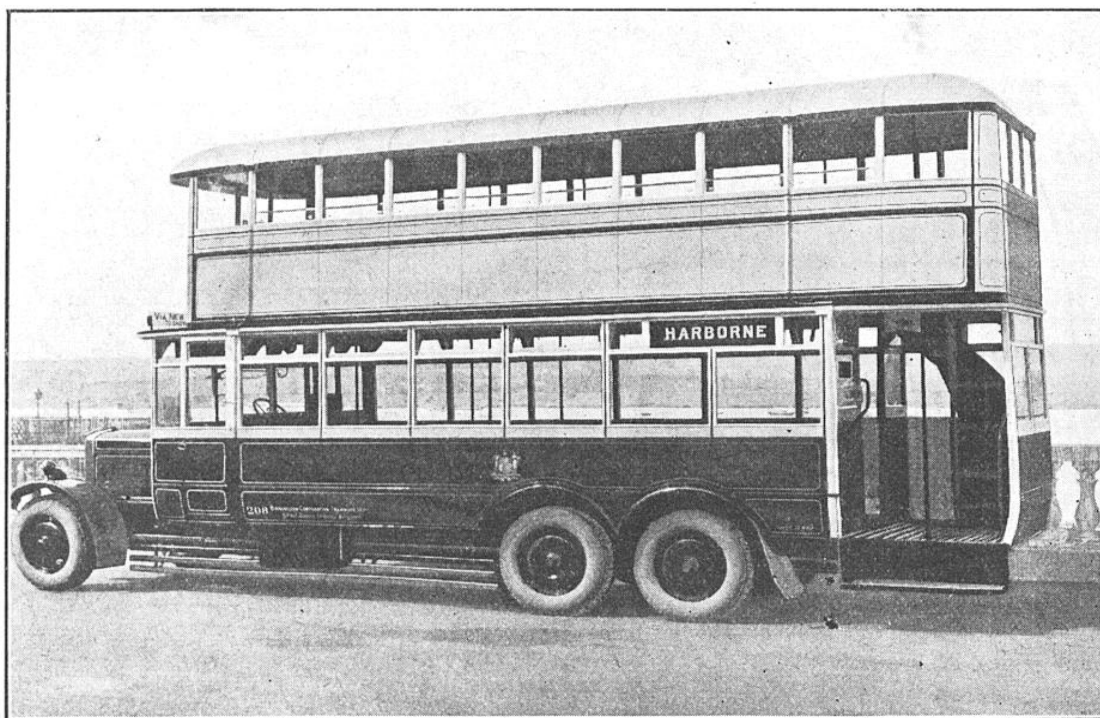


FIG. 1. — VERRONS-NOUS, A PARIS, CES GRANDS AUTOBUS A IMPÉRIALE?

Ces véhicules sont en service à Londres, à Berlin et dans quelques grandes villes des Etats-Unis. Leur capacité de transport (60 à 65 voyageurs) est équivalente à celle d'un tramway avec sa remorque, mais ils encombrant beaucoup moins la voie publique qu'un tramway. Le montage sur pneus et le couplage des quatre roues arrière évite les risques de dérapage.

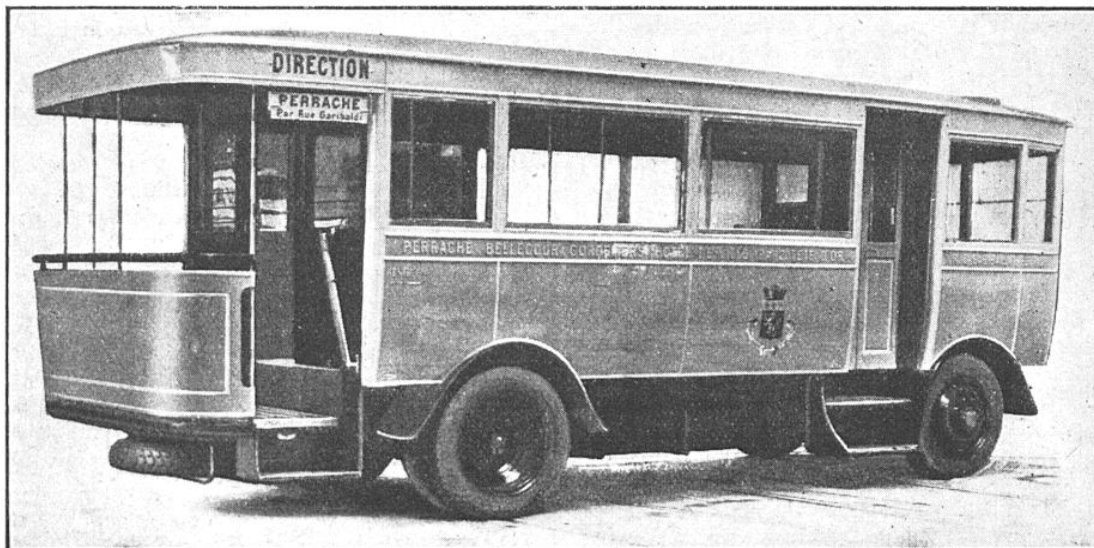


FIG. 2. — L'AUTOBUS A ACCUMULATEURS PEUT AVANTAGEUSEMENT ÊTRE EMPLOYÉ DANS LES VILLES ALIMENTÉES EN ÉNERGIE ÉLECTRIQUE BON MARCHÉ

Cette vue représente un électrobus du réseau municipal de Lyon.

Pourquoi on veut supprimer les tramways urbains à Paris

Malgré ces avantages de débit et d'économie, le tramway est vivement combattu, tout au moins quant à son emploi dans le milieu de l'agglomération urbaine. Et, de fait, plusieurs lignes ont déjà été supprimées dans le centre de Paris, ou tout au moins leur terminus reporté à l'extérieur du périmètre

même un déraillement, une panne de courant causent des arrêts collectifs qui enrayent même le trafic des rues transversales et empêchent souvent les véhicules plus souples de « dégager » le quartier embouteillé. Enfin, il ne faut pas oublier qu'une mesure de sécurité fait prescrire à tous les véhicules de s'arrêter pour permettre aux voyageurs descendant d'un tramway, de gagner le trottoir, d'où il s'ensuit que chaque arrêt régulier



FIG. 3. — LE SYSTÈME « A UN SEUL AGENT », OU LE PRIX DES PLACES EST PERÇU A LA MONTÉE DES VOYAGEURS PAR LE CONDUCTEUR, PEUT ÊTRE APPLIQUÉ MEME AUX GRANDS AUTOBUS A IMPÉRIALE, COMME LE MONTRE LA VUE CI-DESSUS

L'ouverture des portes est commandée automatiquement à portée du siège du conducteur. Un tel système est surtout utilisable sur les parcours directs à arrêts peu fréquents.

de circulation intense. Or, comme l'objet d'une ligne de transports en commun est de transporter les voyageurs là où le plus grand nombre se dirige, le fait de les laisser en route ou de les obliger à prendre un autre véhicule constitue un grave manquement de ce service public.

Quelles sont les raisons de cette expulsion des tramways? En réalité, elles se résument en une seule : le tramway est trop encombrant ou plutôt il ne l'est pas par lui-même, mais, par son attachement aux rails qui le force à rester au milieu du chemin, quelle que soit la gêne qui en résulte. Voici, par exemple, un camion dont le cheval s'abat au milieu de la chaussée. Les autos contournent l'obstacle et leur circulation continue. Mais les tramways devront attendre et s'immobiliseront en longues files les uns derrière les autres. De

du tramway provoque l'arrêt de la circulation. L'autobus, venant s'arrêter au bord du trottoir, ne présente pas ce grave inconvénient.

C'est que, dans tout quartier à circulation intense, le moindre arrêt des véhicules cause un encombrement dont la durée s'augmente de celle de la remise en train du mouvement général. Il est même heureux pour les piétons que l'on soit obligé, aux carrefours, de donner alternativement la voie aux différentes files de voitures, ce qui permet aux personnes de profiter du passage, sinon toute traversée de chaussée devrait leur être interdite au nom de la régularité de la circulation automobile. L'embouteillage et même les arrêts réguliers de traversées alternées coûtent fort cher en temps perdu pour les voyageurs, le personnel, dépenses de

carburant, etc. A Paris, aux heures d'encombrement, un autobus ne fait plus qu'un voyage dans le temps où il en ferait trois aux heures « creuses ». On estime à 600 le nombre de voitures supplémentaires qu'il a fallu, par suite, mettre en circulation, sans que le nombre de voyageurs ait augmenté.

Quel est l'autobus de l'avenir ?

Faut-il en conclure que nos autobus vont devenir et rester les seuls maîtres du pays urbain ? D'autres véhicules ne peuvent-ils nous transporter en nous secourant moins, sans ébranler nos maisons, sans gaz d'échappement et peut-être à meilleur marché ? Pour avoir un aperçu sur ces possibilités, nous devons jeter un coup d'œil sur ce qui se fait ailleurs.

Aux Etats-Unis, on trouve, en concurrence avec les tramways, de gros autobus à six roues de 90-105 ch avec impériales, donnant 63 places assises. L'emploi des six roues permet de rouler sur pneus malgré la charge énorme, mais mieux répartie que sur nos quatre roues à bandages. Le train arrière, formé de quatre roues à couplage oscillant, tient mieux la route, est plus souple aux obstacles, — d'où économies de frais d'entretien — ne dérape pas, même sur le verglas. Mais les cités américaines, aux larges avenues droites, n'offrent pas les trop courts virages de certains quartiers des vieilles villes d'Europe.

On trouve également des autobus à impériales, couverts ou non, à Londres et à Berlin, ce qui double la capacité de transport de ces véhicules. Mais l'expérience qui en avait été faite à Paris avait montré certaines difficultés pour la perception des places, et le temps mis par les voyageurs à effectuer les montées et descentes augmentait souvent la durée du « tour ». Effectivement, la suppression de ces impériales s'est traduite par une augmentation de 20 % de la vitesse commerciale, et même l'utilisation des places dispo-

nibles a augmenté de 15 %, ce qui prouve que le public parisien perdait l'habitude de monter à l'impériale.

Les qualités de souplesse et de robustesse que l'on reconnaît sans conteste au moteur électrique, ont conduit certains constructeurs à établir des autobus pétro-électriques. C'est-à-dire que le moteur à essence habituel entraîne une génératrice d'électricité, laquelle fournit le courant à un ou deux moteurs électriques actionnant les roues motrices du véhicule. Malgré sa

complexité apparente, ce système, qui avait déjà été appliqué en France à des camions lourds, est utilisé avec succès à Philadelphie et diverses autres villes des Etats-Unis. Ces véhicules suppriment les démarrages brutaux, les changements de vitesse grinçants ; l'autobus pétro-électrique est très souple ; son moteur, tournant à vitesse réduite, s'use moins vite, ce qui compense le prix plus élevé.

Les autobus à accumulateurs, dont la ville de Lyon possède un service municipal, présentent évidemment au plus

haut degré ces qualités de souplesse et de silence qui sont une agréable surprise pour le voyageur. Leur vitesse est, aujourd'hui, un peu limitée par le régime des accumulateurs, mais cet inconvénient s'atténuera, sans doute, par le perfectionnement de ces derniers. C'est, dans tous les cas, une application fort utile dans les villes alimentées par du courant de houille blanche, ou disposant d'électricité de nuit à bas prix.

Depuis quelques années fonctionnent des véhicules qui, ne marchant pas sur rails, possèdent la mobilité des autobus, tout en offrant les avantages de la traction électrique par trolley : ce sont les « trolleybus » ou autobus munis de deux trolleys, l'un amenant le courant et l'autre servant de conducteur de retour. Ce système, qui fonctionne sur quelques réseaux anglais, a récemment été expérimenté en France et paraîtrait intéressant, pour notre banlieue, surtout lorsque les grands

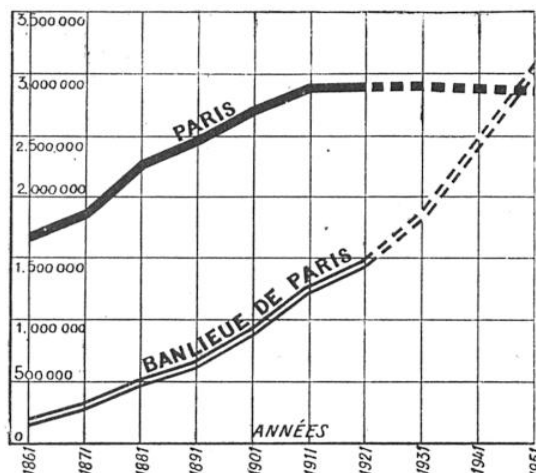


FIG. 4. — GRAPHIQUE DE LA PROGRESSION DE LA POPULATION DE PARIS ET DE SA BANLIEUE. On voit que d'après les prévisions d'accroissement, la banlieue sera, vers 1950, plus peuplée que la Ville de Paris, l'agglomération totale devant alors approcher de six millions d'habitants.

transports de force envisagés nous amèneront l'énergie électrique produite à bon marché par la houille blanche du Massif Central ou du Rhône.

La voiture à un seul agent

La simplicité de la conduite électrique a permis le service à un seul agent, à la fois conducteur et receveur. L'économie ainsi réalisée est très importante, puisqu'elle atteint plus de 20.000 francs par voiture et par an; c'est pourquoi on a étendu ce système aux autobus des lignes peu chargées comme celles de banlieue.

La recette se fait à la montée des voyageurs. Aussi se sert-on de voitures aménagées avec entrée près du siège du conducteur. Certains modèles comportent également une porte de sortie, dont le conducteur commande à distance l'ouverture. Pour éviter les pertes de temps, les voyageurs sont invités à préparer leur monnaie avant de monter en voiture. Cette petite sujétion est acceptée de bonne grâce lorsque les usagers comprennent qu'elle correspond à une diminution des tarifs. En Angleterre et en Hollande, notamment, l'éducation du

public s'est faite très facilement à cet égard.

Chose curieuse, la statistique a établi que la voiture à un seul agent occasionne moins d'accidents aux voyageurs. Cela se comprend parce qu'il n'y a plus de départs intempestifs par négligence ou mauvais signal du receveur. L'employé est ici le seul maître à bord, et il est le gardien effectif de la porte... Economie et sécurité, cela vaut bien une bonne volonté de la part des voyageurs.

Des voitures de ce genre sont en service sur diverses lignes de la banlieue parisienne servant de « rabat-teurs » à certaines stations de chemins de fer. Les autobus, en effet, ne sont pas du tout en rivalité avec les voies ferrées; ils doivent, au contraire, en devenir les auxiliaires nécessaires comme nous allons le voir dans le projet suivant de desserte du plus grand Paris.

Déplacement de la population vers la banlieue

Pour établir un projet d'ensemble

des services de transport d'une agglomération telle que Paris, il fallait établir ce qu'on appelle en urbanisme les éléments démographiques, c'est-à-dire les statistiques de la

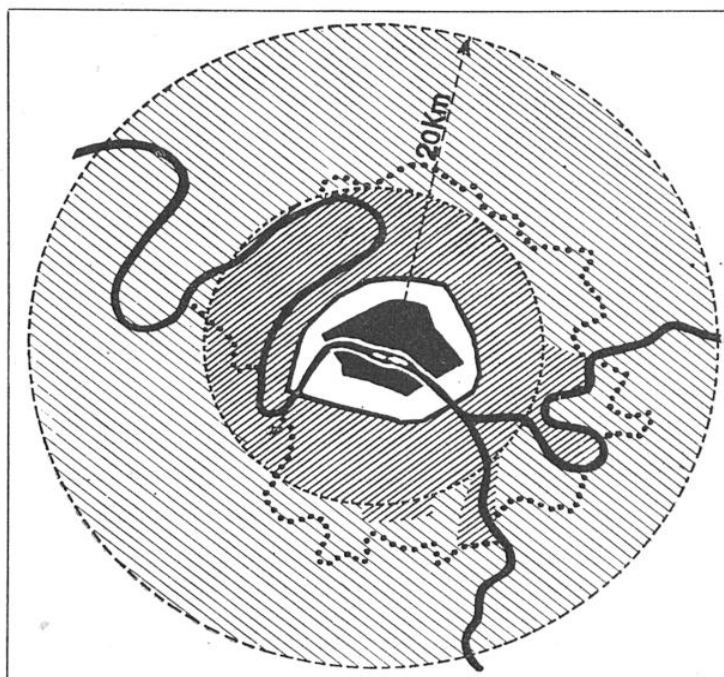
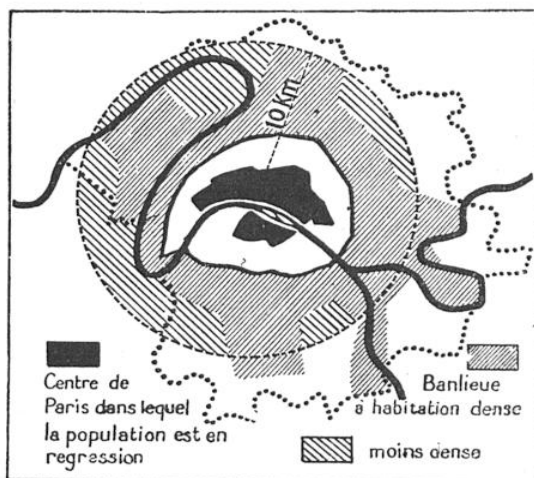


FIG. 5 ET 6. — CES DEUX FIGURES, ÉTABLIES À UNE MÊME ÉCHELLE, MONTRENT L'ACCROISSEMENT PROGRESSIF DE L'AGGLOMÉRATION PARISIENNE COMPRISE ACTUELLEMENT (FIG. 5) DANS UN CERCLE DE 10 KILOMÈTRES DE RAYON, ET QUI ATTEINDRA 20 KILOMÈTRES VERS 1950 (FIG. 6)

population et de ses mouvements probables, avec les extensions prévisibles. C'est ce qu'a fait l'auteur du projet en question, M. Mariage, et dont le graphique, figure 7, donne une représentation. On y voit que la banlieue parisienne, actuellement évaluée à 1.800.000 habitants, atteindra, vers 1950, la même population que la capitale (2.800.000) pour la dépasser ensuite, d'autant plus facilement que la ville commence, dès maintenant, à décroître, par suite de la diminution du nombre des locaux d'habitation, occupés de plus en plus par le commerce ou l'industrie.

Les Parisiens, habitant actuellement en banlieue, forment un cercle de 10 km de rayon. Vers 1950-1960, cette banlieue atteindra, sans doute, 20 km avec une population doublée. On voit que le problème des transports doit être traité d'ensemble et de loin, car c'est de la régularité de ces voies circulatoires que dépend la croissance harmonieuse des cités satellites qui viendront décongestionner la capitale et terminer la fâcheuse crise du logement qui y sévit. Les « courants de circulation » correspondant aux déplacements des habitants de la banlieue, sont :

- 1° De la périphérie vers le centre et vice versa ;
- 2° De commune à commune ou périphériques.

Le premier est le plus important, car des masses énormes de travailleurs sont à transporter matin et soir, à heures fixes, d'où nécessité de puissants moyens de transport, qui

devront, d'ailleurs, être restreints le restant de la journée. Seul le chemin de fer électrique permet ces transports massifs et rapides.

Comme le montre le schéma figure 7, le projet de desserte du « Grand Paris » comporte :

- 1° Un réseau de chemins de fer électriques ;
- 2° Un réseau secondaire de rabatteurs, par tramways et autobus, vers les stations du réseau précédent, lequel assure également des liaisons locales ;

3° Enfin, le réseau métropolitain, prolongé dans la banlieue immédiate formant la « zone agglomérée ».

