

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 40. n. 172. Octobre 1931
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1931
Collation	1 vol. (p.[265-352]) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 172
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.172

LA SCIENCE ET LA VIE



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

PERCEUSES

R.V.

2 MODÈLES

FM1 ET FC2

PERÇANT

8^{mm} ET 15^{mm}

FC2

FM1

MARJOLIN

OFFICE TECHNIQUE DE PUBLICITÉ

SOCIÉTÉ ANONYME FRANÇAISE

RENÉ VOLET

(OUTILERVÉ)

PARIS-12^e
20, aven. Daumesnil
Tél. : Did. 52-67
Outilervé-Paris 105

LILLE
28, rue Court-Debout
Tél. : 58-09
Outilervé-Lille

Capital : Frs 15.000.000

SIÈGE SOCIAL
VALENTON
(Seine-et-Oise)

BRUXELLES
65, rue des Foulons
Tél. : 176-54
Outilervé-Bruxelles

LONDRES W. 1
8, Great Marlborough St.
Ph. Gerrard : 6.434
Outilervé-Wesdo-London

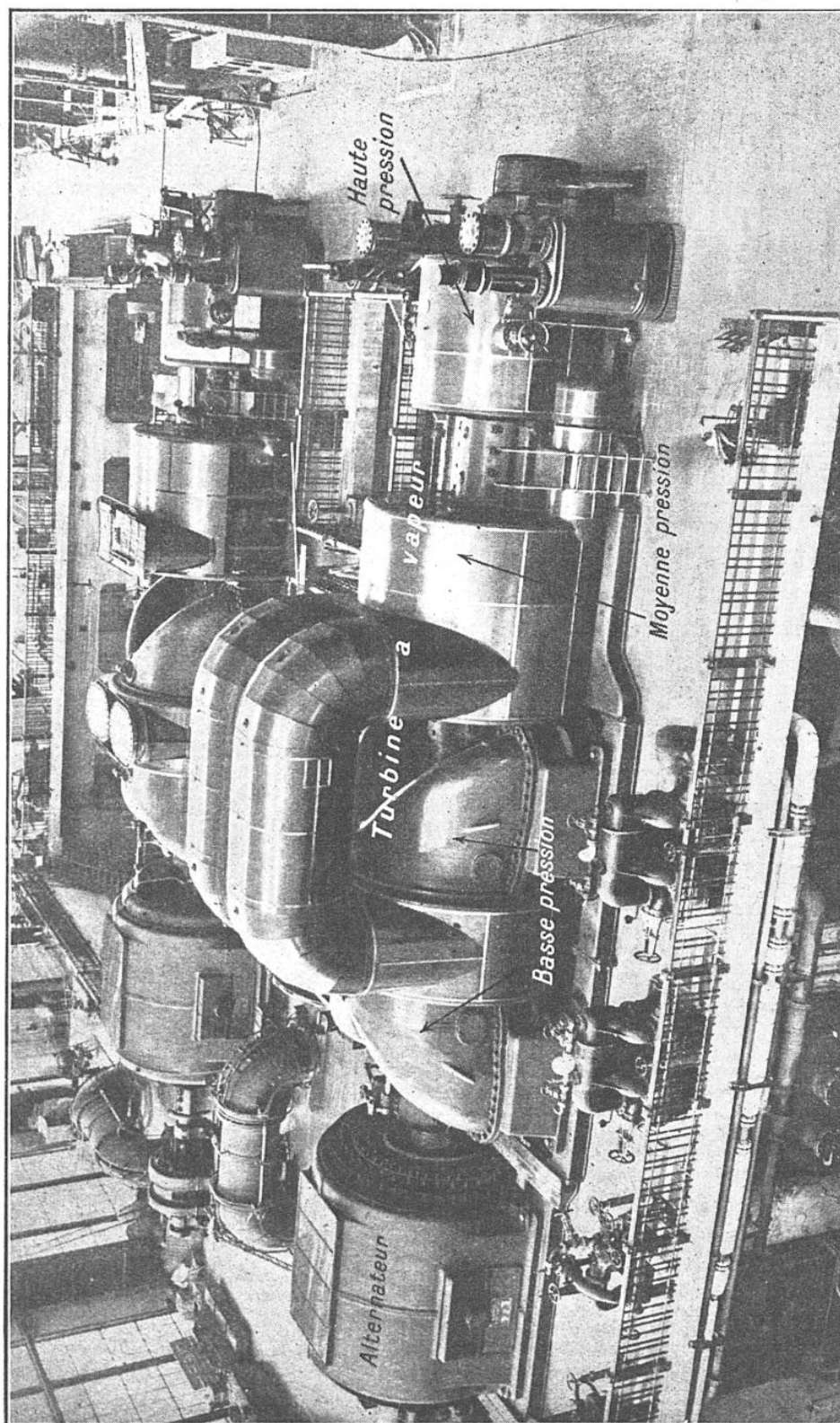
Bureaux à BORDEAUX, TOULOUSE, LYON et MARSEILLE