Le projet prévoit une durée maximum de trente minutes pour des voyageurs venant de la périphérie extrême. Les chemins de fer électriques, n'ayant pas d'arrêt dans la zone agglomérée (par suite de cette limitation utile du temps de parcours), ils seront doublés, dans cette zone agglomérée, par le métropolitain établi en superposition ou, tout au moins, avec des gares communes

d'échange. Le système des quatre voies, dont deux express, qui existe déjà à New-York, serait ainsi introduit à Paris.

Une telle organisation pourrait être réalisée sans rien demander au budget, en faisant constituer le capital par un accroissement du prix de vente des terrains desservis.

Exemple d'aménagement immédiat de la banlieue sud

La banlieue sud de Paris, bien qu'elle comporte des sites vallonnés très agréables pour l'habitation, n'a eu, jusqu'ici, qu'un

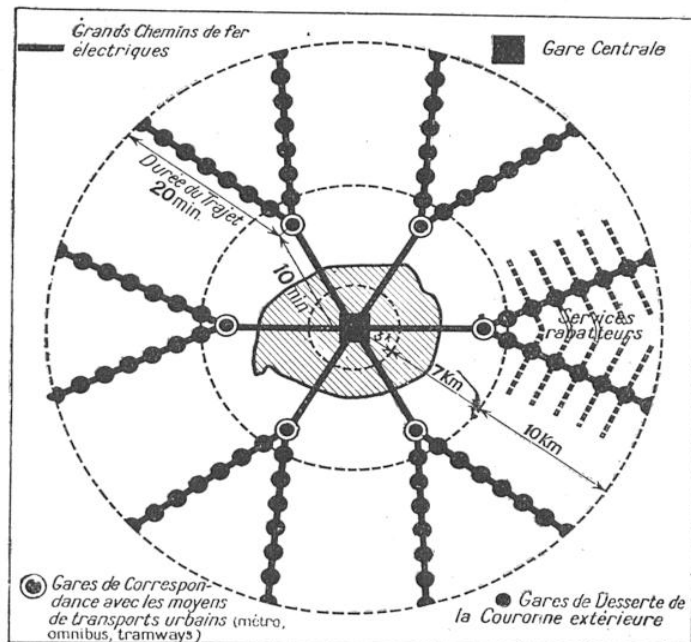


FIG. 7. — SCHÉMA DE L'ORGANISATION DES TRANSPORTS EN COMMUN POUR LA DESSERTE DU GRAND PARIS, D'APRÈS LES PROJETS DE M. MARIAGE (S. T. C. R. P.)

Les habitants de la périphérie, à 20 kilomètres du centre, devront être amenés dans la cité en trente minutes au maximum, par des services d'autobus « rabatteurs » vers les stations de chemin de fer électriques à grande vitesse. Ceux-ci n'ont pas d'arrêts dans la banlieue immédiate, qui est desservie par les tramways grande vitesse. Ceux-ci n'ont pas d'arrêts dans la banlieue immédiate qui est desservie par les tramways interurbains.

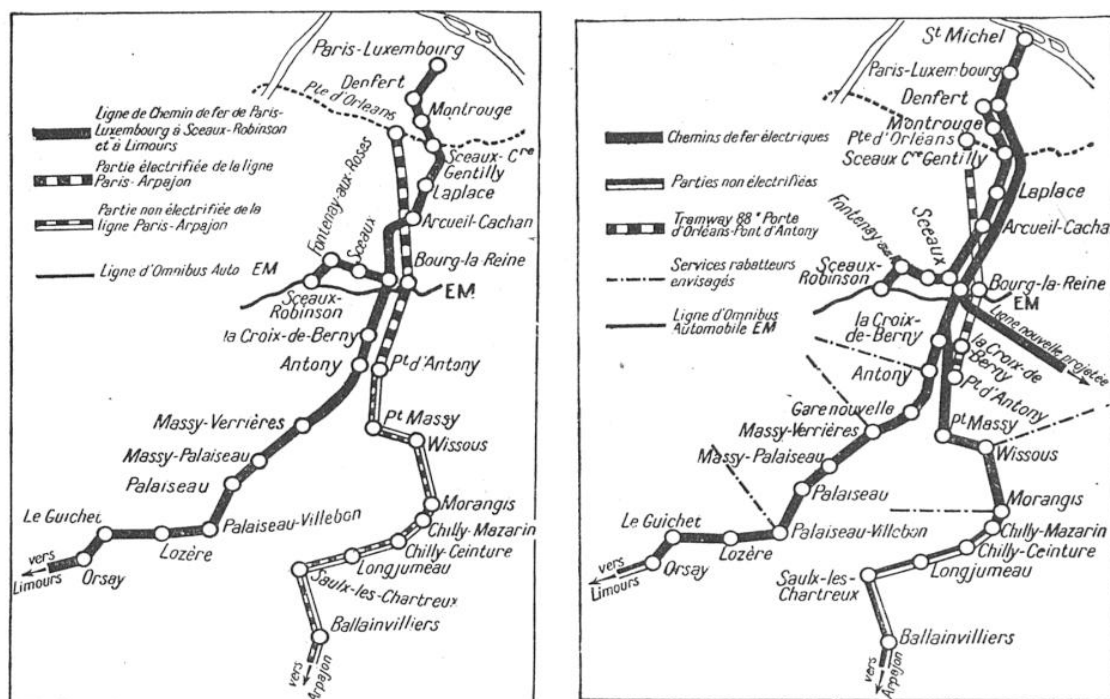


FIG. 8 ET 9. — EXEMPLE DE MISE EN APPLICATION A LA BANLIEUE SUD DU « PLAN MARIAGE »

A gauche, carte des moyens de transport actuels : chemin de fer à vapeur semi-électrique. La figure de droite montre l'accroissement prévu des transports en commun : des services d'autobus « rabatteurs » amènent les habitants vers les deux voies ferrées électrifiées et interconnectées, dont un parcours direct en grande banlieue raccourcit le temps de voyage pour les habitants de la périphérie extrême.

développement restreint par insuffisance des moyens de transport. De 131 habitants à l'hectare à la porte de la capitale, à Montrouge, la densité de la population tombe à quelques habitants à l'hectare à une dizaine de kilomètres (0,9 à Rungis). Le chemin de fer de Limours et le tramway d'Arpajon, qui sont les deux artères de cette vaste région, sont encore exploités par trains à vapeur, dont les intervalles sont quelquefois de deux heures.

On comprend donc que le projet de desserte rapide établi par la T. C. R. P. puisse prévoir que la population actuelle de 60.000 habitants, atteindra 250.000 dans un délai de trente ans. Le développement de la population rend, d'ailleurs, nécessaire un aménagement immédiat, car les trains à vapeur actuels ne suffisent plus aux heures d'affluence, leur nombre étant, par ailleurs, limité par l'exiguïté du terminus souterrain (gare du Luxembourg). Avec la traction électrique, qui n'exige pas le retournement de la machine, ce dernier inconvénient disparaît. Le temps de parcours serait réduit à vingt-six minutes au lieu de quarante-deux minutes actuellement, ce qui est prohibitif pour un

grand nombre de travailleurs ayant encore un trajet supplémentaire à faire dans Paris.

Comme on le voit dans le schéma de la figure 9, cette ligne électrique n'aurait aucun arrêt dans la banlieue immédiate, où elle est doublée par une ligne secondaire et par un tramway électrique à grande vitesse. Les services électriques rabatteurs en grande banlieue sont ici constitués par des autobus en attendant qu'un peuplement plus dense justifie l'établissement de tramways.

En résumé, le problème des transports en commun devient plus ardu dans le centre de la capitale où des voies spéciales souterraines ou aériennes devront être créées à bref délai. Mais, pour la périphérie, il suffit d'envisager, dès maintenant, une organisation rationnelle, capable de pourvoir aux extensions futures. A la vérité, les lignes de transport devraient précéder et diriger le peuplement et non pas le suivre, comme un serviteur toujours en retard... C'est là un fait dont la nouvelle science de l'urbanisme doit à la fois tenir compte et profiter pour diriger l'établissement du « Grand Paris ».

L.-D. FOURCAULT,

UN NOUVEAU DISPOSITIF DE RAVITAILLEMENT EN CHARBON DES LOCOMOTIVES

Par Paul LUCAS

A l'heure actuelle, la plupart des dépôts de machines sont pourvus d'installations spéciales pour le ravitaillement en charbon des locomotives. Suivant les besoins du trafic, ces installations sont, évidemment, plus ou moins importantes et plus ou moins compliquées. D'une manière générale, lors de la construction d'une telle station de chargement, il est nécessaire tout d'abord de choisir judicieusement son emplacement, de manière à éviter des manœuvres lentes et compliquées pour amener les locomotives près de la station et aussi pour ravitailler rapidement et commodément la station elle-même en charbon. Il est indispensable, de plus, que l'encombrement de l'installation de ravitaillement soit réduit au minimum, que sa construction soit robuste et son fonctionnement sûr. On évite ainsi nombre d'incidents qui, même sans gravité, font perdre un temps précieux et immobilisent les machines, rendant ainsi illusoire les avantages que présente une telle station de chargement.

On a tout récemment installé, dans un certain nombre de dépôts anglais, des appareils d'un type nouveau qui ont, jusqu'à présent, donné d'excellents résultats et dont la couverture de ce numéro et les photographies de la page ci-contre montrent le fonctionnement. Le charbon est amené du dépôt de charbon au pied de l'élévateur par un certain nombre de wagonnets à voie étroite, pouvant contenir chacun jusqu'à une tonne de charbon. Les wagonnets, placés un à un à la base de l'élévateur, sont élevés du niveau du rail au sommet de l'appareil et, là, basculés et vidés dans les tenders et les soutes à charbon des locomotives.

Le wagonnet chargé de charbon est placé entre les deux montants et verrouillé à un berceau portant quatre rouleaux qui le guident dans son déplacement vertical et, lorsqu'il parvient au sommet de l'appareil, dans son mouvement de rotation. Le dispositif de verrouillage est conçu de telle manière qu'il est impossible de commander le mouve-

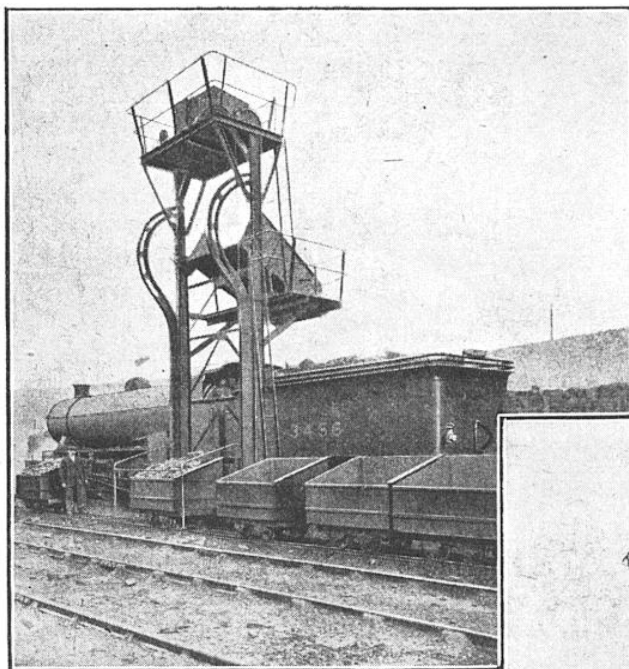
ment de levage du berceau tant que le wagonnet n'est pas calé dans la position correcte, à la base de l'élévateur. Le berceau est suspendu à deux câbles d'acier qui viennent s'enrouler directement sur les tambours du treuil de levage, lequel est actionné par un moteur électrique ou un moteur à explosion placé au sommet de l'appareil.

Les wagonnets chargés de charbon et culbutés au sommet de l'élévateur vident leur contenu dans un déversoir en tôle placé à environ 4 mètres du niveau du rail. Un des côtés de ce déversoir est mobile, de telle sorte que l'on peut en faire varier la largeur entre 0 m 90 et 1 m 50, à l'extrémité la plus basse, par où le charbon tombe dans le tender ou la soute à charbon de la locomotive. De même, le déversoir tout entier est mobile autour d'un axe horizontal, de sorte que son inclinaison peut varier entre 30 et 40 degrés.

Le wagonnet, nous l'avons vu, est fixé à un berceau qui porte quatre rouleaux, se déplaçant à l'intérieur des guides visibles le long des montants. Ces guides sont munis de bandages spéciaux, d'un remplacement commode lorsqu'ils viennent à s'user, et leur profil est calculé de telle manière qu'après avoir assuré le déplacement vertical correct du berceau, ils communiquent à l'ensemble du berceau et du wagonnet un mouvement de bascule latéral, amenant ainsi le wagonnet dans la position de déchargement.

Pour la descente du wagonnet et du berceau, il a été naturellement prévu un frein suffisamment puissant pour assurer la descente correcte du wagonnet, même chargé, ce qui laisse une marge de sécurité suffisante, ce dernier cas ne pouvant se présenter qu'exceptionnellement.

L'appareil est, bien entendu, semi-automatique, c'est-à-dire qu'un dispositif spécial est prévu pour arrêter le berceau au sommet et à la base de l'élévateur, sans que l'opérateur soit obligé d'intervenir pour exécuter des manœuvres délicates. Les commandes de l'appareil sont placées dans une petite



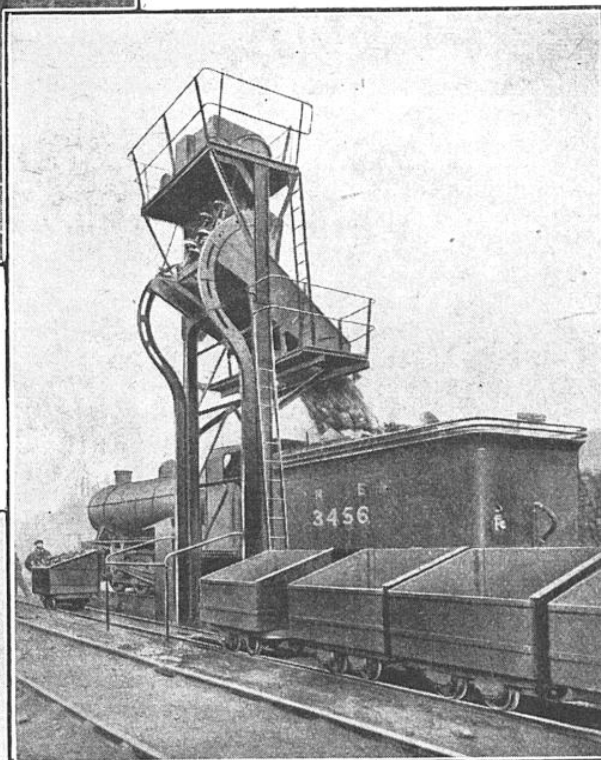
LES DIFFÉRENTES PHASES DU CHARGEMENT DU TENDER D'UNE LOCOMOTIVE

La photographie à gauche et en haut montre le wagonnet dans la position de levage. En bas, le wagonnet est représenté au milieu de son déplacement vertical. A droite, il est basculé et vidé dans le tender de la locomotive.



cabine construite au niveau du sol, à la base d'un des montants. Le moteur électrique de 18 ch, installé au sommet de l'élévateur, est du type complètement enfermé. La vitesse de levage des wagonnets est d'environ 30 centimètres par seconde.

Il est possible, avec des appareils de ce type, de charger deux ou trois tonnes de charbon dans un tender de locomotive, en cinq minutes environ, y compris le temps nécessaire pour amener les wagonnets en position pour le levage et pour faire

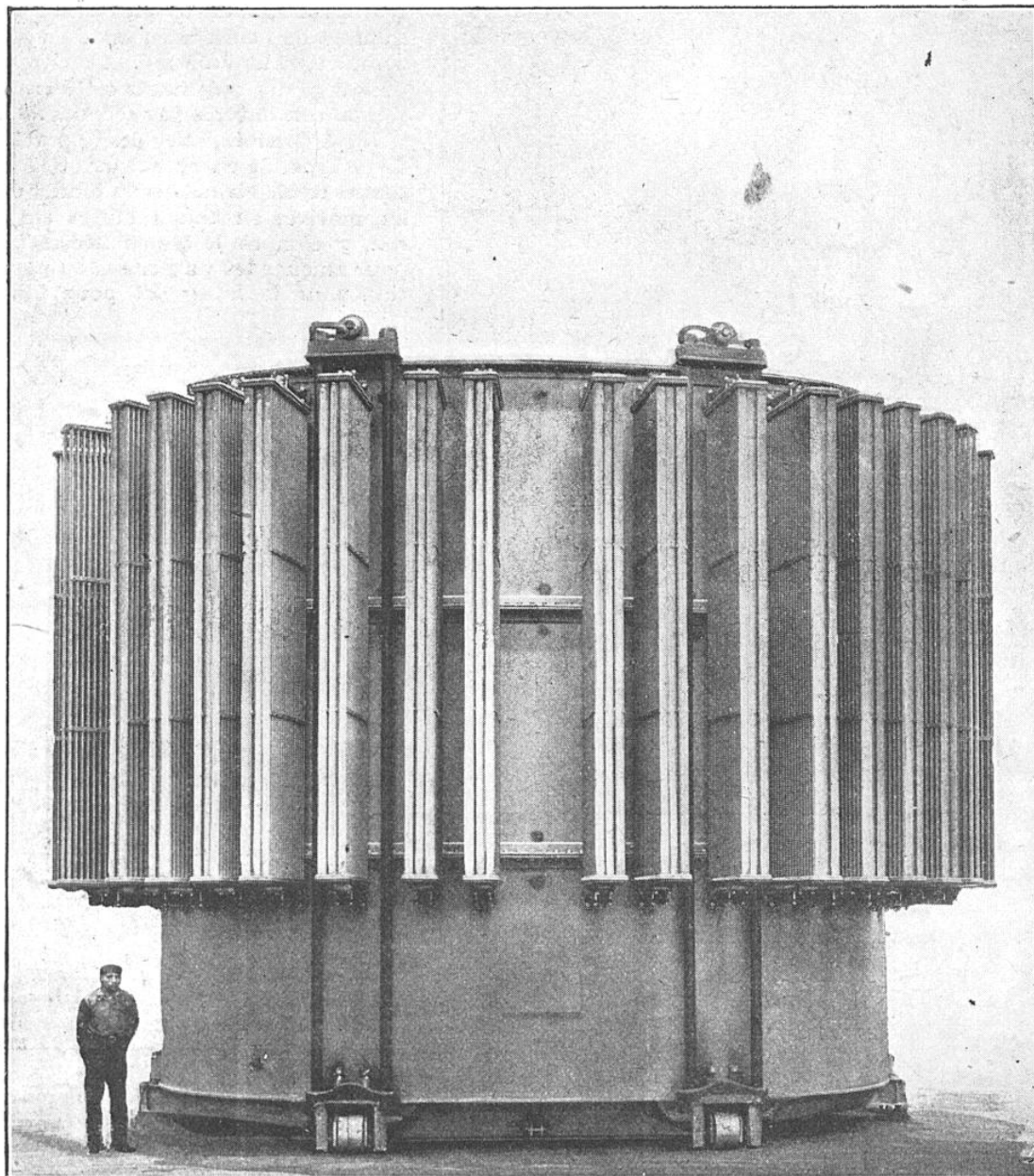


exécuter à la locomotive de petits déplacements dans le but de distribuer le plus également possible le charbon dans le tender.

On voit, par ces résultats, l'intérêt que présente, au point de vue économie de temps et de main-d'œuvre, l'emploi de cet appareil dans les dépôts. Son peu d'encombrement permet de l'installer facilement sans de gros travaux préparatoires, et la solidité de sa construction garantit son fonctionnement régulier.

P. LUCAS.

TRANSFORMATEUR GÉANT A 220.000 VOLTS



Ce transformateur fait partie d'une série de quatre appareils de ce genre établis par Westinghouse pour la Pennsylvania Power Co de Bushkill (E.-U.) ; sa hauteur est de 10 m 65 ; son poids atteint environ 300 tonnes. Il peut fournir une tension de 220.000 volts, tension qui, aux essais, a été poussée à 570.000 volts. Ces quatre appareils pourraient alimenter 6.000.000 de lampes à incandescence de 40 watts, de quoi éclairer environ 200.000 appartements de six pièces ou tous les immeubles d'une ville plus grande que Cincinnati. Le noyau et les bobines contiennent 63 tonnes de lames et 15 tonnes d'enroulements, ces derniers comportant près de 52 kilomètres de fil de cuivre. Il a fallu cinquante-six wagons spéciaux pour transporter ces quatre mastodontes et leurs accessoires. A l'occasion de ce transport, les constructeurs ont inauguré un nouveau système d'expédition. Ils ont enlevé l'huile des transformateurs — chacun en contient, en ordre de fonctionnement, 145.000 litres — pour la remplacer par de l'azote sec sous pression, ce qui leur permit de réduire de façon notable les frais d'expédition, sans nuire à l'isolement des appareils. L. K.

UN NOUVEAU PROJET DE LIAISON ENTRE LA GRANDE-BRETAGNE ET LE CONTINENT

Par L. MÄHL
INGÉNIEUR

Une voie terrestre à travers la Manche sera construite dans un avenir plus ou moins rapproché. Que sera-t-elle? Pont ou tunnel? Beaucoup d'ingénieurs estiment que le tunnel peut être creusé facilement, alors que l'établissement d'un pont serait plus aléatoire. Nous avons déjà présenté les deux solutions dans un précédent article. Notre collaborateur est l'auteur d'un autre projet qui comporte une solution double, puisqu'il propose à la fois la construction d'un pont suspendu immense, dont les piles seraient utilisées pour l'établissement d'un double tunnel. La hardiesse bien moderne d'un tel projet ne doit ni étonner ni arrêter les partisans de la liaison terrestre entre la France et l'Angleterre. Au surplus, la réalisation n'en paraît nullement impossible.

L'auto-plongeur intervient dans la construction des piles du pont

LES premiers projets de pont sur la Manche ne pouvaient être pris en considération, parce qu'il est impossible de descendre, à l'aide de caissons, jusqu'à une profondeur de 51 mètres en mer

de rouleau compresseur. Les roues sont, en effet, des cylindres en fonte commandés électriquement de l'intérieur d'une cabine dont les occupants, en relation avec l'air extérieur par une tuyauterie souple, peuvent assurer les manœuvres de descente, de remontée, de direction avant ou arrière pour la mise en place de blocs cyclopéens, l'épan-

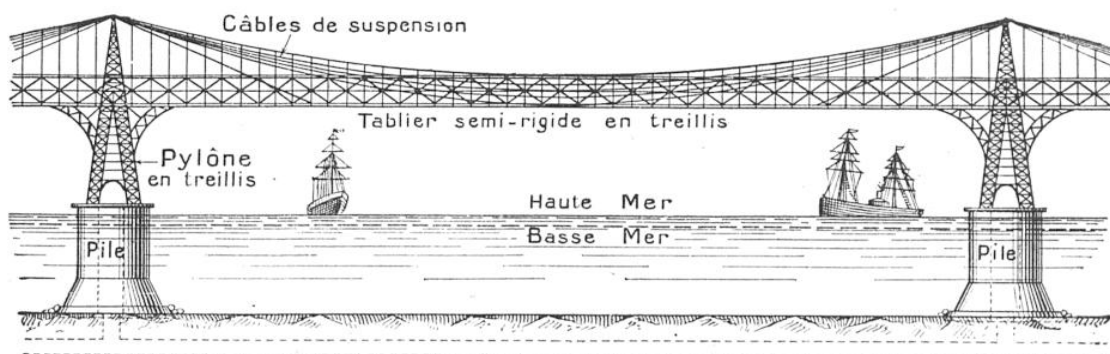


FIG 1. — ÉLÉVATION DU PONT ENTRE DEUX PYLÔNES SUPPOSÉS ESPACÉS DE 500 MÈTRES.
ÉCHELLE : 1/4.000^e

pour fonder les piles. A partir de 30 mètres, en effet, il serait nécessaire d'imposer aux ouvriers travaillant dans les caissons une pression supérieure à 3 atmosphères, qui devrait même atteindre 5 atmosphères aux grandes profondeurs. Le danger est tel que le procédé est condamné d'avance.

L'auto-plongeur permet, par contre, un même travail, sans aucun danger, et à une profondeur très supérieure à celle de la Manche dans les parages considérés.

L'appareil peut être comparé à une sorte

dage de béton précipité par une manche souple, sa compression, etc...

Les piles d'un pont gigantesque peuvent donc être construites, économiquement, rapidement et sans aléa (fig. 3).

Mais, au lieu d'être constituées par un massif de maçonnerie compacte, elles peuvent, sans inconvénient, se présenter sous la forme d'énormes cylindres formés de blocs en parements et de béton de garnissage, s'élevant du sol sous-marin jusqu'au niveau des plus hautes mers, alors que deux puits

seraient ménagés vers l'axe de chaque pile.

Dans ces conditions, chaque pile, avec ses puits cylindriques d'une étanchéité absolue, peut être également utilisée pour pénétrer dans le sol sous-marin. On atteindrait ainsi le niveau présumé des galeries futures. A ce niveau plusieurs sondages horizontaux de reconnaissance seraient creusés dans la direction des piles voisines; ils

permettraient de s'assurer de l'homogénéité et de la résistance de la craie, avant de se livrer à la construction du tunnel d'exploitation. Celui-ci bénéficierait ainsi d'une opération de sondage préalable sur toute sa longueur, qui fournirait sur chaque point le niveau auquel il semblerait permis de passer en toute sécurité.

C'est ainsi que la rencontre d'un point dangereux à traverser obligerait à rechercher plus bas un niveau plus propice à l'établissement du tunnel, s'il était reconnu que le procédé des injections de ciment ne permet pas de fermer des fissures trop étendues. Ces sondages verticaux et horizontaux présenteraient ainsi l'immense avantage de se prémunir contre les géodes

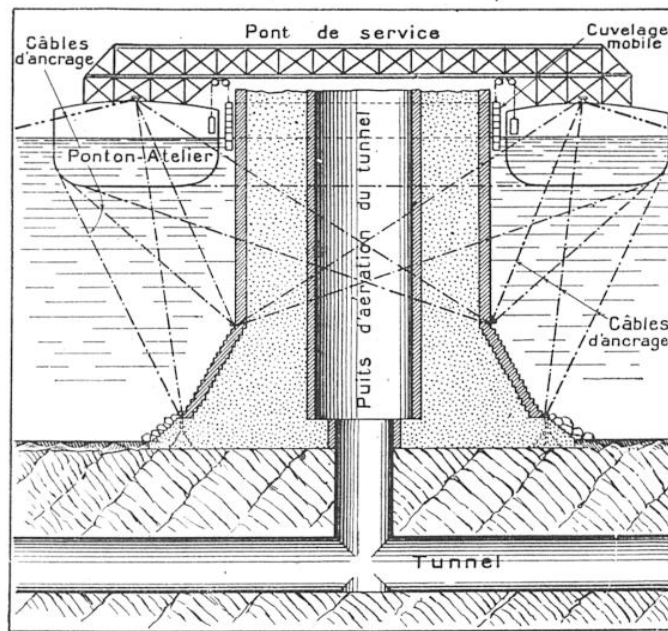


FIG. 2. — COUPE SUIVANT L'AXE D'UNE PILE ET D'UN TUNNEL MONTRANT LE CHANTIER DE RÉALISATION. ÉCHELLE : 1/400^e

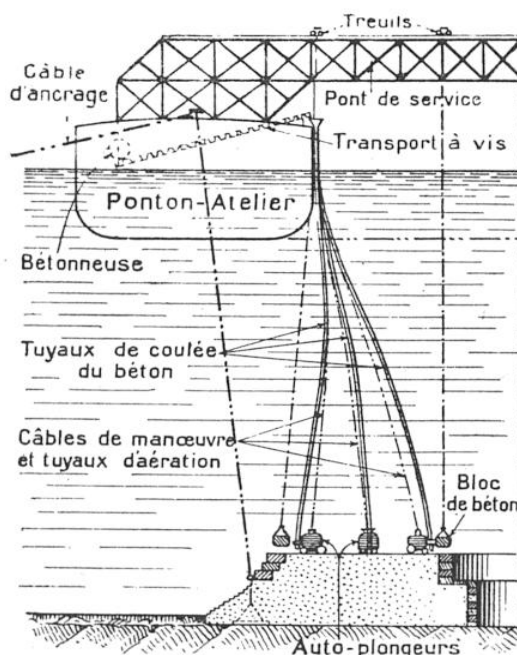


FIG. 3. — MODE DE RÉALISATION DES PILES DU PONT. ÉLEVATION PAR LA MOITIÉ D'UN CHANTIER SOUS-MARIN. ÉCHELLE : 1/400^e

pleines de sable ou de limon argileux, dont la présence est tout indiquée dans les terrains de cette nature.

Le projet comporte l'établissement de deux tunnels, sans toutefois imposer l'obligation de les construire simultanément. Il serait même prudent de n'en creuser d'abord qu'un seul, en raison précisément des écueils que nous venons de signaler et qu'il serait même extraordinaire

de ne pas rencontrer en différents endroits.

Et si, pour ces raisons, la construction de tunnels était reconnue impossible, il resterait toujours le pont pour assurer une large liaison terrestre entre les deux rivages.

Les sondages horizontaux étant exécutés, la réalisation des tunnels ne serait ensuite qu'une œuvre d'une extrême facilité dans ces roches généralement consistantes, mais de dureté assez faible. On pourrait employer la méthode du havage en grand de toute la section circulaire, au moyen d'un truc mobile sur rails et portant, à l'avant, une couronne verticale animée d'un mouvement angulaire alternatif. Sur cette couronne seraient disposés des marteaux pneumatiques effectuant une saignée

annulaire de la dimension du tunnel.

Cette saignée de 45 millimètres de largeur, dégagerait nettement l'intrados du tunnel en laissant, au milieu, un noyau central qui serait détruit ensuite à la mine. Des engins d'extraction chargeraient les déblais sur des wagonnets, évacués ensuite par les puits les plus proches.

Ce travail tangentiel des marteaux donnerait à la paroi du souterrain la netteté d'une ardoise, ce qui dispenserait d'exécuter des maçonneries et tout revêtement coûteux et inutile, la roche constituant un matériau comparable aux calclites les plus compacts et résistants. En cas de rencontre de quelques fissures, du reste recon- nues d'avance par les sondages horizontaux, on compléterait leur étanchement au moyen d'injections de ciment répétées en couronne dans la mesure utile.

Six cent cinquante mètres cubes de déblais pourraient être évacués par chantier, chaque jour ; l'avancement serait de l'ordre de 10 mètres par vingt-quatre heures.

Comme les piles du pont pourraient être établies à une distance de 1.000 mètres les unes des autres, comme des précédents en com-

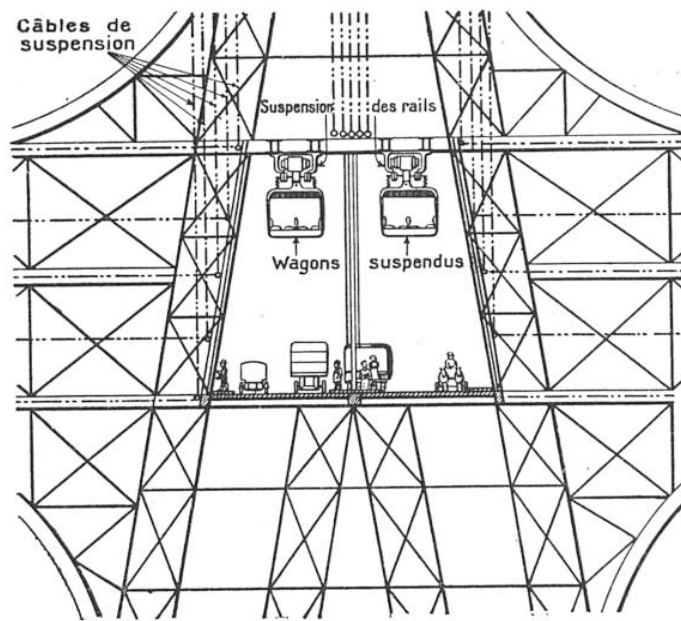


FIG. 4. — SECTION TRANSVERSALE DU PONT AU DROIT D'UN PYLON. ÉCHELLE : 1/400^e

rive, procédé très long qui nécessiterait l'adoption de méthodes de ventilation très coûteuses, n'assurerait pas une extraction commode et rapide des déblais, l'exhaure des eaux d'infiltration et une facile évacuation du personnel en cas d'accident, enfin, offrirait des aléas extrêmement importants, pouvant provoquer l'abandon des travaux.

Méthode nouvelle d'exploitation

Si on accordait au tunnel un diamètre de 9 mètres, il serait possible d'installer, à sa partie supérieure, une voie ferrée double, suspendue, parcourue par des convois électriques se déplaçant à la vitesse de 300 à 400 kilomètres à l'heure. Dans ces conditions, la distance entre les deux capitales anglaise et française serait franchie en une heure. La chaussée du tun-

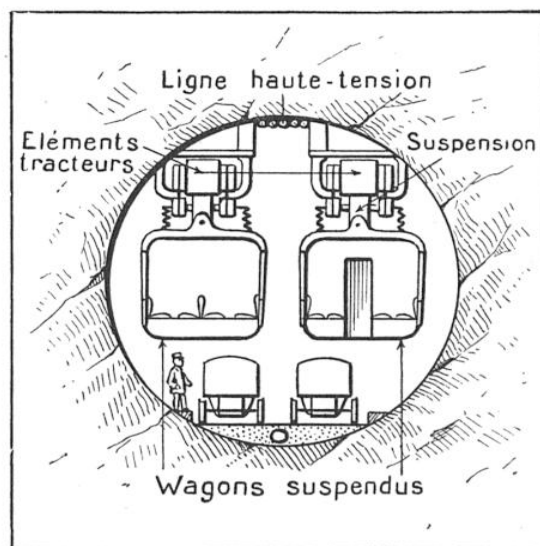


FIG. 5. — COUPE DANS L'UN DES TUNNELS MONTRANT LA SUPERPOSITION DES MOYENS DE LOCOMOTION

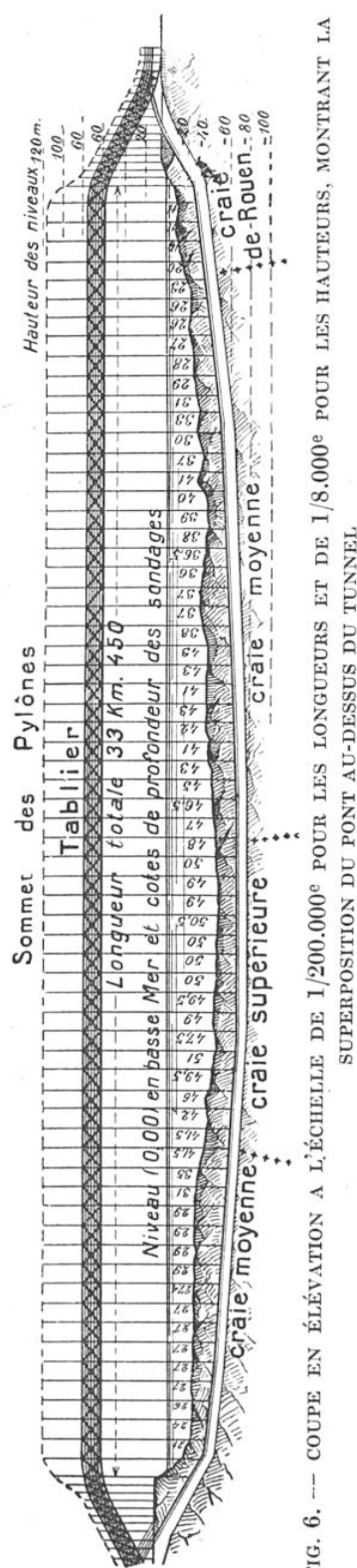


FIG. 6. --- COUPE EN ÉLEVATION A L'ÉCHELLE DE 1/200.000^e POUR LES LONGUEURS ET DE 1/8.000^e POUR LES HAUTEURS, MONTRANT LA SUPERPOSITION DU PONT AU-DESSUS DU TUNNEL.

nel, établie sous cette voie ferrée électrifiée, serait alors réservée à la circulation automobile.

Cette locomotion extra rapide est parfaitement réalisable. Voici, d'ailleurs, le principe sur lequel elle repose : les voitures sont suspendues aux essieux des roues avec intervention de ressorts de grande souplesse. Chaque essieu comporte un rotor, qu'un stator fixé à un châssis actionné électriquement à la vitesse de 1.800 tours à la minute. Les roues de 1 mètre de diamètre, développant ainsi 3 m 14 par tour, la vitesse de 340 kilomètres est ainsi assurée, à la faveur d'un guidage s'opposant à toute possibilité de déraillement.

La construction du pont

Chaque pile du pont, construite comme nous l'avons indiqué, serait surmontée d'un pylône en treillis. Ses éléments à claire-voie, comme d'ailleurs ceux du tablier égale-

ment en treillis, ne comporteraient que des éléments métalliques de faible importance individuelle, et facilement interchangeables, permettant de parer rapidement aux avaries partielles.

Le tablier serait suffisamment élevé au-dessus des flots pour assurer un tirant d'air de plus de 60 mètres aux plus grands voiliers. Un contreventement copieux assurerait la stabilité transversale. Rien de plus simple à réaliser d'ailleurs qu'un tel pont, à l'aide d'éléments d'un poids relativement faible ; alors que deux câbles ordinaires auront été tendus entre les pylônes, on se permettra toutes les commodités d'exécution graduelle et de suspension caténaire des éléments de la poutre à réaliser sous sa forme rigide. La surface du tablier serait entièrement consacrée à la circulation publique sous toutes ses formes, alors que les voies suspendues au ciel de la poutre en treillis n'admettront que des convois électriques à grande vitesse.

L'adoption de voies aériennes pour l'exploitation du pont et des tunnels entraînerait l'établissement de voies semblables entre Londres et Foreland (extrémité du tunnel sur la côte anglaise) et entre Paris et Calais sur le territoire français. Dans ce cas, et en raison de la grande vitesse des convois, il serait nécessaire de choisir un itinéraire aussi rectiligne que possible, ce mode de locomotion, favorisé par l'adhérence magnétique, s'accommodant mieux de voies à fortes rampes que de profils sinueux.