AGENCES dans les pays étrangers suivants :

ESPAGNE, Barcelone. — HOLLANDE, Amsterdam. — ITALIE, Turin. — TCHÉCOSLOVAQUIE, Prague. — AFRIQUE DU NORD, Alger. — MADAGASCAR, Tananarive. — INDOCHINE, Saigon, Phnom-Penh, Haiphong, Hanoi. — AUSTRALIE, Adélaïde. — JAPON, Kobé, Akashi-Machi. — CANADA, Toronto, Ontario. — MEXIQUE, Mexico. — CHILI, Santiago. — GRÈCE, Athènes. — POLOGNE, Varsovie. — YOUGOSLAVIE, Belgrade. — PORTUGAL, Lisbonne. — SUISSE, Lausanne. — INDES, Calcutta, Madras. — BIRMANIE, Rangoon. — ALLEMAGNE, Berlin. — MARTINIQUE, Fort-de-France. — MAROC, Casablanca. — CUBA, La Havane. — SYRIE, Beyrouth. — ROUMANIE, Bucarest.

La nouvelle supercentrale de Vitry-Sud utilise les plus puissants alternateurs de France.	
Cette centrale, prévue pour une puissance de 500.000 kilowatts, réunit les plus récents perfectionnements de la technique en matière de production d'énergie électrique	Charles Brachet 267
La prospection minière perfectionnée par un nouveau pendule de précision.	
Grâce aux travaux des physiciens, le pendule est devenu un merveilleux instrument de précision, permettant aux prospecteurs de se déplacer aisément sur le terrain et d'effectuer rapidement les mesures nécessaires pour déceler la présence des gisements miniers	L. Houlléviq. 276
Perles fines et perles de culture devant la science.	Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.
Grâce aux progrès de l'optique, les physiciens ont mis au point des méthodes sûres de discrimination des perles fines naturelles et de culture.	Jean Labadié 281
Voici une nouvelle extension de la méthode photographique appliquée aux mesures.	
La science photographique, par la précision qu'elle apporte comme méthode de mesure, rend d'importants services en topographie, architecture, agriculture, etc.	H. Roussilhe 289
L'enregistrement phonographique sur un film cinématographique est maintenant une réalité.	Ingénieur hydrographe en chef de la Marine.
La réalisation pratique du film phonographique est une invention pleine de promesses, non seulement pour l'avenir de la phonographie, mais encore du film sonore	Charles Brachet 296
Où en est la marine de guerre italienne ?	
Grande vitesse et puissante artillerie, telles seront les caractéristiques de la marine italienne de demain	François Courtin 301
Où en est la marine de guerre allemande ?	
Au prix de sacrifices financiers considérables, l'Allemagne cherche à obtenir de ses bâtiments de guerre, limités en nombre et en tonnage, le maximum de rendement en appliquant les solutions les plus neuves et les plus coûteuses	François Courtin 307
En automobile, alléger, c'est progresser.	
La voiture d'aujourd'hui, plus résistante et plus légère, est l'aboutissement méthodique des minutieux travaux des métallurgistes et des physiciens.	J. Garcin 313
Que sera le tank de l'avenir ?	
Les résultats obtenus aujourd'hui dans les différentes armées montrent les efforts poursuivis pour mettre au point des matériels mobiles à grande puissance offensive	Lieutenant-colonel Reboul .. 319
Voici de nouveaux basculeurs pour décharger les wagons rapidement et économiquement.	
Dans toutes les industries — en particulier dans les chemins de fer — la manutention mécanique, permettant de réaliser des économies de temps et d'argent, se substitue à la main-d'œuvre. ..	Jean Marchand 327
Il est désormais très facile de mesurer un micron.	
Cette nouvelle méthode de mesure a des applications universelles, plus particulièrement dans l'industrie automobile et dans l'usage mécanique de précision en général	Baudry de Saunier 331
Du choix et de l'entretien de l'accumulateur en T. S. F.	
Grâce aux progrès de la technique, les accumulateurs, robustes et de longue durée, assurent des auditions d'une grande pureté ..	Lucien Chrétien 333
Ce que l'on exige d'un accumulateur pour automobile.	Ingénieur de l'Ecole Supérieure d'Electricité.
L'accumulateur est aujourd'hui un organe indispensable de toute voiture moderne (depuis l'allumage par batterie) et réunit les qualités requises d'endurance, de souplesse et de solidité	A. Caputo 339
Un poste de transformation sur route	J. B. 345
Les A côté de la science (inventions, découvertes et curiosités) ..	W. Rubor 346
Un poste de T. S. F. universel pour ondes très courtes	J. B. 348
Un nouveau phonographe portatif.	J. M. 349
La Chronique "Nitrolac".	S. et V. 350
Chez les éditeurs	J. M. 352

Les problèmes de manutention comptent parmi les plus importants et, parfois, les plus compliqués à résoudre, et de leur solution dépend, en grande partie, le rendement d'une installation. L'industrie des transports, qui n'est, en quelque sorte, qu'une vaste industrie de manutention, est la première intéressée à mettre en œuvre les derniers progrès de cette technique. La couverture du présent numéro représente l'un des dispositifs les plus nouveaux, actuellement utilisé en Angleterre, pour le basculement des wagons de 20 tonnes. Simple et robuste, et d'un rendement élevé, ce basculeur est aussi capable de décharger en série 12 wagons de 12 tonnes à l'heure. (Voir l'article, page 327 de ce numéro.)



VOICI LA SALLE DES MACHINES DE LA NOUVELLE SUPERCENTRALE DE VITRY-SUD, DONT LA PUISSANCE PRÉVUE ATTEINDRA 500.000 KILOWATTS. On voit, au premier plan, l'ensemble de l'un des deux groupes turbo-alternateurs de 55.000 kilowatts actuellement installés et qui constituent les « unités » les plus puissantes existant jusqu'ici en France. De droite à gauche, on remarque : le régulateur de vitesse, les trois corps haute pression, moyenne et basse pression de la turbine à vapeur, enfin, l'alternateur. A gauche de l'alternateur, visible seulement sur le groupe du deuxième plan, la dynamo excitatrice. En avant et dans le sous-sol sont situés les condenseurs de vapeur.

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* — Téléph. : Provence 15-21

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

Copyright by La Science et la Vie, Octobre 1931 - R. C. Seine 116.544

Tome XL

Octobre 1931

Numéro 172

LA NOUVELLE SUPERCENTRALE DE VITRY-SUD

Elle utilise les plus puissants alternateurs de France

Par Charles BRACHET

Au fur et à mesure que progresse la technique de la production et du transport de l'énergie électrique, en même temps que s'accroissent les besoins de la consommation, les centrales à grande puissance — à haut rendement — se multiplient pour assurer l'électrification du pays. LA SCIENCE ET LA VIE a constamment tenu ses lecteurs au courant de la création de ces grandes centrales, telles que celles de Gennevilliers (1), de Saint-Ouen (2), de Vitry-Nord (3), d'Issy-les-Moulineaux (4), d'Eguzon (5), qui concourent, grâce à l'interconnexion (6), à la distribution de l'énergie électrique dans la région parisienne. La centrale de Vitry-Sud, inaugurée tout récemment, a été conçue pour la production d'une puissance de 500.000 kilowatts. Chauffée au charbon pulvérisé (7), elle comprend, actuellement, deux groupes générateurs d'électricité, de 55.000 kilowatts chacun. Ce sont les plus puissants installés en France à ce jour et ils fournissent l'énergie à la tension de 13.000 volts, que des transformateurs élèvent à 60.000 volts. Réglage automatique de la chauffe des chaudières, transmission également automatique des ordres (8) de l'ingénieur chargé de régler la production d'énergie suivant les besoins, tout a été mis en œuvre pour faire de cette centrale l'une des plus perfectionnées du monde.

LES économistes en chambre ont souvent élaboré le devis d'un réseau national de l'énergie électrique française, dans lequel les Pyrénées, les Alpes, le Plateau Central, le Rhône, comme le Rhin, déverseraient ensemble leur production hydroélectrique. Les mines de charbon pourraient alors organiser des usines de traitement rationnel de la houille, qui brûleraient le coke, les gaz en excédent, les charbons inférieurs (intransportables) dans des foyers à grande échelle, tels que les exige, de nos jours, la production

économique du courant. Les usines marémotrices viendraient s'agréger à leur tour au réseau national, sans avoir à redouter les variations diurnes et saisonnières de l'énergie marine. La puissance du vent (captée en Provence ou en Narbonnais, là où il est le plus régulier et le plus puissant) trouverait elle-même sa place dans cet ensemble. Ces sources disparates d'énergie seraient comme fondues ensemble dans le même courant général.

Tout ce-là, fort beau, c'est l'avenir.

Toutefois, aux yeux de qui sait regarder, ce réseau grandiose semble, dès maintenant, germer et prendre racine autour de Paris comme nous le voyons.