Les pylônes de ces voies seraient espacés de 100 à 200 mètres, et le tablier élevé de 5 à 7 mètres au-dessus du sol. Comme les convois circuleraient sous le tablier, il serait tout indiqué d'utiliser la surface même de ce tablier à la circulation des autos pour lesquelles des rampes d'accès appropriées seraient établies dans le voisinage des carrefours les plus importants rencontrés sur le parcours.

Un tel projet, d'une conception grandiose et fortement en avance sur les modes de construction modernes en matière de circulation sur voies ferrées, surprendra, sans aucun doute, bien des compétences. Il est cependant parfaitement réalisable, et présente toutes les conditions de sécurité voulues. Ce serait là une œuvre capitale, au point de vue économique, puisque Londres et Paris deviendraient aussi voisins que Paris et Saint-Germain, et l'amorce de liaisons extrarapides à travers le continent européen.

L. MÄHL.

DIX ANS DE PROGRÈS DANS L'INDUSTRIE DE LA MOTOCYCLETTE

Par CAPÈRE

La motocyclette connaît depuis quelques années, en France, un développement vraiment remarquable. Moyen de locomotion peu dispendieux et rapide, elle est devenue aujourd'hui, grâce aux progrès effectués dans sa construction, un engin vraiment pratique et économique, facile à loger, d'un fonctionnement sûr. Nous sommes, en effet, bien loin des premières motocyclettes qui ont fait leur apparition vers 1900. Elle n'était alors qu'une simple bicyclette au cadre à peine renforcé, sur laquelle on installait tant bien que mal un moteur, parfois sur le guidon, entraînant la roue avant au moyen d'une courroie. Aujourd'hui, elle constitue un ensemble parfaitement étudié et harmonieux, tant au point de vue de la partie cycle (cadre et roues) qu'à celui de la partie mécanique (moteur et accessoires). Ainsi les cadres, robustes, sont supportés par des fourches élastiques et comportent une selle confortable; les roues sont munies de pneus de grand diamètre pour augmenter le confort; l'abaissement des organes, qui permet de toucher la terre avec les pieds, accroît la sécurité; les freins ont acquis une grande puissance et agissent sur les deux roues. La courroie a cédé la place à la chaîne, plus durable et plus sûre; le moteur, le plus souvent monocylindrique, à deux temps ou à quatre temps, comporte cependant, chez certains constructeurs, plusieurs cylindres; l'embrayage a facilité beaucoup la conduite de la machine. Enfin, les accessoires ont été étudiés, et maintenant toute motocyclette comprend un démarreur, l'éclairage électrique, un compteur-enregistreur, une dynamo et une batterie tampon. La consommation d'essence oscille, suivant les modèles, entre 2 l. 5 et 3 l. 5 aux 100 kilomètres. Notre collaborateur expose ci-dessous les difficultés rencontrées pour la mise au point de la motocyclette moderne, et comment celles-ci ont été avantageusement résolues pour aboutir aux merveilleux résultats dont le dernier Salon de Paris a montré toute l'ampleur.

LA motocyclette a pris naissance aux environs de 1900 et l'évolution de sa mise au point pratique a été beaucoup plus longue qu'on aurait pu le prévoir. Bien que le problème paraisse simple, étant donné qu'il semble simplement consister à prendre une bicyclette et à y installer un moteur capable de remplacer complètement l'action du conducteur, il a fallu cependant de nombreuses années pour obtenir les splendides machines qui figuraient au Salon de cette année 1929.

Nous sommes, en effet, fort loin des motocyclettes du début, comme, par exemple, la Werner de 1900 qui avait son moteur sur le guidon avec allumage par brûleur et une transmission par courroie actionnant la roue avant. Pour bien comprendre la question, on peut rappeler ce que disait notre confrère *Omnia* vers 1911, en divisant l'histoire de la motocyclette en trois âges :

— L'antiquité, qui était l'époque de la bicyclette à moteur et de la clientèle snob.

— Le moyen âge ou époque brutale; la motocyclette apparaît sous une forme déjà lourde avec un moteur assez puissant. Elle s'adresse aux sportifs, et bientôt aux

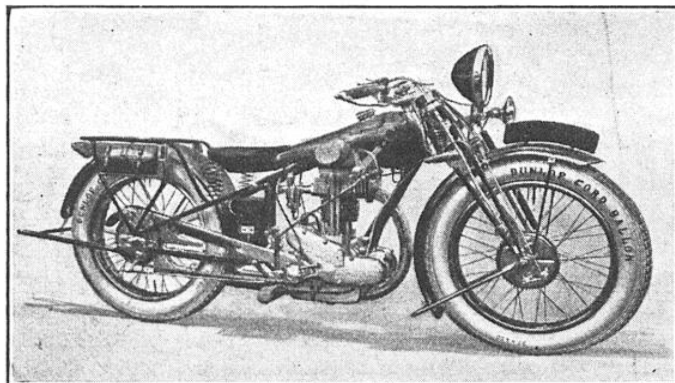
snobs on voit succéder les chauffards, ce qui amène rapidement une réaction et, par suite, une régression vers des machines plus raisonnables.

— Les temps modernes; la motocyclette perd sa clientèle brutale; elle reconquiert l'estime des gens pondérés. Elle entre dans la phase d'utilisation, c'est un instrument de travail et de sport pratique. Les usagers la soignent, la comprennent et savent en tirer parti; elle devient un engin de fonctionnement sûr d'utilisation et d'entretien peu dispendieux.

On peut, avec elle, assurer un travail de déplacement journalier très régulier et aussi l'utiliser au tourisme économique, seul ou à deux.

Il faut tout de même signaler en passant qu'elle possède encore une clientèle trop nombreuse de chauffards qui se rend odieuse par ses excès de vitesse et par ses excès de bruit. Il est inadmissible à notre époque de tolérer dans la circulation urbaine l'emploi tonitruant de motocyclettes à échappement libre dont le bruit gêne tout le monde.

Nous avons fait personnellement de nombreuses études au banc d'essai de moteurs



MOTOCYCLETTE « PEUGEOT » 350 $\frac{c}{m}^3$, MOTEUR MONO-CYLINDRIQUE D'UNE PUISSANCE DE 3 CHEVAUX

avec silencieux efficace et sans silencieux, et nous sommes en mesure d'affirmer qu'il existe des silencieux qui, tout en réalisant le silence absolu, n'absorbent aucune puissance. Il n'y a aucune raison à faire valoir pour continuer à laisser en circulation des motocyclettes bruyantes, alors que les rues sont sillonnées par des voitures à moteurs puissants absolument silencieuses.

Des ordres ont, d'ailleurs, été donnés dans ce sens aux ingénieurs du Service des mines qui doivent se montrer très sévères pour la délivrance des cartes grises aux machines trop bruyantes.

Dans la motocyclette, il y a deux parties principales : la partie cycle et la partie mécanisme, que nous allons examiner successivement.

La partie « cycle » de la motocyclette moderne

La partie cycle comprend le cadre proprement dit et les roues.

Au début, le cadre, constitué par un ensemble de tubes brasés sur des raccords, était absolument semblable à celui d'une bicyclette et à peine plus renforcé que lui : on s'est vite aperçu que cette solution était insuffisante et dangereuse, et que dans les régions de liaison directe avec le moteur, par exemple, il se produisait assez vite, sous l'effet des trépidations, une cristallisation capable de provoquer la rupture des tubes. Personnellement, vers 1904, j'ai eu à souffrir d'un accident de ce genre qui eut pu avoir des conséquences très graves ; et pourtant

il s'agissait déjà d'une véritable motocyclette d'un poids de 65 kilogrammes, actionnée par un moteur tiers de litre monocylindrique de 66 millimètres d'alésage et 90 millimètres de course, d'une marque réputée à l'époque.

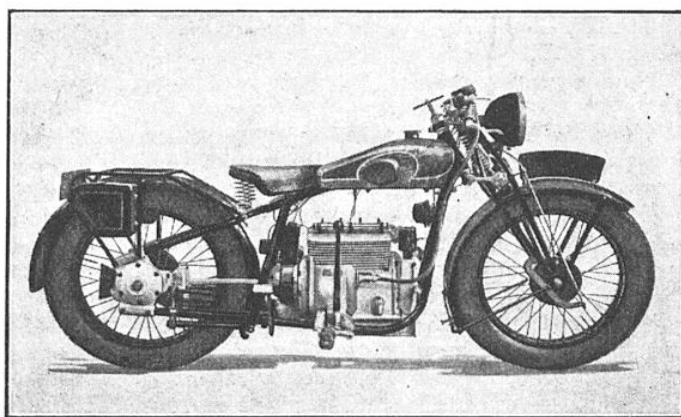
Le cadre ainsi que la fourche de direction s'appuyaient directement sur les axes des roues, sans aucun dispositif spécial de suspension ; il supportait une selle à peine plus confortable qu'une selle de bicyclette.

Les roues étaient garnies de pneus à haute pression, de section assez faible : 650/35 à 650/65, au maximum.

Les machines ainsi établies étaient peu confortables, très dures sur mauvaise route et d'un usage extrêmement fatigant.

Actuellement, les cadres sont toujours constitués en tubes, mais ils sont renforcés comme il convient ; ils sont supportés par des fourches élastiques ; ils comportent une selle confortable assez vaste et des calepieds supports qui permettent au cavalier de voyager longtemps sans fatigue. Les roues sont toujours d'un diamètre assez voisin de 650 millimètres, mais on y prévoit des bandages pneumatiques de section beaucoup plus importante. En pneus à haute pression, on trouve les sections de 65 et de 75 millimètres ; en pneus ballons, à basse pression, on emploie les types suivants : 26/3 1/2, 27/4 et 27/4,40 ; ce dernier correspond à une grosseur de boudin de 110 millimètres, c'est-à-dire à un grand confort.

On peut noter que les constructeurs se sont efforcés de baisser tous les organes, y



« MOTOBÉCANE » AVEC BLOC MOTEUR A 4 CYLINDRES

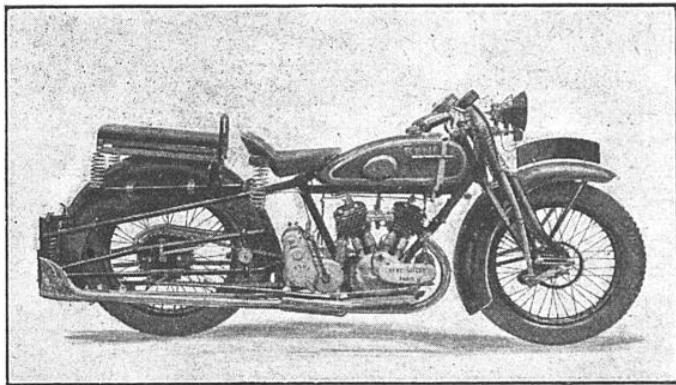
compris la selle, tout en laissant le guidon assez haut ; cela permet au motocycliste de se tenir assez droit sur sa selle et de pouvoir toucher terre à droite ou à gauche avec ses pieds, si le besoin s'en fait sentir. Cette disposition donne beaucoup de sécurité dans les virages et en cas de dérapage.

Toutefois, nous devons rappeler que, si dans une voiture automobile l'abaissement du centre de gravité donne plus de stabilité contre le renversement, dans une motocyclette, c'est le contraire.

En laissant de côté l'appréhension, il était beaucoup plus facile de se tenir en équilibre sur un grand bicycle d'autrefois, où on était perché très haut, que sur une bicyclette, où le centre de gravité se trouve fortement abaissé.

Mais, pour la motocyclette, malgré cet accroc à la théorie, l'expérience montre qu'il vaut mieux abaisser le tout pour permettre d'éviter les dangers du dérapage en facilitant au conducteur l'appui de ses pieds à terre.

Quant au guidon surélevé, il évite la position repliée en avant, avec compression de la rate et du foie, qui avait très vite pour résultat d'amener des points de côté très douloureux. Pour en terminer avec la partie cycle, nous signalerons que les constructeurs ont soigné tout particulièrement les



MOTOCYCLETTE A DEUX CYLINDRES « RENÉ GILLET », 6 CH, MONTÉE SUR CADRE A SUSPENSION ARRIÈRE ÉLASTIQUE

freins, freins sur jante, freins sur poulies et freins sur tambour ; ils sont commandés à la main par transmission flexible, genre Bowden, ou au pied, par pédale ; ils agissent sur les deux roues et sont tous très énergiques.

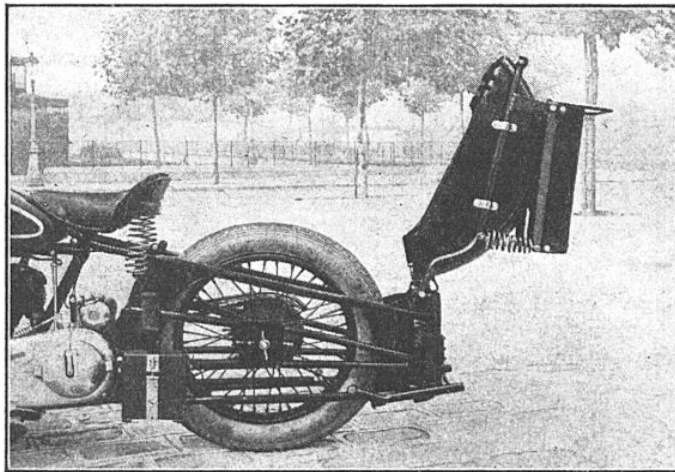
La partie mécanique

Nous examinerons successivement toutes les parties élémentaires et nous commencerons par la transmission, qui a pendant longtemps dominé le problème et dont il faut bien comprendre les difficultés.

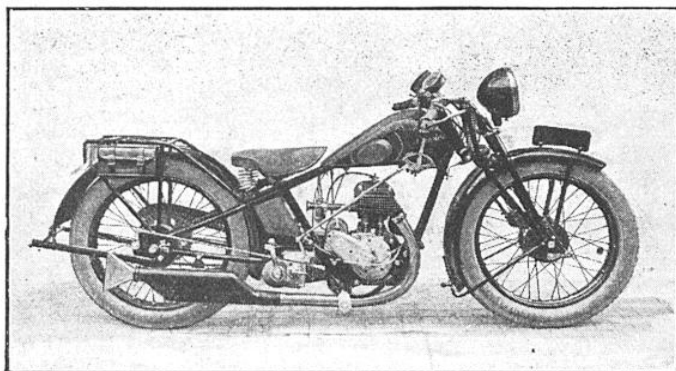
Sur les anciens tricycles à moteur, le moteur était relié directement à l'essieu arrière par des engrenages et un différentiel, et le problème n'avait pas soulevé de difficulté, mais la démultiplication était voisine de un à onze, soit onze tours du moteur pour un tour de roue.

Sur la motocyclette, avec un seul relais entre le moteur et la roue motrice, la démultiplication possible variait de un à quatre ou, au plus, de un à cinq, soit un tour de roue pour quatre à cinq tours du moteur. Il en résulte une très grande brutalité d'entraînement avec un moteur monocylindrique, muni d'un volant toujours trop léger. Cela obligeait à n'employer qu'une transmission par courroie, capable d'un certain glissement amortisseur et d'une certaine souplesse d'entraînement.

Pour une transmission par courroie, la logique voulait qu'on adopte la courroie plate et



SUSPENSION ARRIÈRE ÉLASTIQUE DE LA MACHINE « RENÉ GILLET ». LE GARDE-BOUE ARRIÈRE EST MONTÉ SUR CHARNIÈRES, CE QUI PERMET LE DÉMONTAGE FACILE DE LA ROUE



MOTOCYCLETTE « AUSTRAL » A MOTEUR MONOCYLINDRIQUE 350 CM³, SOUPAPES LATÉRALES

large, pour laquelle la perte de rendement par raideur est négligeable, plutôt que la courroie étroite et épaisse du type trapézoïdal, qu'il a fallu préférer par la suite avec des poulies à gorge pour empêcher le patinage.

Une telle transmission par simple courroie se présente forcément dans des conditions difficiles, parce qu'il s'agit de transmettre une puissance relativement élevée, 3 à 8 chevaux, avec un rapport de 1 à 5, entre des poulies très rapprochées et un type assez réduit de courroie.

Une telle transmission travaille à la limite et fatigue beaucoup ; elle a été de tout temps une source d'ennuis et de pannes.

Il a fallu des années pour obtenir une transmission par chaîne ou par cardans, précisément à cause de la brutalité du moteur monocylindrique, insuffisamment régulisé par un volant trop léger.

Une première solution consistait à régulariser le couple moteur, soit en multipliant les cylindres, soit en ayant recours aux moteurs à deux temps.

C'est ainsi qu'on a vu, vers 1904, une motocyclette FN actionnée par un moteur à quatre cylindres à ailettes, petit bijou de mécanique pour lequel il avait fallu faire des miracles pour assurer la bonne alimentation et le bon échappement.

Actuellement, on trouve encore des transmissions par courroie, mais la majorité des machines est dotée d'une transmission par chaîne avec amortisseurs de chocs sur l'entraînement, ou d'une transmission par arbre à cardans élastiques avec engre-

nages d'angle comme sur les anciennes bicyclettes Acatène.

Le problème de la transmission est donc résolu aujourd'hui dans d'excellentes conditions de sécurité et de durée.

Le moteur de la motocyclette est bien au point

Le moteur de motocyclette est assez délicat à réaliser. Il doit être simple, peu encombrant, à refroidissement par air et léger.

Pour être peu encombrant, il est, dans la majorité des cas, monocylindrique pour les cylindres d'un quart, d'un tiers ou d'un demi-litre, et il est prévu à

course réduite, parce qu'une longue course augmenterait son encombrement en hauteur.

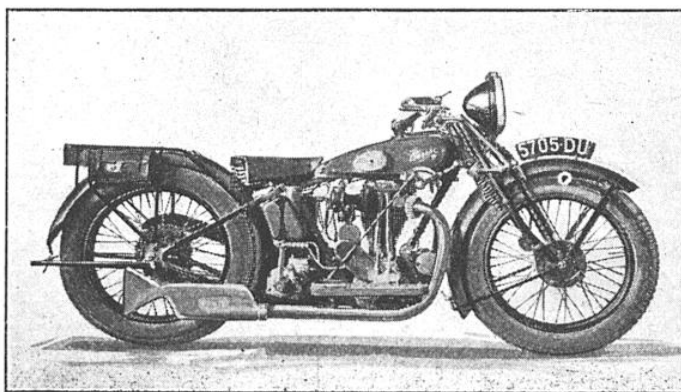
En moteurs à deux temps, on peut signaler les dimensions suivantes : monocylindre de 60 millimètres d'alésage, 61 millimètres de course ; un monocylindre de 79/70, un autre de 64/64.

En moteurs à quatre temps, on peut citer les suivants : monocylindres de 64/77, de 69/92, de 84/90, de 76/75, de 70/90, etc...

En moteur à quatre temps à deux cylindres en V à 45 degrés, un moteur de 79/100, d'une cylindrée de 1 litre, qui équipe une moto sport prévue pour une vitesse de 150 à 180 kilomètres à l'heure !

Pour ces divers moteurs, il ne faut pas hésiter à augmenter, dans la limite du possible, le poids utile de la jante du volant pour améliorer la régulation de la transmission du couple moteur.

Pour que la motocyclette reste simple, il faut également se contenter du refroidissement par l'air avec des cylindres à ailettes.