Toute la France concourt à éclairer Paris

Dans la vaste conception qui préside aujourd'hui à l'alimentation du grand Paris,

- (1) Voir *La Science et la Vie*, n° 63, page 3.
- (2) Voir *La Science et la Vie*, n° 108, page 507.
- (3) Voir *La Science et la Vie*, n° 150, page 446.
- (4) Voir *La Science et la Vie*, n° 159, page 194.
- (5) Voir *La Science et la Vie*, n° 110, page 118.
- (6) Voir *La Science et la Vie*, n° 136, page 289.
- (7) Voir *La Science et la Vie*, n° 155, page 413.
- (8) Voir *La Science et la Vie*, n° 159, page 224.

à 15.000, 13.000, 12.000, 10.000, ou 5.000, suivant la nature de la clientèle desservie.

Des sous-stations de distribution sont établies à Creil, Beauvais, Trie-le-Château, Lunay, Puiseux, Chauconin, Essonnes, pour ne parler que des plus anciennes.

L'énergie produite par les usines hydro-électrique du Centre arrive sous les tensions de 90.000 et de 150.000 volts, alimentant au passage la traction du P.-O. A Chevilly (P.-O.), une sous-station la transforme et l'abaisse jusqu'aux 60.000 volts qu'exige son entrée dans le réseau parisien.

Les usines productrices qui alimentent cet ensemble sont interconnectées par un important poste de couplage établi à Villejuif. Cette interconnexion permet aux diverses usines de travailler en accord, de proportionner en conséquence leur production à la consommation, tout en ne mettant jamais en action que le minimum de machines, fonctionnant, par contre, à plein régime (rendement maximum).

Ceci exige une perpétuelle surveillance d'ensemble, un contrôle centralisé permanent de la marche des usines et la vision constante des besoins du réseau, des disponibilités, des usines productrices, enfin de la capacité de transport des lignes. Cette fonction capitale est assurée par le service de *dispatching* (1) installé au bureau de la société, à Paris, où les ingénieurs de quart, grâce à un réseau téléphonique particulier, règlent la production de chaque centrale sur toute l'étendue du réseau. En sorte que celui-ci fonctionne comme s'il était alimenté par une

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 160, page 281.

seule et même usine travaillant sans cesse dans les conditions optima.

Tel est l'ensemble du système dont la nouvelle usine sera le nœud le plus puissant.

L'usine de Vitry-Sud est projetée pour une puissance de 500.000 kilowatts

Établie au bord de la Seine, sur un terrain de 25 hectares, ce qui doit permettre d'étendre sa puissance jusqu'aux environs

de 500.000 kilowatts, l'usine de Vitry-Sud comporte, dès maintenant, l'équipement capable de l'alimenter en eau, en charbon, suivant ce devis.

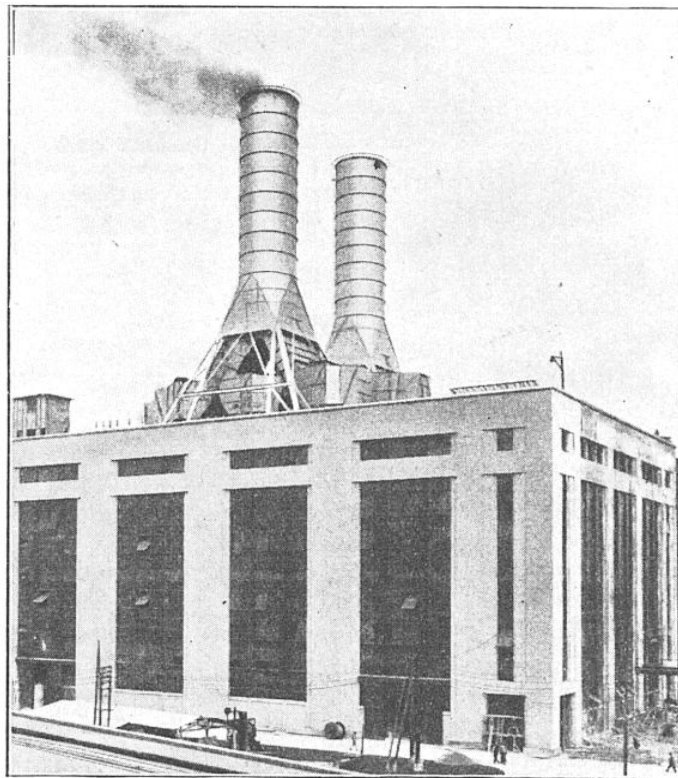
Le charbon arrive au parc, soit par une voie ferrée rattachée au P.-O., soit par des péniches que décharge une tour, munie de tous les appareils élévateurs nécessaires, établie sur l'estacade du fleuve.