MOTOCYCLETTE « TERROT », TYPE SUPERSPORT DE LUXE, 4 CHEVAUX

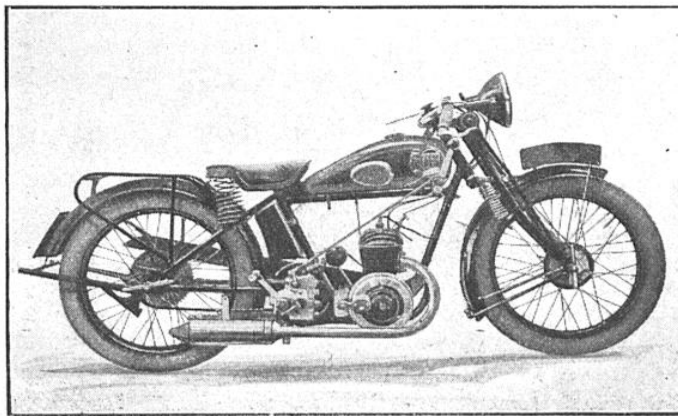
Nous ne dirons rien de la distribution ni des soupapes, parce que cette question n'offre rien de particulier. Nous signalerons simplement que tout ce qui est en mouvement doit être enfermé, pour mettre les organes à l'abri de la poussière et de la boue, et pour mettre le conducteur lui-même à l'abri des organes et des projections d'huile. Pour tous ces moteurs, l'allumage se fait par magnéto dans d'excellentes conditions.

Pendant longtemps, les moteurs ont comporté un carburateur non automatique, avec prise d'air additionnelle commandée à la main ; actuellement, il existe des carburateurs automatiques qui évitent au conducteur toute préoccupation de bonne carburation.

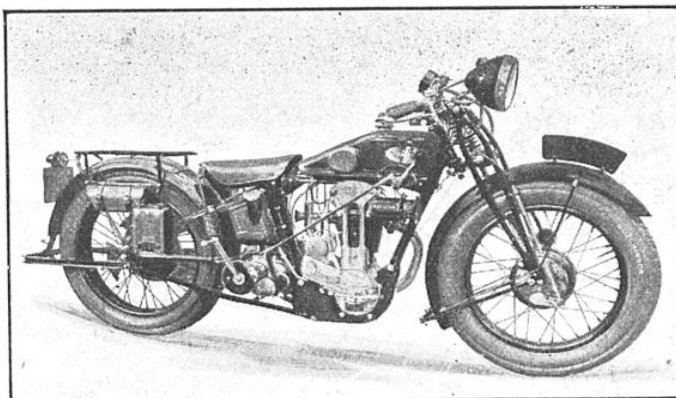
En ce qui concerne le graissage, sur de nombreux modèles, on se contente de graisser l'essence dans la proportion de 10 % d'huile ; sur les autres, il y a le graissage par barbotage, le graissage par pompe à engrenages ou à palettes, comme cela se fait sur les moteurs de voitures.

Les progrès effectués dans les transmissions mécaniques

Pendant longtemps, le moteur était en prise directe avec la roue motrice par une liaison inamovible, et le conducteur devait lancer la machine en courant à côté, pour, ensuite, sauter en voltige sur la selle, exercice demandant une certaine virtuosité et risquant d'écarter bien des usagers de cet appareil.



MOTOCYCLETTE « SANSOUPAP » MONOCYLINDRIQUE, TYPE S. S. 25, A VOLANT MAGNÉTIQUE ASSURANT UN DÉMARRAGE INSTANTANÉ, MÊME PAR UN TEMPS FROID



MOTOCYCLETTE « GNOME ET RHONE » A MOTEUR MONOCYLINDRIQUE

Actuellement, on a prévu, comme sur les voitures, un embrayage qui permet de mettre sur place le moteur en marche au moyen d'un kick-starter et de démarrer ensuite après s'être mis en selle.

On a prévu ensuite une boîte de vitesses à deux ou trois vitesses. Ces boîtes sont de divers types, soit à engrenages satellites, soit du type à baladeurs.

Le bloc-moteur est réalisé

Les constructeurs sont arrivés à réaliser un petit bloc-moteur qui réunit sur un même carter le moteur, l'embrayage et le réducteur de vitesses. Ce bloc est relié à la roue motrice, soit par chaîne avec amortisseur, soit par arbres à cardans élastiques.

Un mot sur les accessoires

Les motocyclettes comportent, en outre, un système d'éclairage, alimenté soit par un alternateur, soit, comme sur les voitures, par une dynamo et une batterie-tampon. Elles sont agencées avec une véritable planche de bord, qui supporte une montre, un compteur-enregistreur et indicateur de vitesses, un ou plusieurs commutateurs d'allumage des phares et lanternes arrière.

Il a été prévu un réservoir d'essence de 7 à 12 litres et, dans certains cas, un réservoir d'huile de 2 litres et demi. Il est bon de souligner qu'un réservoir d'essence ne doit jamais avoir une capacité multiple de 5 litres et un réservoir d'huile multiple de 2 litres, afin de permettre le rem-

plissage par unités de 5 ou de 2 litres, alors qu'on possède encore une réserve de 2 ou de 0,5 litres ; cette remarque est importante.

La consommation d'essence des motocyclettes varie évidemment avec la puissance des moteurs ; elle est, en moyenne, de 2 l 5 à 3 l 5 aux 100 kilomètres.

Le poids des motocyclettes varie de 55 à 145 kilogrammes environ.

Quelques applications particulières de la motocyclette

La plupart des motocyclettes sont prévues avec un siège supplémentaire en tandem et des repose-pieds spéciaux. Elles permettent, ainsi, le transport de deux personnes dans d'excellentes conditions de confort et de sécurité.

D'autres sont prévues pour recevoir, sur le côté, des ferrures spéciales de raccord pour les réunir à un side-car. On réalise un ensemble bien connu aujourd'hui, qui a pris naissance pendant la guerre et dont l'emploi s'est beaucoup généralisé ensuite, précisément parce qu'il permet le voyage à deux, ou même à trois, avec le transport d'un bagage léger. Il est employé aussi dans les services publics : police, incendie, etc...

La moto avec siège en tandem, plus maniable, lui fera du tort certainement.

Pour résumer tout ce qui précède par un exemple, nous nous bornerons à rappeler les caractéristiques d'une motocyclette prise au hasard parmi celles qui figuraient au Salon.

Voici les caractéristiques d'une motocyclette tiers de litre

Moteur monocylindre ; alésage, 74 millimètres ; course, 81 millimètres ; cylindrée, 348 centimètres cubes ; compression, 6 à 1.

Graissage à circulation constante par pompe à engrenages avec réservoir d'huile de 4 litres et demi placé sous la selle, pipes d'alimentation d'huile avec filtre.

Carburateur automatique.

Magnéto avec avance commandée à la manette.

Boîte de vitesses avec levier d'embrayage à main, embrayage à disques garnis de ferrodo. La chaîne motrice tourne sur un roulement à billes quand elle est au point mort.

Kick-starter pour la mise en marche.

Les trois vitesses sont : au grand rapport 5 à 8, au moyen rapport 8 à 4, au petit rapport 14 à 5.

Cadre monté avec double tube de base renforcé, tête à billes avec larges roulements, fourche avec ressorts et amortisseurs, frein de direction.

Réservoir pour essence, type selle, contenance 11 litres.

Guidon ajustable, à larges poignées en caoutchouc.

Freins avant et arrière internes, diamètre 178 millimètres, commandés pour l'avant à la main sur le guidon, pour l'arrière par pédale.

Garde-boue.

Garde-chaîne.

Roues pour pneus ballons de 27/4 montées à l'avant sur

roulement à billes et, à l'arrière, sur roulements timken et à rouleaux.

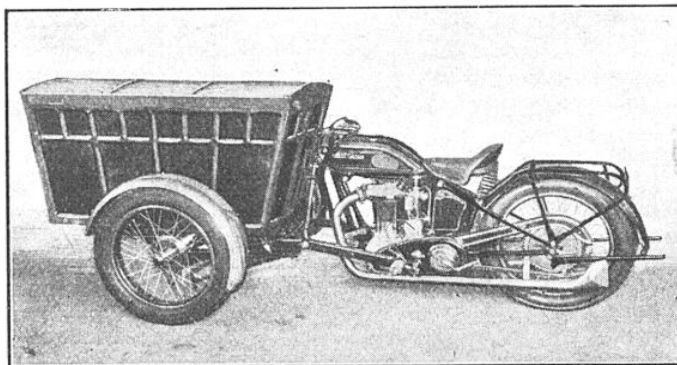
Repose-pieds.

Accessoires : Selle élastique, porte-bagage avec sacoche à clé, siège de tandem, béquilles avant et arrière, silencieux efficace, pompe à pneus, pompe à graisse.

Outils : Une trousse de cuir avec un démonte-pneus, une clé de magnéto et de carburateur, trois clés à fourches, une clé à ergot, deux clés à griffes, une clé à bougie, un tournevis, une pince universelle.

Dimensions diverses : Hauteur de la selle, 0 m 71 au-dessus du sol. Hauteur de la base du moteur au sol, 0 m 11. Longueur, 1 m 40 d'axe en axe des moyeux. Poids, 125 kilogrammes.

Eclairage : Un phare et une lanterne avant, une lanterne arrière alimentés par un alternateur ou une dynamo avec batterie, avertisseur, une montre, un compte-tours, un indicateur de vitesse, etc...



LE TRIPORTEUR « MONET-GOYON » AVEC MOTEUR DE 500 CM³, FREINS SUR LES TROIS ROUES

Cette machine se transforme rapidement en un véhicule de tourisme. Il suffit de remplacer la caisse du triporteur par une carrosserie s'adaptant instantanément.

Le prix des machines varie, suivant la puissance et le confort, de 1.860 à 12.000 fr.

Conclusion

En France, la motocyclette se développe de plus en plus, parce que c'est un moyen de locomotion peu dispendieux, assez rapide et à la portée de la moyenne. Il permet de résoudre, pour beaucoup d'ouvriers et d'employés, le problème des transports et du logement.

Avec elle, seul ou à deux, on peut effectuer des trajets assez importants aussi vite, sinon plus vite, qu'avec la plupart des voitures légères.

La dépense kilométrique est très faible : 0 fr 15 à 0 fr 20, c'est-à-dire quatre à cinq fois moins qu'avec une voiture. Actuellement, les soins apportés à sa construction, l'étanchéité des carters, les protecteurs prévus permettent à l'usager de s'en servir couramment, sans maculer ses vêtements comme autrefois.

Elle exige, de la part de son propriétaire, de la courtoisie envers le public, par l'emploi obligatoire de silencieux efficaces; de la prudence, pour éviter les accidents encore trop nombreux qui nous sont signalés presque journellement.

On peut signaler, à cette occasion, la disposition assez malencontreuse de la plaque de police avant, qui est installée au-dessus du garde-boue avant, dans un plan vertical parallèle à celui de la roue. En cas de choc contre un piéton par exemple, cette plaque fait l'office d'un couteau et occasionne un accident très grave.

J'ai été témoin d'un accident de ce genre et c'était affreux. Un motocycliste, lancé à vitesse exagérée, a tamponné dans le dos un piéton qui descendait de sa voiture à droite parce qu'il avait doublé, à tort, cette voiture à droite, d'ailleurs. La plaque de police, faisant couteau, a produit une coupure profonde de plusieurs centimètres, s'étendant du dos jusqu'à l'entre-jambe, qui a cloué à l'hôpital le blessé pendant près de deux mois.

On ne voit pas pourquoi cette plaque ne serait pas aussi bien à l'avant parallèlement au guidon.

Pour terminer, nous rappellerons que la motocyclette est un instrument merveilleux entre les mains d'un conducteur exercé, elle passe à peu près partout, elle est assez peu encombrante et très maniable. On avait songé dans l'armée à l'utiliser pour remplacer en tout ou en partie la cavalerie.

Il y a eu un concours où l'autorité militaire a fait évoluer des cavaliers et des motocyclistes. A part le passage de certains obstacles particuliers, qui peuvent être sautés d'un bond par le cheval, ou de passages d'eau à gué, la motocyclette a pu circuler à peu près partout, dans des conditions aussi satisfaisantes que le cheval, et elle prenait évidemment l'avantage de vitesse dès qu'une route ou un sentier carrossable se présentait. Cet instrument est désormais populaire; il s'est fortement généralisé, et il faut, dès maintenant, féliciter grandement les constructeurs des magnifiques engins qui figuraient, cette année, au Salon de Paris.

CAPÈRE.

SACHONS QUE :

Cette année, on célèbre le trentenaire de la mort du fondateur du prix Nobel, le célèbre chimiste suédois, inventeur de la dynamite. De 1901 (fondation) à 1926, les titulaires du prix Nobel se répartissaient, au point de vue nationalité, comme suit : Allemagne, 29 ; France, 19 ; Angleterre, 13 ; Autriche, 5. La prochaine statistique de vingt-cinq ans enregistrera certainement de nouveaux progrès pour la France, puisque déjà nous comptons, parmi les lauréats, notre éminent collaborateur, le professeur Jean Perrin, de Paris (physique), et l'illustre et jeune savant Louis-Victor de Broglie (physique). (Voir l'article sur l'œuvre de Louis de Broglie, page 21 de ce numéro.)

**LA SCIENCE ET LA VIE est le seul magazine
DE VULGARISATION SCIENTIFIQUE ET INDUSTRIELLE**

LES VERNIS NITROCELLULOSIQUES SONT DE PLUS EN PLUS EMPLOYÉS PAR LES CHEMINS DE FER FRANÇAIS

Les difficultés de réalisations ; les résultats obtenus

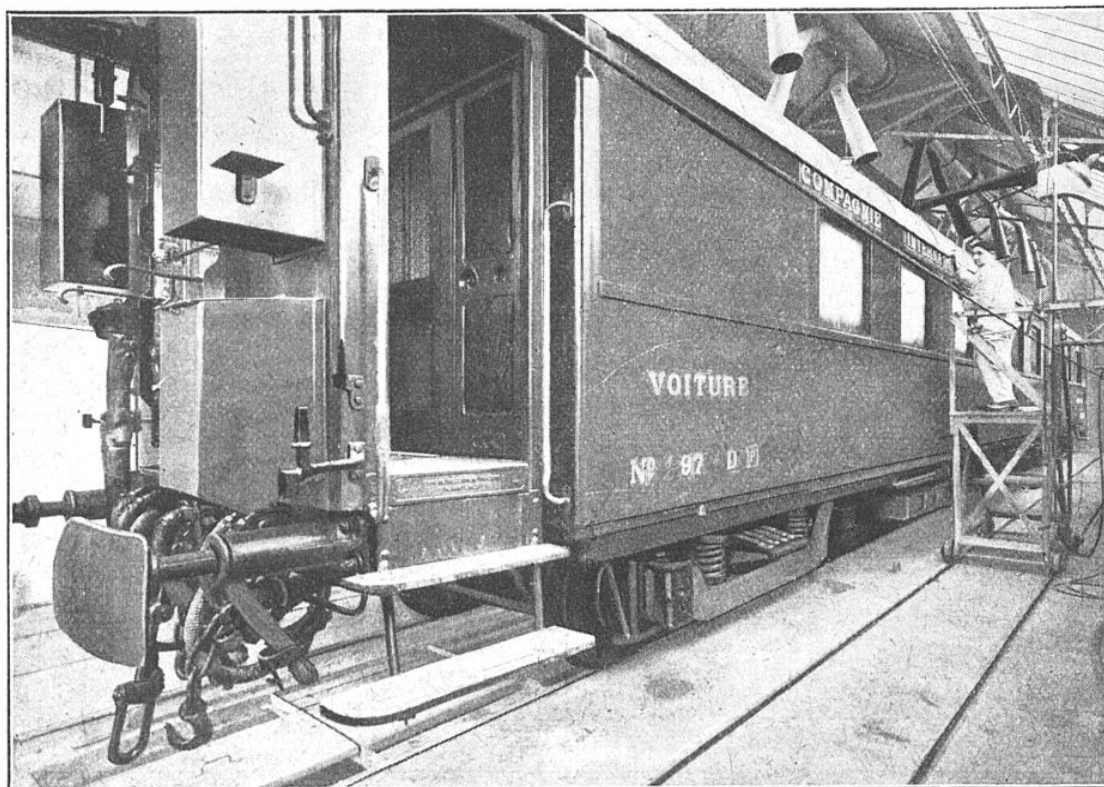
Par Jean MARTON

Les peintures des voitures de chemins de fer doivent résister à de multiples ennemis

LE problème de la peinture extérieure des voitures a toujours particulièrement intéressé les Compagnies de Chemins de fer ; c'est, en effet, à la fois une première nécessité pour la bonne conservation de

leur matériel et un souci pour elles de présenter aux voyageurs des véhicules d'un aspect extérieur toujours impeccable.

On était parvenu, grâce aux couches superposées et aux peintures grasses, à de fort beaux résultats et à une bonne tenue. Toutefois, la surface très vernissée donnée par les couches de vernis gras au moment où la voiture sortait de fabrication, ne tardait



ATELIER D'APPLICATION DE VERNIS NITROCELLULOSIQUES A UNE VOITURE DE LUXE DE LA COMPAGNIE INTERNATIONALE DES WAGONS-LITS

On remarque, au-dessus de la voiture, les tuyaux amenant l'air du dehors, préalablement réchauffé. Cet air entraîne les vapeurs de peinture et s'échappe par un caniveau situé entre les rails.

pas à se ternir à l'usage, par l'oxydation à l'air et par l'abrasion due aux frottements des particules de charbon, poussières, etc., malgré des réfections partielles assez fréquentes.

La peinture extérieure des voitures doit, en effet, résister à une abrasion intense occasionnée par le frottement des particules charbonneuses, parfois à haute température; les arêtes vives de celles-ci viennent frapper les parois à une vitesse voisine de 100 kilomètres-heure, en produisant des éraflures qui finissent par ternir le brillant.

Les laques cellullosiques, par leur résistance chimique et mécanique, paraissent pouvoir donner une solution intéressante à ce problème.

La Compagnie Internationale des Wagons-Lits, toujours en avant du progrès, n'a pas hésité à faire appel à une maison de vernis cellullosiques pour tenter l'expérience.

Une des principales difficultés du problème résidait dans l'obtention d'un vernis cellullosique ayant toutes les qualités d'imperméabilité, d'inaltérabilité, de dureté, etc., tout en étant assez souple pour résister aux déformations, aux dilatations et aux vibra-

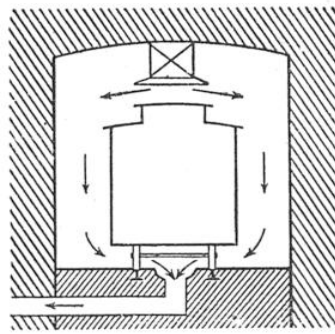


SCHÉMA DE CIRCULATION DE L'AIR DANS L'ATELIER DE PEINTURE DES VOITURES DE CHEMINS DE FER

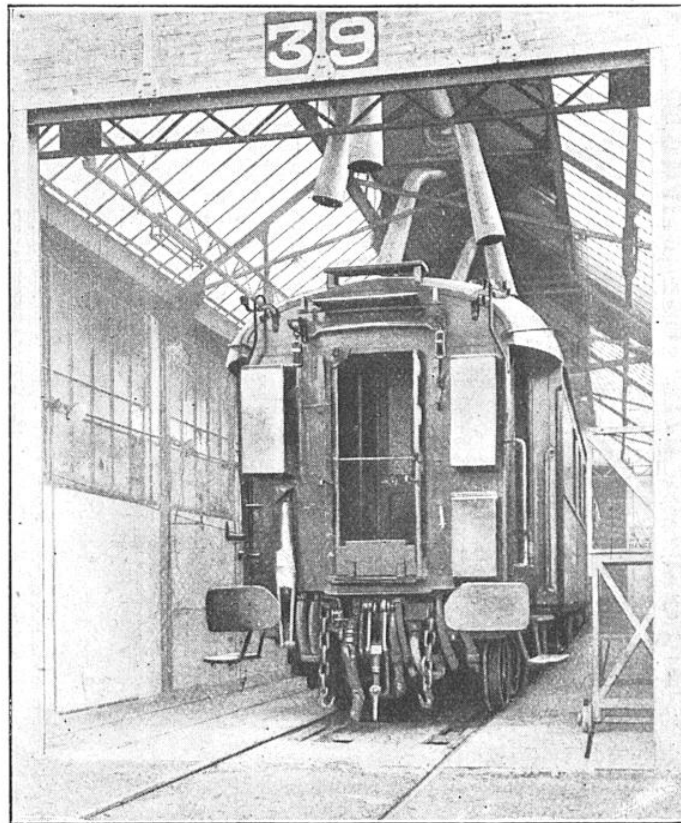
tions de surface aussi importantes que les parois extérieures des voitures. Comme nous le verrons plus loin, la Société « NITROLAC » a fourni une laque répondant pleinement à toutes ces conditions.