Deux convoyeurs (ou tapis roulants), à bandes de caoutchouc, pouvant débiter 350 tonnes par heure, acheminent le charbon venu

du fleuve vers un poste central. Un autre convoyeur conduit également à ce poste le charbon provenant de la voie ferrée. Le parc, ainsi alimenté, peut contenir 80.000 tonnes de réserve, ration de l'usine future pour vingt-cinq jours de marche.

Le charbon est puisé dans le parc au moyen de bennes preneuses et acheminé vers les silos des chaufferies par un troisième convoyeur issu du poste central.

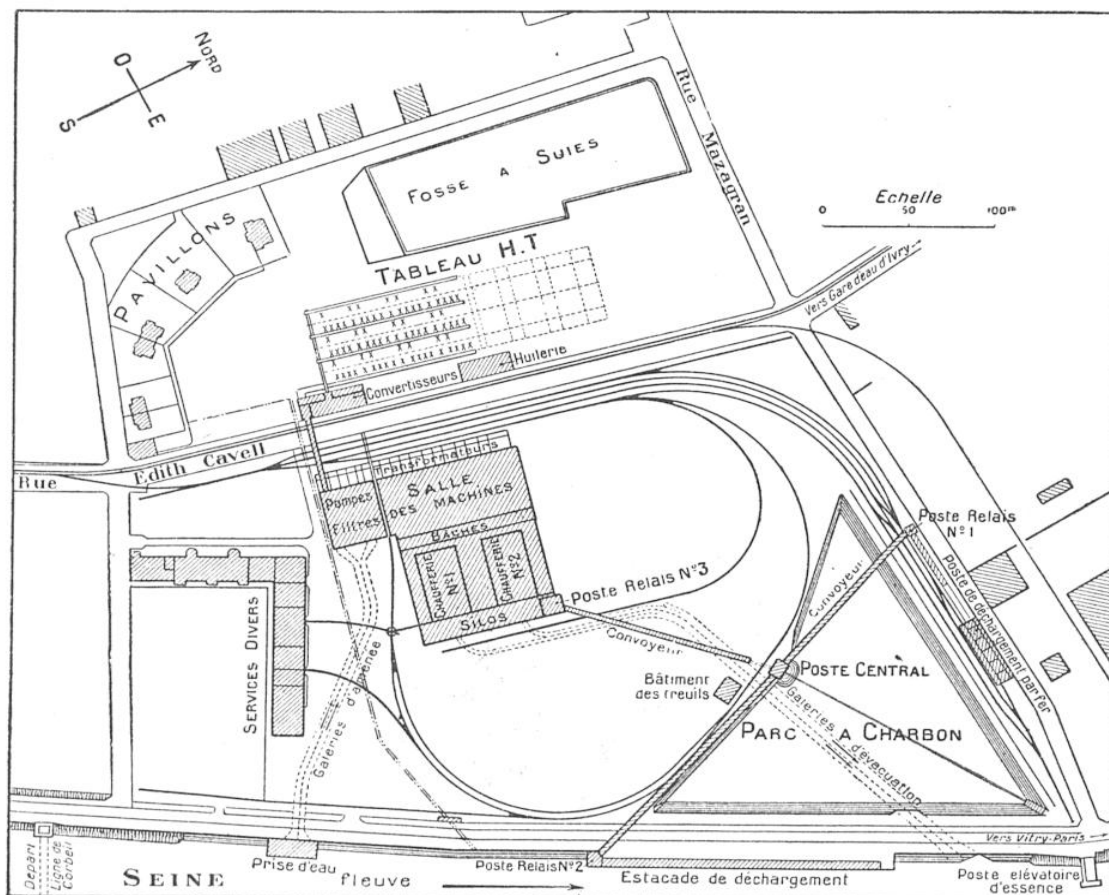
La Seine, qui véhicule le charbon à l'usine, lui fournit également l'énorme quantité d'eau nécessaire à ses condenseurs. A cet effet, deux galeries d'amenée relient le fleuve à la salle des pompes établie dans le sous-sol,



VUE GÉNÉRALE DE LA NOUVELLE CENTRALE DE VITRY-SUD, PRÈS PARIS, DONT LA PUISSANCE ATTEINDRA 500.000 KW

sur un radier de béton, au-dessous du niveau du fleuve. En cas d'inondation, les pompes peuvent se trouver exceptionnellement submergées, mais ne cessent pas de fonctionner, étant donné leur disposition. Obligée de traverser des grilles tournantes en perpétuel mouvement de noria, l'eau de Seine est filtrée avant de parvenir aux pompes.

circuit ventilé qui l'amène aux distributeurs, lesquels l'envoient aux brûleurs des chaudières. Cinq brûleurs (à turbulence) alimentent chaque chaudière. On sait quels avantages sont attachés à cette méthode moderne de brûler le charbon (1) : celui-ci circule, en fait, avec la même facilité qu'un combustible liquide et se consume dans les



PLAN SCHÉMATIQUE MONTRANT LA DISPOSITION RATIONNELLE DES DIVERS SERVICES DE LA NOUVELLE CENTRALE DE VITRY-SUD, PRÈS PARIS

Le chauffage au charbon pulvérisé

Le combustible, amené par les tapis roulants au premier étage de l'usine, est déversé dans les silos. Un wagon automoteur (électrique) de 30 tonnes vient se charger sous la trémie des silos et répartit sa charge aux postes de pulvérisation chargés d'alimenter chacun l'une des six chaudières. Là, deux broyeurs triturent la houille, à raison de 18 tonnes par heure, jusqu'à la réduire en une poudre impalpable.

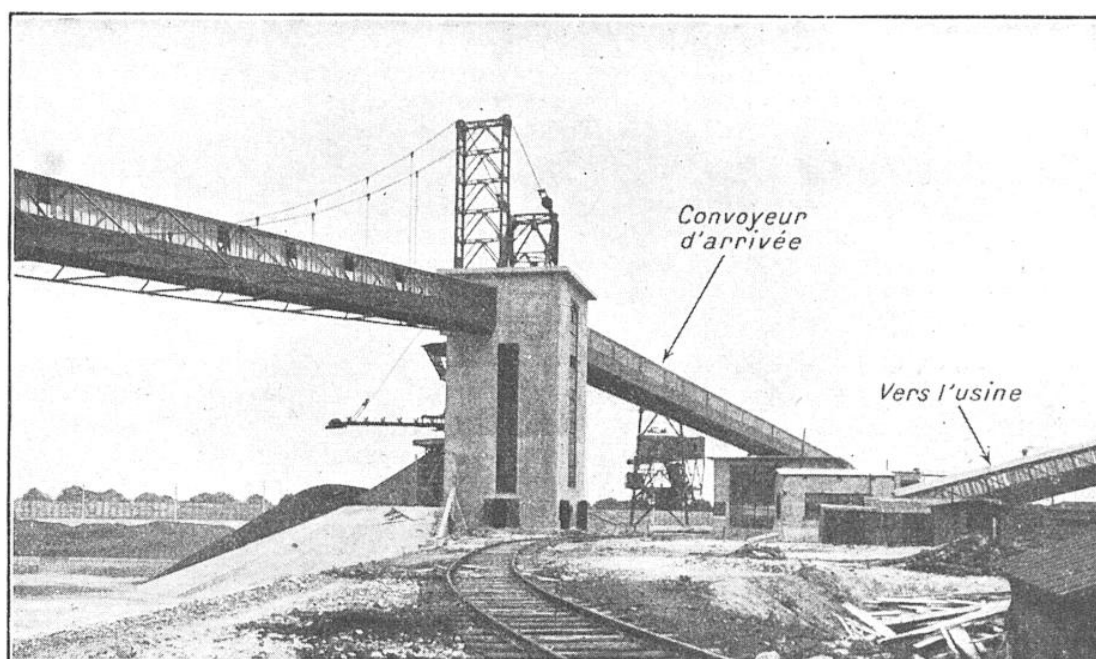
Pulvérisé, le charbon est entraîné par un

mêmes conditions rationnelles que le mazout.

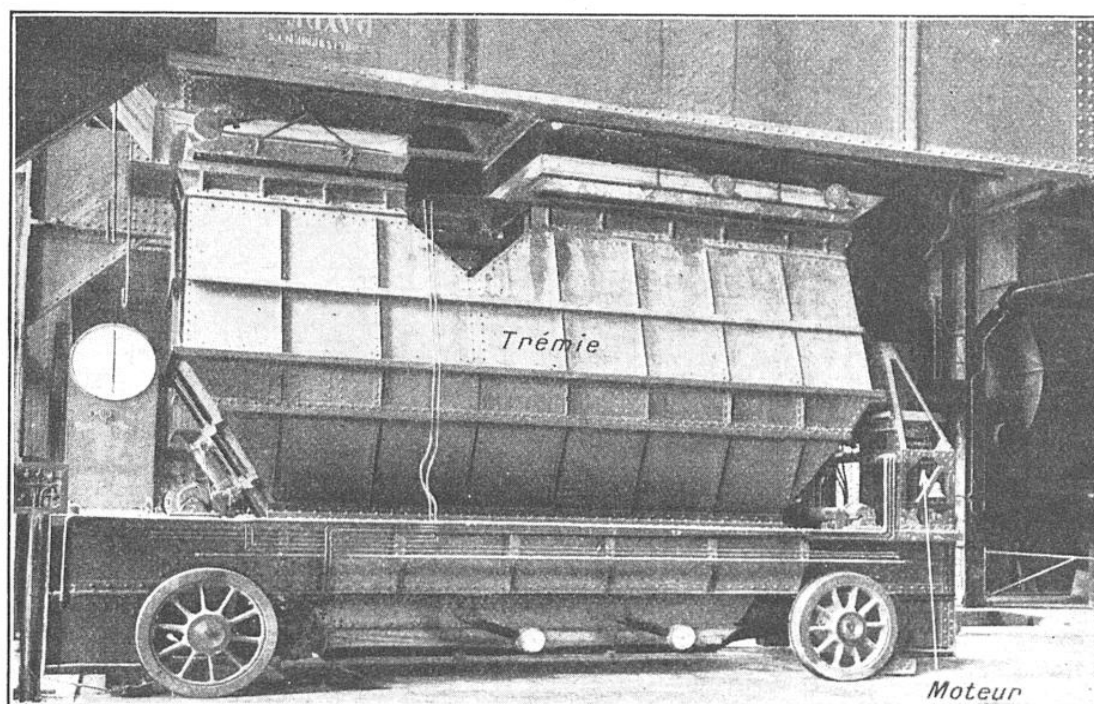
Préalablement chauffé à 130 degrés par léchage de 3.340 mètres carrés de surfaces de tôles, entre lesquelles circulent les gaz brûlés du foyer allant vers la cheminée, l'air de combustion est insufflé dans le foyer par quatre ventilateurs d'une puissance de 250 ch, tandis que les deux autres ventilateurs de 650 ch activent le tirage.