Les ateliers de peinture de voitures doivent être largement ventilés

Une autre difficulté existait dans l'organisation d'une bonne ventilation; il ne s'agissait plus là, en effet, de peindre, par pulvérisation, quelques mètres carrés de surface, comme dans la peinture des automobiles, mais de prévoir de grands ateliers bien ventilés, pour permettre l'évacuation rapide des vapeurs provo-

quées par l'application au pistolet des produits cellullosiques.

Plusieurs sociétés d'appareillage mécanique ont étudié particulièrement ce problème, et les installations actuelles sont assurées d'une aération convenable. Les cabines sont de vastes chambres dans lesquelles l'air atmosphérique, préalablement réchauffé pour obtenir une température régulière, pénètre par de larges bouches situées à la partie supérieure (voir schéma). Des tuyauteries d'aspiration, débouchant dans un large caniveau situé entre les



VUE EN BOUT DE LA VOITURE DEVANT RECEVOIR LE VERNIS NITROCELLULOSIQUE

Sur cette photo apparaissent nettement les bouches d'arrivée d'air nécessaire pour une bonne ventilation de l'atelier, qui sans cela serait rapidement saturé de vapeurs de peinture.

rails, aspirent l'air chargé de vapeurs, qui, étant plus lourdes que l'air ambiant, se rassemblent dans le fond de la chambre et sont facilement évacuées.

Pour l'émaillage de la partie supérieure des voitures, il a été prévu un petit chariot, se déplaçant sur rails parallèlement au wagon, ce qui facilite grandement le travail de l'ouvrier.

Les résultats obtenus

Dès les premiers essais, les résultats avaient été très satisfaisants ; une voiture émaillée en «NITROLAC», en service presque incessant pendant plus de deux ans, a gardé le même brillant parfait qu'elle avait à sa sortie de l'atelier. A cet avantage spécial, il a été remarqué l'extrême facilité d'entretien de la voiture laquée, par suite du manque d'adhérence de la boue, qu'un simple lavage à l'eau enlevait entièrement.

D'autre part, comme la laque cellulosique est applicable sur fond gras après interposition d'un isolant, il est possible de revernir les anciennes voitures en conservant les vieux fonds.

Par la suite, un grand nombre de voitures du «Train Bleu» ont été peintes en vernis nitrocellulosiques et, actuellement, environ cent cinquante voitures de luxe émaillées au vernis «NITROLAC» roulent continuellement, en gardant leur brillant aspect extérieur du début.

Les Entreprises Industrielles Charentaises, une des plus grandes maisons de construc-

tion de matériel de chemins de fer, ont été attirées par les nombreux avantages des vernis nitrocellulosiques et ont immédiatement procédé à une installation très importante de ventilation pour l'émaillage de ses voitures.

La Compagnie P.-L.-M., elle aussi, a voulu procéder à des essais et a fait émailler en vernis «NITROLAC» une vingtaine de voitures, parmi lesquelles les voitures-salons de luxe des trains spéciaux.

L'essai a été tout à fait réussi et cette importante Compagnie étudie actuellement l'extension de ce procédé dans ses différents ateliers.

Enfin, la Compagnie des Chemins de fer de l'État a pris, tout récemment, la décision de faire construire, dans trois de ses principaux ateliers, des installations pour l'application de la peinture cellulosique et elle ne manquera pas, sans aucun doute, d'en apprécier les heureux résultats.

La Société «NITROLAC» a fait dernièrement des essais sur des voitures du Métropolitain et on peut espérer que les voitures de cette Compagnie seront aussi émaillées en laques nitrocellulosiques.

Grâce aux réels avantages que présentent les vernis nitrocellulosiques dans cette branche d'industrie et aux brillants résultats qui ont été obtenus jusqu'ici, on peut dire que l'émail à froid sera adopté, dans un avenir très proche, par toutes les compagnies de chemins de fer français.

J. MARTON.

POURQUOI PAS ?

Un des rois du pétrole a affirmé récemment que jamais le pétrole naturel ne pourrait être concurrencé — au point de vue des prix — par les carburants de synthèse. C'est méconnaître les possibilités de la Science, qui a accompli bien d'autres révolutions sur les marchés économiques du monde ! On en a dit autant pour les nitrates du Chili, lors de l'apparition des nitrates artificiels, et de même pour la soie naturelle, vis-à-vis de la soie artificielle.

SOUVENONS-NOUS QUE :

Vers 1800, un chimiste français, Philippe Lebon, « inventa » le gaz d'éclairage, qui fut appliqué en Angleterre, car personne, en France, ne retint cette invention. Or, en 1929, un Français consomme 42 mètres cubes par an, un Allemand 55 mètres cubes, un Américain 118 mètres cubes, un Anglais 188 mètres cubes, soit, pour ce dernier, quatre fois et demi la consommation française !

LE CENTENAIRE D'UN GRAND CHIMISTE ALSACIEN : PAUL SCHUTZENBERGER

Par Georges URBAIN

MEMBRE DE L'INSTITUT

Schutzenberger fut à la fois un savant chercheur et un professeur éloquent : il a non seulement enrichi le domaine de la science et contribué à édifier la chimie moderne, mais encore il a déterminé des carrières fécondes par son enseignement à l'Ecole de Mulhouse, au Collège de France, à l'Ecole de Physique et Chimie. Ce fut à la fois un créateur et un animateur. En célébrant son centenaire, nous poursuivons un double but : glorifier un très grand savant, qui fut certainement trop modeste, et constituer, grâce à de généreuses souscriptions, des bourses Schutzenberger, destinées à encourager les jeunes savants à rester dans les laboratoires, car il importe de renouveler les cadres de l'enseignement supérieur et de maintenir à notre pays la renommée de suprématie dans les recherches scientifiques.

PARMI les grands savants que l'Alsace a donnés à la France, Paul Schutzenberger, né à Strasbourg en 1829, apparaît comme l'un des plus actifs dans les différents domaines de la chimie pure et appliquée.

Il serait trop long ici de retracer toutes les découvertes de composés que la chimie minérale comme la chimie organique doivent à ce savant. Citons seulement ses remarquables recherches qui aboutissent à cette conclusion qu'un métalloïde peut jouer dans les sels le rôle que les métaux y jouent généralement et qu'un métal, tel que le platine, peut former des composés comparables à ceux que donne le carbone dans les corps organiques.

Avant d'aborder en précurseur la chimie minérale, il avait immortalisé son nom dans la chimie organique par l'étude des matières albuminoïdes, qui avait exigé seize ans de recherches continues, tenaces, efficaces... Ayant séjourné douze ans dans la ville industrielle de Mulhouse, il devait être fatalement orienté vers la teinture et les matières tinctoriales. Ses investigations s'étendent de l'outremer aux couleurs végétales. Il étudia notamment la garance, l'alizarine, la cochenille ; il extrait,

par une minutieuse technique, l'izarine et l'indigotine. Grâce à ses recherches et à ses découvertes, il contribue au progrès de l'industrie tinctoriale et de l'impression sur indiennes.

Dans ce domaine, nous nous garderons d'oublier la découverte capitale de l'acide hydrosulfureux, réactif précieux pour les produits tinctoriaux. De ce chef, l'industrie de l'indigo est révolutionnée, les rendements en sont accrus, les opérations en sont simplifiées.

Le champ d'investigation du savant alsacien est donc considérable : une nomenclature complète de ses recherches en chimie minérale comme en chimie organique nécessiterait des pages entières de ce magazine. Jusqu'à la fin de sa vie, son esprit curieux et inventif s'exerça dans de nombreux domaines de l'activité scientifique. C'est



PAUL SCHUTZENBERGER
(1829-1897)

ainsi que, peu avant sa mort, il commença l'étude des terres rares, dont l'avenir a montré l'importance, tant au point de vue théorique qu'à celui de leurs applications. Plutôt timide en société, il était presque téméraire dans ses travaux. L'esprit libre de toute tendance dogmatique, il s'écartera des voies déjà frayées et il imprima à son œuvre un caractère éminemment personnel. G. URBAIN.

LA T. S. F. ET LES CONSTRUCTEURS

Les appareils Lux-Radio

PARMI les appareils Lux-Radio, nous signalerons aujourd'hui le poste récepteur « Universal Secteur » et le bloc d'alimentation totale « Rectisocle ».

L'« Universal Secteur », à 4 lampes, à réglage automatique intégral, fonctionne directement sur le secteur alternatif et utilise comme collecteur d'ondes une antenne intérieure de petites dimensions ou un cadre. D'une grande sélectivité et d'une grande pureté, ce poste est à la fois très puissant et très sensible. Ces résultats remarquables ont pu être obtenus grâce à l'emploi rationnel des nouvelles lampes à écran. La réception est exempte de tout bruit de fond, le montage comportant simplement trois circuits à résonance. Ces trois circuits sont commandés et réglés par un seul bouton au moyen de dispositifs spéciaux de synchronisation, sans que les qualités de l'appareil en soient diminuées.

En dehors de ce récepteur, Lux-Radio fabrique également d'excellents changeurs de fréquence entièrement métalliques, à lampe triggrille et fonctionnant, soit sur batteries, soit sur le secteur.

Le *Rectisocle* résout très heureusement le problème de l'alimentation totale par le secteur. Il fonctionne sans lampe, sans valve, sans aucune pièce mécanique mobile. Il utilise les propriétés des cellules oxy-métal, dont le principe est le suivant : si l'on forme une couche d'oxyde à la surface d'une rondelle de métal, le courant passe beaucoup plus difficilement dans le sens métal-oxyde que dans le sens inverse. On est parvenu à établir

des cellules où le courant varie dans la proportion de 1 à 1.000 suivant le sens dans lequel on applique la force électromotrice. Ainsi, pour un courant de fuite de 1 milliampère (sens métal-oxyde), il passera un courant utile de 1 ampère (sens oxyde-métal).

Le rendement d'un élément redresseur atteint presque 70 % et le rendement total est excellent.

D'une présentation parfaite, cet appareil se fait en trois modèles : le *Rectisocle*, qui se place sous l'appareil récepteur comme un socle, et les rectisecteurs *A* et *B*, qui se placent à l'intérieur du poste. Le deuxième peut fournir, en dehors des tensions 4, 20, 40 et 80 volts, la tension de 120 volts nécessaire pour l'utilisation des lampes triggrilles en basse fréquence.

Citons, enfin, le récepteur de grand luxe « Triomphe », une série d'amplificateurs pick-up de toutes puissances et de tous styles.

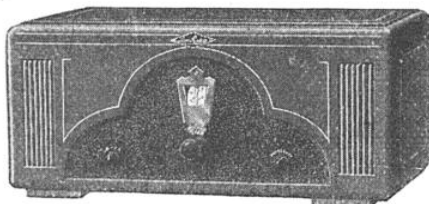
L'« Autorex »

LA simplification des réglages et le repérage automatique sont à l'ordre du jour. On sait qu'il est relativement facile de centraliser les réglages et que la seule difficulté consiste à laisser suffisamment d'indépendance aux deux condensateurs commandés ensemble de façon à assurer une mise au point parfaite.

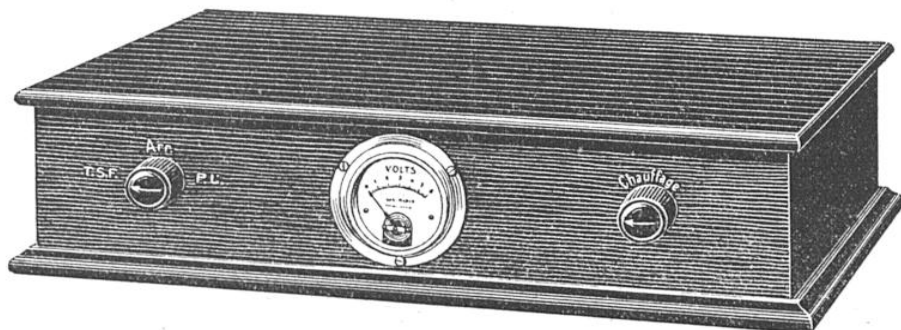
La maison Tavernier a établi un dispositif qui réalise la commande unique et le repérage précis, tout en permettant de régler chacun des condensateurs. Ceux-ci, de la même maison, sont équilibrés, du type à variation linéaire de capacité et à faibles pertes. L'axe de chaque condensa-

teur porte un pignon à dents obliques et sur chacun de ces pignons engrène une crémaillère également à dents obliques, taillées à l'extrémité d'une tige de manœuvre qui coulisse dans une monture.

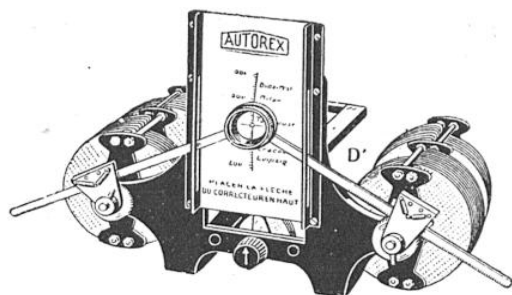
Les deux tiges sont articulées



L'« UNIVERSAL SECTEUR »



LE BLOC D'ALIMENTATION TOTALE « RECTISOCLE »



VUE D'ENSEMBLE DE L'« AUTOREX »

sur une même pièce circulaire qui porte une alidade en croix servant d'index. L'extérieur de cette pièce annulaire est moleté afin d'assurer une prise facile, quand on cherche à déplacer le mécanisme devant un cadran où sont indiqués les points de repérage pour les différents postes d'émission ou pour les longueurs d'ondes.

On comprend facilement que, suivant le sens de déplacement de la pièce annulaire qui peut aller dans tous les sens, l'action de chaque crémaillère sur un pignon respectif se fait en conséquence. Le sens de rotation peut donc varier et l'amplitude du déplacement peut être plus ou moins grande.

Par exemple, si on déplace l'index de bas en haut, suivant l'axe vertical du cadran, la variation de capacité est de même sens et de même valeur pour chaque condensateur. Si on déplace l'index à partir d'un point de l'axe vertical du cadran, de droite à gauche, par exemple, la capacité d'un condensateur diminue et l'autre augmente, les variations étant ainsi égales et de sens contraire. Bien entendu, pour des déplacements différents, c'est-à-dire obliques, on a des variations intermédiaires, de sorte que l'on peut régler d'une façon absolument rigoureuse chaque capacité.

En explorant ainsi tous les points du cadran, on arrive à régler le poste pour toutes les émissions susceptibles d'être captées. L'index se déplace proportionnellement à la variation de longueur d'ondes et, quand on étalonne les postes récepteurs avec l'Autorex, on obtient une courbe analogue à celle que l'on aurait tracée si l'on avait utilisé un condensateur à variation linéaire de longueurs d'ondes, dit square law.

On peut, à volonté, étalonner le cadran en longueurs d'ondes ou bien indiquer seulement les noms des postes d'émission.

Pour assurer le réglage rigoureux, malgré les écarts dus aux légères variations de longueur d'ondes de certains postes, un dispositif spécial de correction est placé à la partie inférieure de l'appareil.

Quoi qu'il en soit, une fois l'étalonnage effectué, le réglage du poste récepteur devient automatique ou, plus exactement, unique.

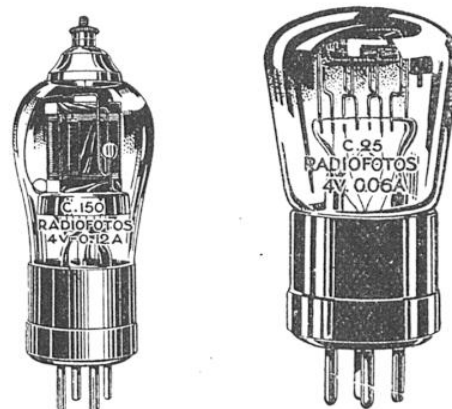
La série des lampes Fotos

L'EFFORT des constructeurs s'est particulièrement porté sur les lampes de T. S. F., dont la construction a fait, au cours des dernières années, de remarquables progrès. Voici la série des lampes Fotos qui montrent ce que l'on peut attendre aujourd'hui de ces accessoires indispensables.

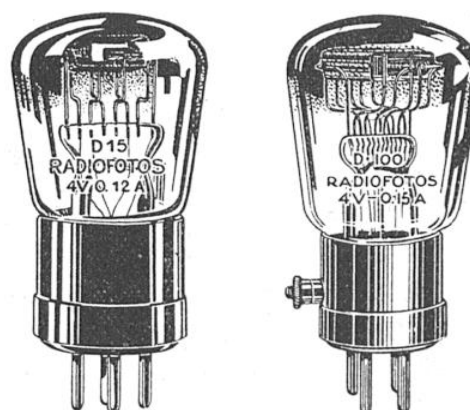
Parmi les lampes de T. S. F. proprement dites, c'est-à-dire celles qui se placent sur le poste récepteur, nous devons signaler plus particulièrement : la détectrice D. 15, les bigrilles radiofotos et la trigrille D. 100. Toutes sont munies d'un nouveau filament à oxyde. Ajoutons les lampes à chauffage indirect et valves pour tension-plaque, qui ont permis à de nombreux constructeurs d'établir des postes fonctionnant entièrement sur l'alternatif.

Les lampes radiofotos sont appropriées aux principaux montages actuels : super à quatre lampes, le trois lampes de puissance, le pick-up de salon, le changeur sur alternatif, le poste à ondes courtes.

En dehors de ces lampes, existent des lampes nouvelles pour la reproduction phono-



LAMPES « FOTOS » C. 150 ET C. 25



LA DÉTECTRICE D. 15 ET LA TRIGRILLE D. 100

graphique et l'amplification à grande puissance, fournissant de 6 à 120 watts. Une valve spéciale est prévue pour l'alimentation-plaque à chaque radiofotos Pick-up. La P. 6 et la W. 6 sont particulièrement intéressantes.

Une dizaine de types différents de valves et de régulateurs correspondants permettent la recharge des batteries d'accumulateurs, notamment la valvaz 2124 pouvant recharger les batteries de 4 volts, 40 volts, 80 volts et 120 volts.

Signalons enfin les lampes d'émission de toutes puissances et les cellules photo-électriques fabriquées dans les laboratoires de la Société des lampes Fotos, à Lyon.