L'eau destinée à l'évaporation est celle-là même qui vient de la condensation de la vapeur. Elle est réchauffée à 140 degrés par

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 155, page 413.



LES CONVOYEURS, TAPIS ROULANTS A BANDES DE CAOUTCHOUC POUVANT DÉBITER 350 TONNES PAR HEURE, ACHÈMENTENT LE CHARBON VENU PAR LA SEINE, OU PAR CHEMIN DE FER, JUSQU'À UN POSTE CENTRAL D'UNE CONTENANCE DE 80.000 TONNES



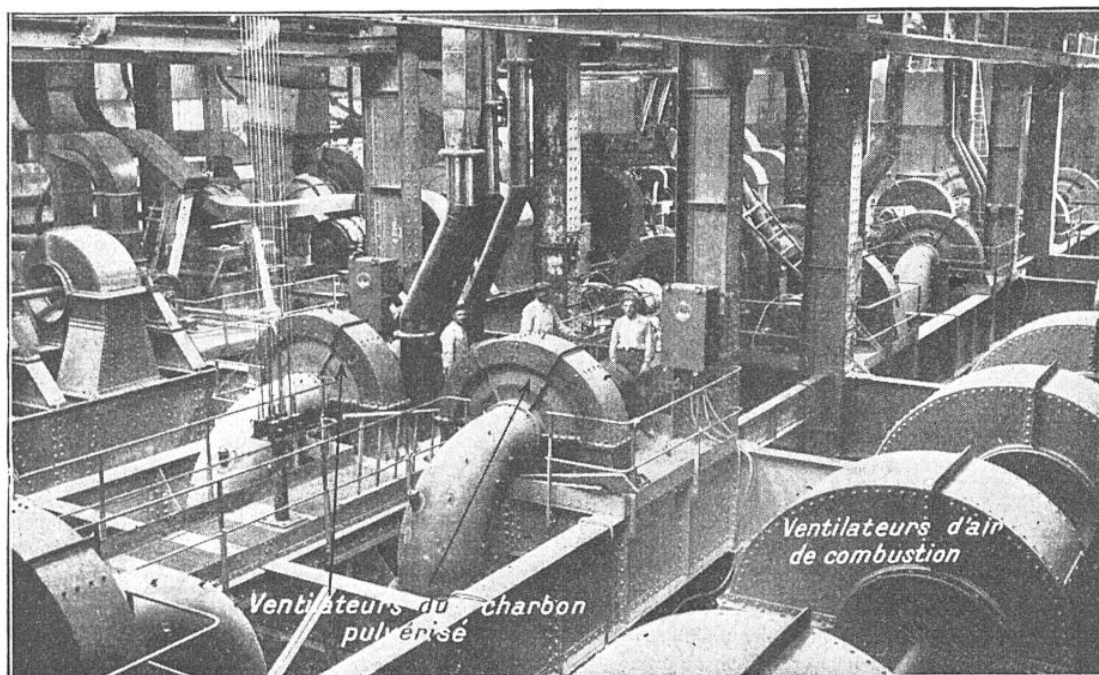
UN WAGON-TRÉMIE, ACTIONNÉ ÉLECTRIQUEMENT, RÉPARTIT LE CHARBON ENTRE LES POSTES DE PULVÉRISATION ALIMENTANT CHACUNE DES SIX CHAUDIÈRES

des réchauffeurs à surface qui prennent la chaleur de la vapeur soutirée aux turbines dans cette intention. L'eau dégazée, dont le volume est complété par de l'eau *distillée* d'appoint (environ dans la proportion de 3,5 %), est donc envoyée aux chaudières à une température de beaucoup supérieure à celle de l'ébullition à l'air libre. Ce détail montre comment un simple réchauffeur est astreint à de durs services, ceux-là même qu'on demandait aux anciens générateurs de vapeur.