Radiophonie et acoustique

LES efforts accomplis par les constructeurs d'appareils de T. S. F. se traduisent, chaque année, par la mise au point de perfectionnements de détail qui rendent les postes à la fois plus puissants et plus purs et d'une plus belle présentation.

On peut également constater avec plaisir que le haut-parleur n'est plus considéré maintenant comme un accessoire. N'est-ce pas lui, en effet, qu'en définitive nous entendons? Or, de grands progrès ont été effectués dans l'établissement des haut-parleurs. L'électrodynamique, notamment, donne d'excellents résultats dans les grandes salles de concerts. Cependant, le sans-filiste moyen, qui constitue la masse des auditeurs, n'emploie pas cet appareil, trop puissant pour un appartement et nécessitant une très grande amplification. On peut donc dire que c'est le haut-parleur électromagnétique, dérivé du simple écouteur téléphonique, qui reste le plus employé. Parmi

ce genre d'appareils, nous signalerons le haut-parleur *Radio-Dessart*, qui, imitant en cela les fabricants d'instruments de musique (piano, violon), a construit *en bois* l'âme de son diffuseur, c'est-à-dire sa membrane, parfaitement amortie. Pour mettre en valeur et amplifier le son produit, le diffuseur s'appuie sur un meuble massif en bois dense, assez dur pour être sonore. Dans ce meuble sont logés le récepteur lui-même, le cadre, les accus, le rechargeur automatique, tous les fils et le phono électrique avec son pick-up et ses disques.

Les lampes à écran et l'alimentation totale sur le secteur

LES lampes à écran ont donné d'excellents résultats au point de vue sensibilité, sélectivité, puissance et pureté d'audition. Cependant elles exigent une tension-plaque assez élevée (de 120 à 160 volts), ce qui nécessite deux batteries d'accumulateurs de 80 volts en dehors de la batterie de chauffage et de la pile de polarisation de grille.

Voici cependant un poste utilisant ces lampes et qui supprime ces ennuis. C'est un changeur de fréquence alimenté complètement par le secteur. Une prise de courant sur le secteur, un jack pour brancher le haut-parleur, un autre jack permettant l'emploi d'un pick-up, et c'est tout.

Remarquons que ce poste fonctionne sur le secteur *alternatif ou continu*. De plus, aucun cadre ni antenne n'est nécessaire, le réseau d'alimentation formant collecteur d'ondes. Un simple fil de terre suffit donc pour entendre les postes les plus éloignés. Aucun ronflement désagréable n'accompagne l'audition.

La netteté est parfaite, grâce à l'emploi d'une trigrille de puissance, constituant l'amplificatrice basse fréquence unique, et d'une lampe à écran de grille en moyenne fréquence.

Signalons également que les Etablissements *Omnium-Radio* construisent également un adaptateur pour ondes courtes, système Rigaux, qui se branche en quelques secondes sur un appareil déjà existant et qui permet, sans rien modifier au récepteur, de capter les ondes de 10 à 100 mètres.

J. M.

Adresses utiles

pour « La T. S. F. et les Constructeurs »

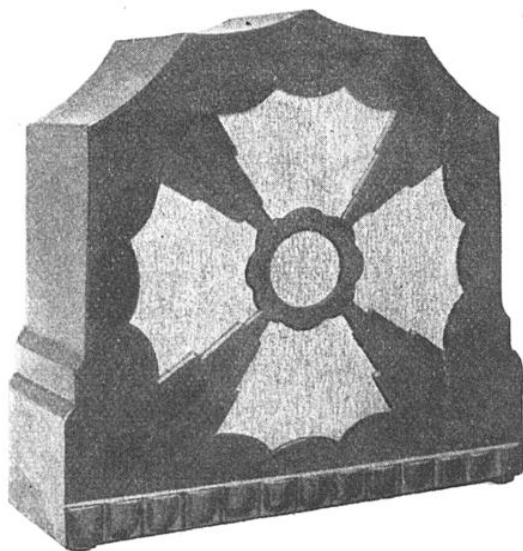
Lux-Radio : SOCIÉTÉ LUX-RADIO, 19, place de l'Eperon, Le Mans (Sarthe).

Autorex : ETABL^{ts} TAVERNIER, 71^{ter}, rue François-Arago, Montreuil (Seine).

Lampes Fotos : ETABL^{ts} GRAMMONT, 10, rue d'Uzès, Paris (2^e).

Diffuseur : RADIO-DESSART, 124, avenue Philippe-Auguste, Paris (11^e).

Lampes à écrans : OMNIUM-RADIO, 110, boulevard Saint-Germain, Paris (6^e).



VUE DU HAUT-PARLEUR RADIO-DESSART

LE PHONOGRAPHE ET LA VIE

Un peu de technique, beaucoup de pratique.

Par F. FAILLET

Le moteur du phono se graisse... comme le moteur de l'automobile !

ON est parfois surpris de la solidité des phonographes ; il est vrai qu'ils subissent souvent et victorieusement des épreuves pour lesquelles ils ne sont cependant pas destinés et qui, en définitive, diminuent singulièrement leur longévité. C'est que le raisonnement commun à beaucoup d'amateurs est fort simpliste : ceux-ci réservent tous leurs soins, toutes leurs attentions, au diaphragme et au bras coudé ; mais, ces deux pièces exceptées, ils ne se soucient guère du mouvement mécanique et, tout au plus, consentent, de temps à autre, à ne tendre les ressorts qu'en actionnant la manivelle pendant la rotation du plateau. Et, pourtant, la solidité de ces mouvements n'a d'égale que leur délicatesse.

Au fond, on peut les comparer, toutes proportions gardées, au moteur d'une automobile. Celui-ci ne remplit convenablement son office que s'il est parfaitement graissé. Le manque d'huile non

seulement entrave son fonctionnement, mais aussi l'use effroyablement, lui enlevant toute robustesse.

Il en est de même pour le moteur mécanique du phonographe : il est indispensable de le graisser régulièrement si l'on veut qu'il dure ; évidemment, il ne s'agit pas de faire la « vidange » tous les 1.500 disques, mais seulement de huiler ou vaseliner, de temps à autre, les divers rouages.

Regardez un instant le schéma d'un moteur classique (fig. 1) et voyez la multiplicité des engrenages, la finesse des pivots ; il tombe sous le sens que toutes ces roues dentées, tous ces axes dont certains tournent rapidement, finiraient par s'user si quelque lubrifiant ne venait adoucir leurs surfaces de contact. Au surplus, l'entretien n'est ni

long ni même salissant, et son observation rend pratiquement immortel le phonographe : une burette et un petit pinceau (ou une petite brosse) y suffisent...

Done, tous les deux ou trois mois, dévissez les quatre ou six vis qui maintiennent la planchette supérieure (le plateau ayant été

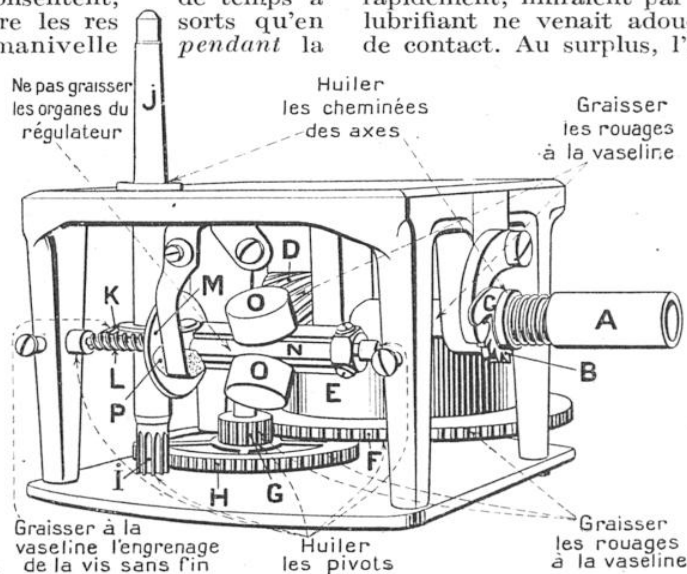


FIG. 1. — SCHÉMA DE GRAISSAGE D'UN MOUVEMENT

Cet intérieur de mouvement est celui d'un appareil portatif Odéon ; il a été choisi pour faciliter la compréhension des engrenages, mais, bien entendu, les indications concernant le graissage sont valables pour tous les appareils où se retrouve d'ailleurs, dans une disposition à peu près analogue, la succession des différentes pièces mécaniques. En A, axe de la manivelle, muni d'une roue à rochet B, qui, maintenue par le cliquet C, retient la manivelle lorsque le ressort est tendu. En D, extrémité filetée de l'axe de la manivelle engrenant avec une roue dentée (invisible ici) solidaire du ressort enfermé dans son boîtier (E). Lorsque le ressort se détend, la roue F tourne, entraînant successivement G, puis H, puis I, c'est-à-dire l'axe J, sur lequel vient se placer le plateau supportant le disque. En tournant, cet axe J, par l'intermédiaire de la roue K, fait mouvoir la vis sans fin L, qui, elle-même, entraîne l'axe N. Sur cet axe sont fixées, par un cadre déformable, les petites masses du régulateur O. Celles-ci, sollicitées par la force centrifuge, s'écartent, rapprochant un plateau M d'un tampon de feutre P, qui vient le freiner lorsque la vitesse de l'ensemble est trop grande.

préalablement ôté) ; enlevez cette planchette et suivez ensuite les indications de notre plan ; l'examen du mécanisme vous les fera comprendre d'ailleurs clairement. Pour le ressort, enfermé dans son boîtier et savamment enduit de graisse par le constructeur, il n'est point nécessaire de s'en préoccuper. Lorsque votre appareil sera déjà vieux, vous pouvez démonter les boîtiers et changer la graisse ; mais la manipulation de ces longs rubans d'acier est délicate et

alors toute sa véritable signification et son importance. Aussi a-t-il toujours reçu tous les soins attentifs des constructeurs.

A la liste déjà considérable d'appareils de ce genre, Pathé en ajoute un nouveau fort réussi : l'olotonal ordinaire ou luxueux. C'est un phonographe élégamment présenté, où les ingénieurs des si magnifiques usines de Chatou sont parvenus à donner au pavillon acoustique une longueur suffisante. On sait que le défaut commun aux portatifs est de ne

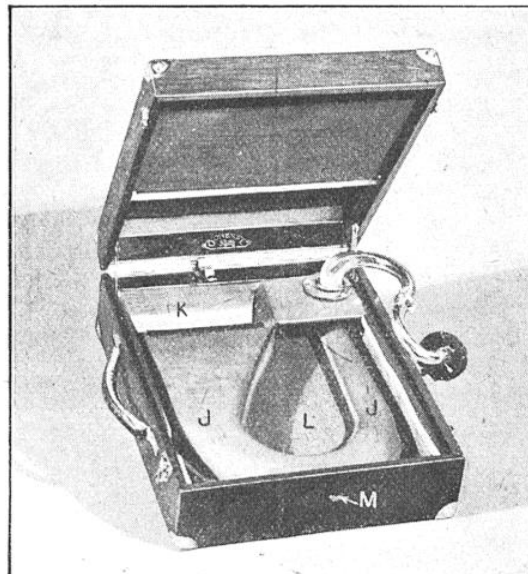


FIG. 2. — LE PORTATIF « OLOTONAL » PATHÉ

A gauche : ouvert prêt pour l'audition. A droite : plateau, planchette supérieure et mouvement enlevés pour montrer la longueur du pavillon acoustique. On sait qu'une des principales faiblesses des appareils portatifs réside dans le peu de développement du pavillon. Dans l'olotonal Pathé, le mouvement mécanique proprement dit a pu être suffisamment comprimé pour permettre au tube acoustique de tourner tout autour et d'allonger ainsi dans une mesure appréciable son développement total. A, le plateau sur lequel se placent les disques ; B, le diaphragme et son porte-aiguilles ; C, le bras coudé mobile ; D, dispositif d'arrêt ; E, réglage de la vitesse ; F, manivelle qui peut se loger dans l'appareil, fixée en G ; H, boîte à aiguilles ; I, logement des disques pour le transport ; J, conduit acoustique ; K, pavillon ; L, emplacement du mouvement ; M, trou fileté recevant la manivelle pour le remontage du ressort.

parfois dangereuse, et il est encore plus simple de prier un mécanicien d'opérer pour vous ; cet ultime graissage est si peu fréquent que sa dépense en devient insignifiante.

Ne négligez pas la toilette de votre moteur ; sinon, un jour — prochain peut-être — en le remontant vous entendrez un clic sec : le ressort sera cassé, ou un clac timide : un engrenage aura vécu.

Nouveaux « portatifs »

L'hiver n'est pas encore terminé et, déjà, l'on songe au printemps, qui va permettre les promenades nouvelles, les excursions en auto, moto, voire modeste bicyclette.

L'appareil portatif, moins véridique, moins sonore que le coffret ou le meuble, reprend

point comporter de pavillon suffisamment développé : la petitesse — par définition — de l'appareil ne le permet pas. Pathé est parvenu à obvier à cet inconvénient en condensant, en resserrant le mouvement mécanique pour permettre au pavillon de tourner tout autour ; sa longueur s'en trouve ainsi accrue, et augmentées les qualités de puissance et de fidélité.

L'olotonal ordinaire est aimablement présenté sous sa couverture de pégamoïd ; mais le modèle plus luxueux est recouvert d'une fine feuille d'aluminium du plus étrange et agréable aspect, qui donne à ce métal une utilisation heureuse et pour le moins imprévue ; à cet égard, son originalité méritait d'être signalée.

F. FAILLET.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Un problème capital en mécanique : l'écrou indesserrable

L'ÉCROU, un des éléments de construction le plus utilisé pour l'assemblage des machines, présente malheureusement le défaut de sa qualité essentielle : il peut se desserrer de lui-même sous l'effet de chocs, de vibrations ou trépidations. D'où la possibilité d'accidents plus ou moins graves et, dans tous les cas, la nécessité d'un contrôle minutieux et assez fréquent.

De nombreux moyens ont été imaginés, pour « bloquer » les écrous. Citons pour mémoire : les contre-écrous, les rondelles freins, les goupilles, les écrous à créneaux, etc., sans compter un assez grand nombre d'écrous spéciaux qui exigent des boulons également spéciaux, à pas de vis différents de ceux utilisés normalement dans l'industrie.

D'ailleurs, ces dispositifs peuvent être répartis en deux classes : ceux qui fixent complètement l'écrou dans la position définitive qu'il doit occuper ; ceux qui freinent simplement le desserrage.

Le système que nous voulons signaler aujourd'hui à nos lecteurs participe d'ailleurs de ces deux classes. L'écrou Rosset peut être, en effet, à volonté, soit écrou de sûreté, soit écrou indesserrable.

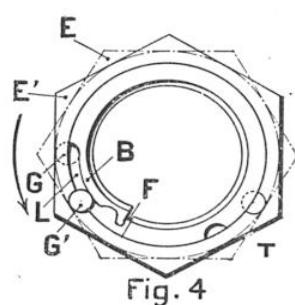
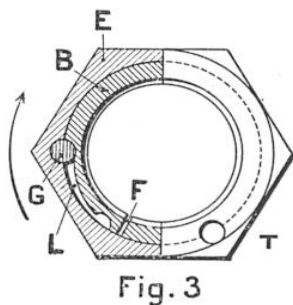
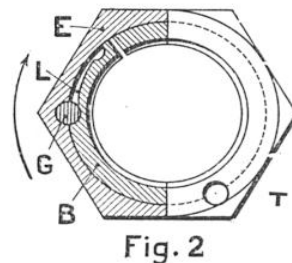
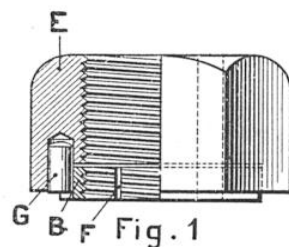
Le fonctionnement de cet écrou repose sur la combinaison d'un écrou ordinaire *E* avec un écrou auxiliaire *B* qui présente la forme d'une bague fendue en *F*. Cette bague est

logée dans la base du premier écrou. Entre la bague et l'écrou se place une cheville *G* emprisonnée entre les deux, qui, d'ailleurs, entraîne la bague lorsqu'on serre le premier écrou. Au moment où on serre deux pièces mécaniques, la bague vient toucher la première, la surface de contact. La cheville l'entraîne tout d'abord, puis, lorsque le frottement de la bague sur la surface à serrer est suffisant, l'écrou *E* entraîne la cheville *G*

qui s'engage dans l'évidement *L*, taillé en forme de rampe. La forme de celui-ci est telle que l'écrou *E* serre fortement la bague *B* contre les filets du boulon (fig. 2).

La pression considérable exercée intégralement sur les surfaces de contact des filets de la bague et du boulon fournit une résistance supérieure aux efforts tangentiels pouvant être transmis à l'écrou, de sorte qu'il ne peut se desserrer de lui-même. Mais il y a mieux et on peut obtenir très facilement l'indesserrabilité absolue.

Supposons, en effet, que nous renversions la bague (fig. 3), de telle sorte que l'évidement *L* dans lequel se coince la cheville *G* se présente dans le sens opposé à celui de la figure 2. Si nous serrons alors « à bloc » l'écrou *E* et, bien entendu, en même temps la bague entraînée par la cheville *G*, il est facile de se rendre compte qu'une tentative de desserrage (sens de rotation opposé à celui de la flèche) coince la cheville *G* dans l'évidement *L* et, par conséquent, appuie énergiquement la bague fendue contre les filets du boulon. On voit, sur la figure 4, la posi-



L'ÉCROU ROSSET EST, A VOLONTÉ, SOIT UN ÉCROU DE SÛRETÉ, SOIT UN ÉCROU INDESSERRABLE

tion de l'écrou serré (écrou en *E*, cheville en *G*) et la position après un effort pour dévisser (écrou en *E'*, cheville en *G'*). L'assemblage ainsi réalisé ne peut être disjoint que par la destruction du filetage.

Cependant, cette indesserrabilité peut avoir, dans certains cas, quelques inconvénients. On y a remédié de la façon suivante : on a percé dans l'écrou et la bague un trou *T* parallèle à leur axe, analogue à celui qui reçoit la cheville *G*, mais traversant complètement l'écrou et la bague et non accompagné d'un évidement analogue à *L*. Lorsque l'écrou est dans la position *E'* (fig. 4), les deux moitiés de ce trou *T* ne se trouvent plus en face l'une de l'autre. Pour dévisser l'écrou, il suffira alors de le serrer à nouveau à bloc. La cheville *G* reprend sa place dans son logement cylindrique et les deux portions du trou supplémentaire sont alors en face l'une de l'autre. Il suffit donc d'introduire une tige cylindrique dans ce trou pour que la manœuvre de l'écrou

dans le sens du dévissage entraîne la bague et rende possible le desserrage de l'ensemble.

L'écrou Rosset s'emploie donc comme un écrou ordinaire ; il ne nécessite aucun outil spécial ; il ne comporte aucun organe délicat. Son usinage étant très simple, son prix de revient est à peine double de celui d'un écrou ordinaire. Ceci est peu de chose, étant donné que cet écrou est principalement destiné à l'assemblage de pièces mécaniques subissant de fortes vibrations, et les essais effectués ont montré toutes les qualités de cet écrou, qu'il soit employé comme écrou de sûreté ou comme écrou indesserrable. C'est une nouvelle sécurité dans la construction.

Un nouveau batteur d'œufs et une nouvelle perceuse à main fondés sur le même principe

PARMI les appareils qui ont été imaginés pour rendre plus aisée la tâche de la ménagère, il faut citer les nombreux dispositifs établis pour battre les œufs, qu'il s'agisse de préparer une crème, une mayonnaise ou des pâtisseries.

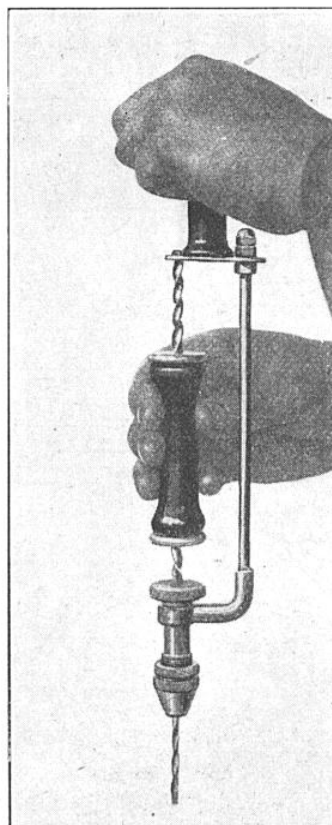
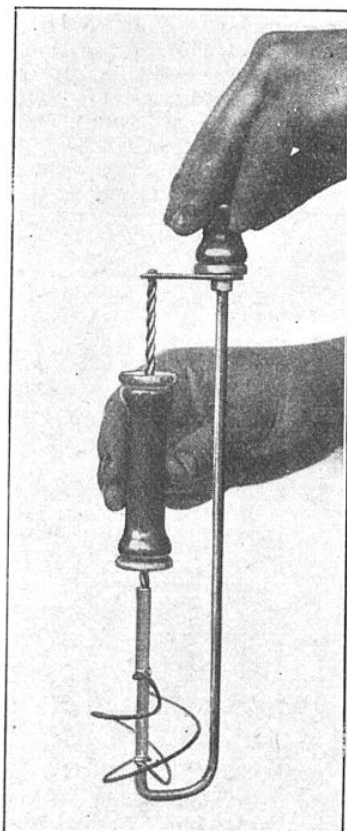
Tout le monde connaît les systèmes à engrenages, assez délicats, et les appareils rotatifs actionnés par un mouvement de va-et-vient vertical de la poignée.

Le batteur que nous signalons aujourd'hui, d'une grande simplicité, s'apparenterait plutôt à ce dernier type, quoiqu'il en diffère assez sensiblement. Il se compose d'une monture métallique, munie d'une poignée et portant un drille sur lequel est fixée, à la partie inférieure, une spirale de fil de fer.

Une poignée coulisse sur le drille et lui imprime un rapide mouvement de rotation. Un tube, formant entretoise, empêche la poignée de venir buter contre le fil de fer.

Tournant toujours dans le même sens et à grande vitesse, cet appareil permet de monter rapidement une mayonnaise. Lorsque l'huile a été liée à l'œuf, au début de l'opération, on peut sans crainte la verser en abondance.

Le nettoyage est des plus simples : il suffit d'actionner le batteur dans de l'eau chaude, en évitant de laisser tremper la poignée. On graissera légèrement celle-ci avec de l'huile à salade.

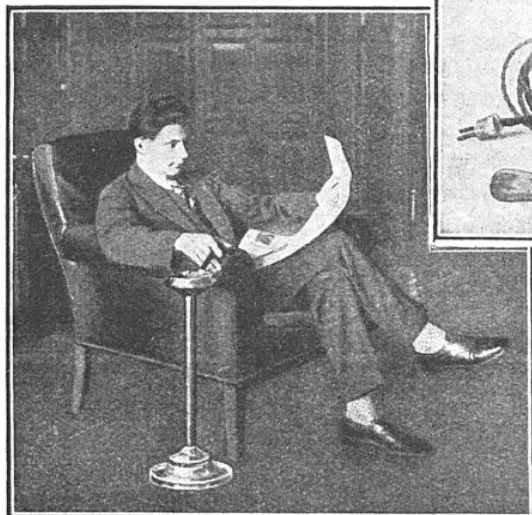
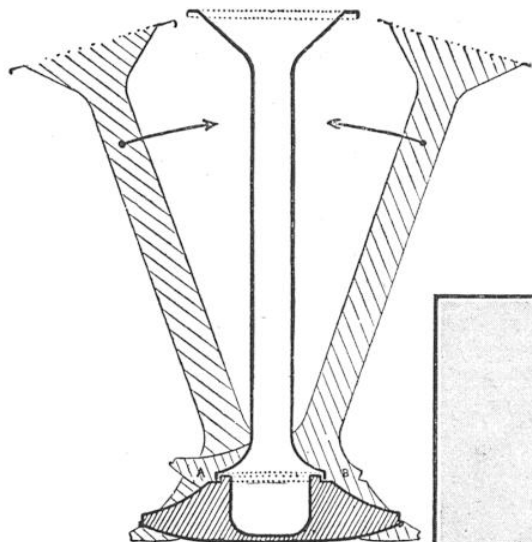


A GAUCHE, LE BATTEUR D'ŒUFS ; A DROITE, LA PERCEUSE
À MAIN TOURNANT TOUJOURS DANS LE MÊME SENS

Sur le même principe, on a construit une petite perceuse à main, d'un maniement commode, et qui rendra à tous de grands services pour les menus travaux de l'atelier ou du ménage. Ainsi que le montre notre photographie, l'appareil est identique au batteur d'œufs; seule, la spirale de fil de fer est remplacée par un porte-forets.

Cendrier sur pied inversable

CHACQUE fois qu'un certain nombre de personnes se trouvent réunies dans un salon, un des petits problèmes à résoudre pour assurer le confort des invités consiste à éviter la « chasse au cendrier » en déposant ces petits appareils bien connus

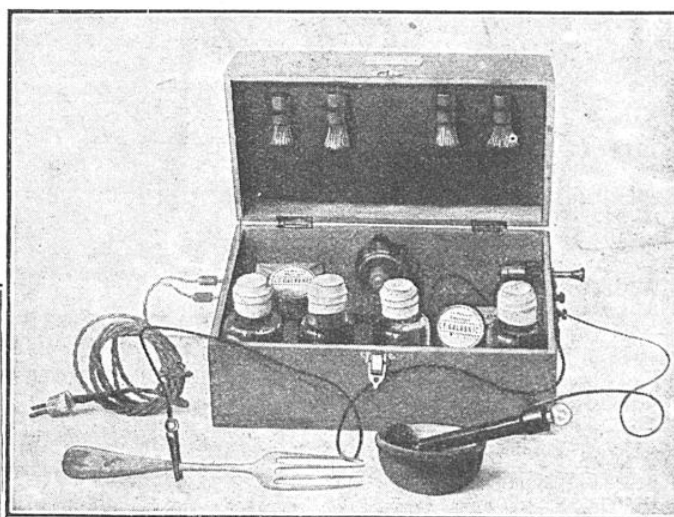


COUPE ET PHOTOGRAPHIE DU CENDRIER INVERSABLE, MONTÉ SUR PIED

soit sur les meubles de la pièce, soit sur de petites tables spéciales. Naturellement, c'est surtout dans les hôtels, les grands paquebots, les cercles que la question présente tout son intérêt. Ainsi a-t-on pensé qu'il serait beaucoup plus pratique de disposer de cendriers à pied, faciles à placer à côté des fauteuils. Mais une difficulté a surgi immédiatement, car ce cendrier à pied ne demande qu'à se renverser sur le tapis. On a donc imaginé le modèle ci-dessous, dont la base est lestée et profilée de telle façon qu'il revient automatiquement à sa position d'équilibre quand on le fait basculer. Entièrement métallique (cuivre chromé, acier poli, métal laqué, fer forgé, etc.), ce cendrier est très robuste. Son vidage se fait simplement en séparant le tube du grand réservoir à cendres.

Le nickelage au pinceau par le courant du secteur

NOUS avons déjà signalé à nos lecteurs l'ingénieuse invention de M. Solère qui permet de nickeler, d'argenter, de dorer, etc., au moyen d'un pinceau spécial, toutes sortes d'objets métalliques, sans aucun démontage (radiateurs d'autos, robi-



ENSEMBLE DE LA BOÎTE À NICKELER FONCTIONNANT SUR LE COURANT DU SECTEUR

nets, phares, chauffe-bains, clés, outils, argenterie, etc.). On sait que ce résultat était simplement obtenu au moyen d'une pile assurant le dépôt galvanique du métal.

Cependant, il était intéressant d'atteindre le même but en utilisant le courant lumière, pour éviter le remplacement des piles. Ce perfectionnement est aujourd'hui réalisé, grâce à deux types de boîtes d'alimentation qui sont prévues, une pour le courant

continu, une pour le courant alternatif. Pour le courant continu, le dispositif comporte simplement une lampe réductrice de tension et un accu tampon de 6 volts, tension optimum pour les différents travaux envisagés.

Le problème à résoudre pour l'alternatif est plus délicat, puisque l'électrolyse exige absolument du courant continu. L'exemple de l'alimentation des postes de T. S. F. sur l'alternatif montre, cependant, que cette difficulté pouvait être vaincue en employant un redresseur de courant. Comme, en outre, il n'est point besoin ici d'avoir un courant rigoureusement constant, il a suffi d'utiliser un redresseur sans filtres spéciaux. Le redresseur comporte des éléments redressant les deux alternances du courant avec un excellent rendement. L'appareil se branche sur une prise de courant quelconque, comme une lampe. La dépense de courant n'atteint pas 0 fr 10 à l'heure, pour le plus grand modèle.

L'appareil est complété par un rhéostat de réglage, qui permet, au début de l'opération, de réduire l'intensité du courant, condition indispensable à la solidité des dépôts de nickel, d'argent et d'or.

La trousse à galvanoplastie portative forme donc maintenant un ensemble complètement au point, qui permet à tous d'effectuer des travaux intéressants, soit à l'atelier, soit dans le ménage, pour maintenir à l'état de neuf toutes les pièces d'argenterie, etc...

Réversible, cette pince est, en réalité, un outil à usages multiples

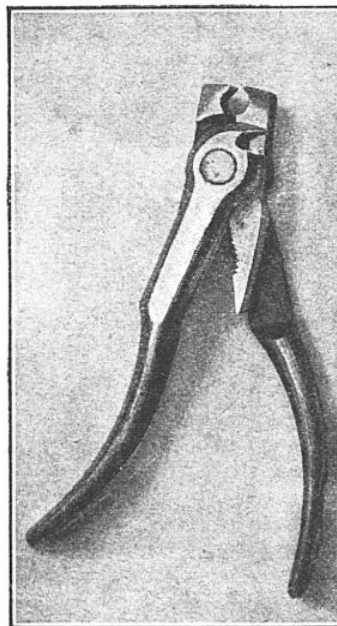
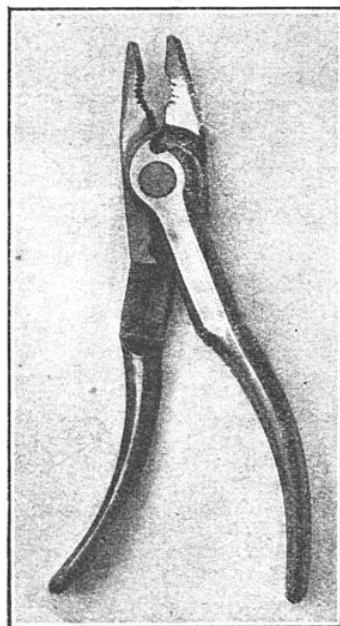
PARMI les outils qui composent la trousse de l'ouvrier, quel que soit, peut-on dire, son corps de métier, la pince est certainement un des plus essentiels. Pince plate, pince coupante, pince à gaz, coupe-fil,

pince ronde, tels sont les principaux aspects que revêt cet outil. Son usage suppose, d'ailleurs, la possession de plusieurs modèles de pinces, car on ne peut faire avec une pince plate les travaux qui exigent la pince ronde, et inversement.

Un constructeur ingénieux, M. Pijuan, a pensé qu'il était possible de réaliser un outil qui représente, à lui tout seul, plusieurs modèles de pinces et a réussi à établir une pince réversible, à la fois robuste et pratique.

D'ailleurs, pour s'en tenir à une fabrication simple, donc économique, M. Pijuan

n'a pas cherché à créer un seul modèle de pince susceptible de satisfaire, à lui seul, aux besoins de tous les corps de métiers. Il a pensé, avec juste raison, nous semble-t-il, qu'il valait mieux établir deux types différents. L'un sert, à volonté, de pince plate, de pince universelle, de pince coupante, de pince à gaz ou de coupe-fil (c'est le modèle représenté ci-contre), et l'autre, dans le



LA PINCE RÉVERSIBLE SE PRÉSENTE SOIT COMME PINCE PLATE (À GAUCHE), SOIT COMME PINCE COUPANTE (À DROITE)

quel la pince coupante est remplacée par une pince ronde, pouvant également couper par sa face latérale.

Il serait trop long de donner ici le détail de la construction de cette pince. Il nous suffira de dire que la transformation de l'outil s'obtient simplement en renversant les poignées. Ce mouvement est rendu possible grâce à un système de gorges ménagées dans les poignées et dans les pièces formant les mâchoires de la pince.

V. RUBOR.

Adresses utiles pour les « A côté de la Science »

E rou indesserrable : M. FLESC (inventions et réalisations financières), 48, chaussée d'Antin, Paris (9^e).

Batteur d'œufs : ETABL^{ts} BORLE & C^o, 123, Grande-Rue-de-Monplaisir, Lyon (Rhône).

Cendrier inversable : ETABL^{ts} INVIDEX, 2, rue Brongnard, Paris (2^e).

Trousse à nickeler : M. SOLÈRE, 7, rue de Nemours, Paris (11^e).

Pince réversible : M. PIJUAN, 30, chemin des Aïouettes, Lyon-Monplaisir (Rhône).

LA PAGE « NITROLAC »

C^{ie} INTERNATIONALE DES WAGONS-LITS
et des
GRANDS EXPRESS EUROPÉENS
SOCIÉTÉ ANONYME
Reg du Commerce Seine N°106250

Direction Générale

SERVICE DES ATELIERS ET DE L'ENTRETIEN

Adresse pour Télégrammes
WAGOLITS-PARIS

N° 16.708 AE.W.BD.14

DIVISION

Division et Références à rappeler dans la réponse

ANNEXE

TÉLÉPHONE

CENTRAL: 27-73, 27-74, 27-75

40. Rue de l'Arcade (8^e Arrond.)

Paris le 31 Octobre 1929

Société " LE NITROLAC "

21, rue Marius AUFAN

LEVALLOIS PERRET (SEINE-)

Messieurs,

En réponse à votre demande, nous avons l'honneur de vous confirmer que depuis le mois de Novembre 1926, nous avons peint, ou fait peindre par nos constructeurs, 144 véhicules de notre Compagnie avec vos laques nitrocellulosiques et que, jusqu'à présent, ces laques nous ont donné satisfaction.

Veuillez agréer, Messieurs, nos salutations distinguées.

P. l'Ingénieur en Chef
des Ateliers et de l'entretien
L'Ingénieur en Chef adjoint:



« NITROLAC », l'Email à froid de luxe,
conserve sa place prépondérante
dans les Chemins de fer
comme dans l'Industrie automobile

UNE INTÉRESSANTE MACHINE A CALCULER

DANS notre numéro de novembre 1929, nous avons publié un article sur les machines comptables, dans lequel nous avons fait figurer également quelques machines à calculer.

Parmi ces dernières, nous avons omis de signaler la machine à calculer *RéBo*, bien connue en France.

Nous rappelons que cette machine comporte neuf rainures, alternativement sur fond or et noir, séparant les décimes et centimes des francs jusqu'aux centaines de francs, des milliers de francs jusqu'aux 100.000 francs et des millions de francs.

Un stylet, fourni avec la machine, permet de manœuvrer des tirettes commandant les nombres, tirettes que l'on descend lorsqu'elles se présentent blanches devant le chiffre considéré, ou que l'on monte lorsqu'elles sont rouges.

L'erreur est, d'ailleurs, impossible, du fait que la machine se bloque si l'on agit différemment.

Cette règle, si simple, est appliquée pour l'addition.

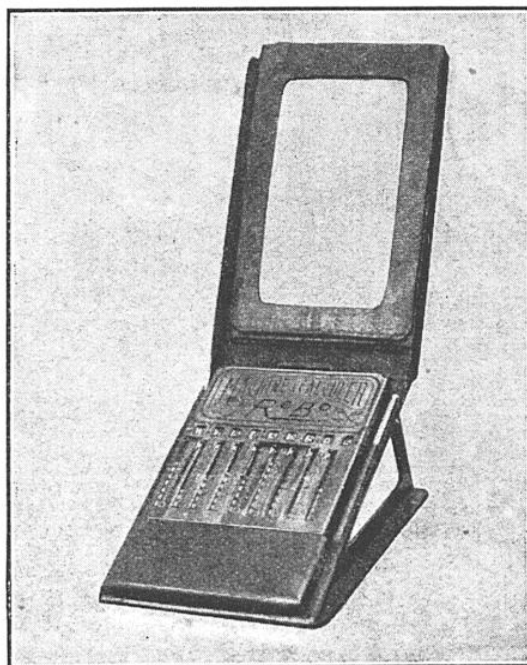
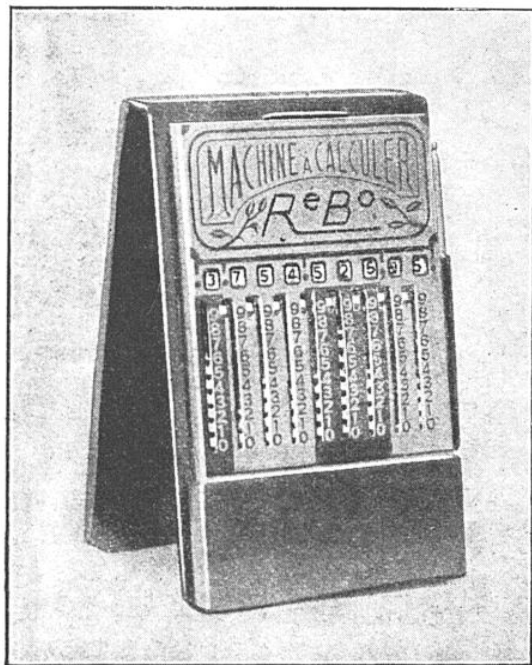
Par extension, on l'applique pour la multiplication, qui, de cette façon, se fait avec un très gros gain de temps sur les méthodes ordinaires de l'arithmétique.

On se rend compte que, la soustraction étant une opération inverse de l'addition, il suffit d'appliquer, en somme, la marche contraire de celle décrite ci-dessus pour faire les soustractions.

La division étant également une amplification de la soustraction, cette machine à clavier unique l'effectue aisément.

La machine *RéBo* est bien connue dans le commerce, où elle sert, non seulement aux comptables pour faire plus vite leurs additions, mais aux détaillants, pour savoir ce que chaque client leur doit ; aux magasiniers, pour compter des objets ; aux techniciens, pour leurs calculs techniques, exigeant une précision arithmétique absolue.

Cet appareil, comme le montrent les deux gravures ci-dessous, est monté en portefeuille, de façon à pouvoir se mettre dans la poche, et peut aussi être muni d'un socle qui permet de le mettre commodément sur un bureau.



LA MACHINE « RÉBO », MONTÉE SUR PORTEFEUILLE OU SUR SOCLE, POUR BUREAU