L'eau ainsi préparée est refoulée dans des

contenant. Ainsi les cheminées de cette puissante usine, par chacune desquelles s'échappe le souffle de 75.000 ch, ne laissent passer qu'une fumée sinon invisible, du moins déchargée de ses poussières.

Chaque unité de chaudière est contrôlée par tout un appareillage qui surveille automatiquement la marche de la combustion. L'ouvrier de quart n'a, d'autre part, qu'à manœuvrer de légers volants pour régler l'arrivée de l'eau comme celle de l'air et du charbon.



APRÈS PULVÉRISATION, LE CHARBON EST ENTRAÎNÉ PAR DES VENTILATEURS AUX DISTRIBUTEURS, QUI L'ENVOIENT AUX BRULEURS DES CHAUDIÈRES. L'AIR DE LA COMBUSTION EST INSUFFLÉ DANS LE FOYER PAR DES VENTILATEURS, TANDIS QUE D'AUTRES ACTIVENT LE TIRAGE

chaudières à la pression de 46 kilogrammes par centimètre carré par des pompes d'un débit horaire de 250 tonnes.

Trois chaudières fonctionnant de la sorte, capables de fournir chacune 100 tonnes de vapeur par heure (et même 135 pendant 12 heures consécutives si on en pousse la marche), alimentent chacun des deux groupes turbo-alternateurs.

Avant d'être libérés dans les deux cheminées géantes que surmonte le parallélépipède du bâtiment contenant les chaudières et les machines, les gaz de combustion sont dépoussiérés par une projection intense d'eau pulvérisée. Les suies sont entraînées par l'eau jusqu'à une fosse, où elles se dé-

Les turbines de 75.000 chevaux

Après avoir été surchauffée à 430°, la vapeur est amenée aux turbines par des conduites calorifugées.

Les deux groupes générateurs d'électricité comportent, chacun, trois corps de turbine agencés sur le même arbre que l'alternateur et que ses dynamos excitatrices.

Le corps de turbine à *haute pression* reçoit la vapeur à 31 kilogrammes par centimètre carré et à 400 degrés C de température. Après avoir travaillé sur les neuf étages de roues que comporte cette première turbine (la plus étroite de diamètre), la vapeur s'écoule dans le second corps, de *moyenne*

pression, où elle rencontre onze étages de roues, dont les dimensions sont un peu plus vastes. Détendue à 1 kg de pression environ au sortir de ce deuxième corps, la vapeur vient actionner la turbine à basse pression, laquelle se compose elle-même de deux corps, munis chacun seulement de deux roues à aubes.

Au sortir de ces derniers étages, la vapeur est dépouillée de toute son énergie utilisable, dans l'état actuel de la technique. Il ne lui reste plus qu'à aller se perdre dans les deux condenseurs situés juste au-dessous du groupe, dont la surface tubulaire totale atteint 2.900 mètres carrés et la capacité de condensation 200 tonnes par heure, sous un vide de 96 %. La pompe qui assure la circulation de l'eau de Seine dans les deux condenseurs de chaque groupe possède, à elle seule, la puissance formidable de 800 ch.

Les alternateurs de 55.000 kilowatts

Animé par ces vingt-quatre étages de roues à aubes sur lesquelles la vapeur se détend, l'arbre moteur géant tourne à 1.500 tours par minute.

La machine génératrice d'électricité à laquelle incombe la transformation en courant de l'énergie supportée par l'arbre est un alternateur. Son courant doit entrer dans le réseau à la fréquence de 50 périodes par seconde. Tel est le rythme auquel doivent se plier toutes les machines génératrices, bran-

chées sur un point quelconque du réseau.

L'alternateur doit donc fournir 4 alternances de courant par tour de machine (puisque celle-ci tourne à 25 tours par seconde).

L'induit est réparti sur le stator fixe de l'alternateur, pendant que l'inducteur à quatre pôles forme le rotor entraîné par l'arbre moteur.

Le même arbre actionne la dynamo néces-

saire à l'excitation de l'inducteur et, à son extrême bout, une seconde dynamo excitatrice excite la précédente.

Toujours sur le même arbre moteur, on trouve encore une dynamo de service de 1.000 kilowatts.

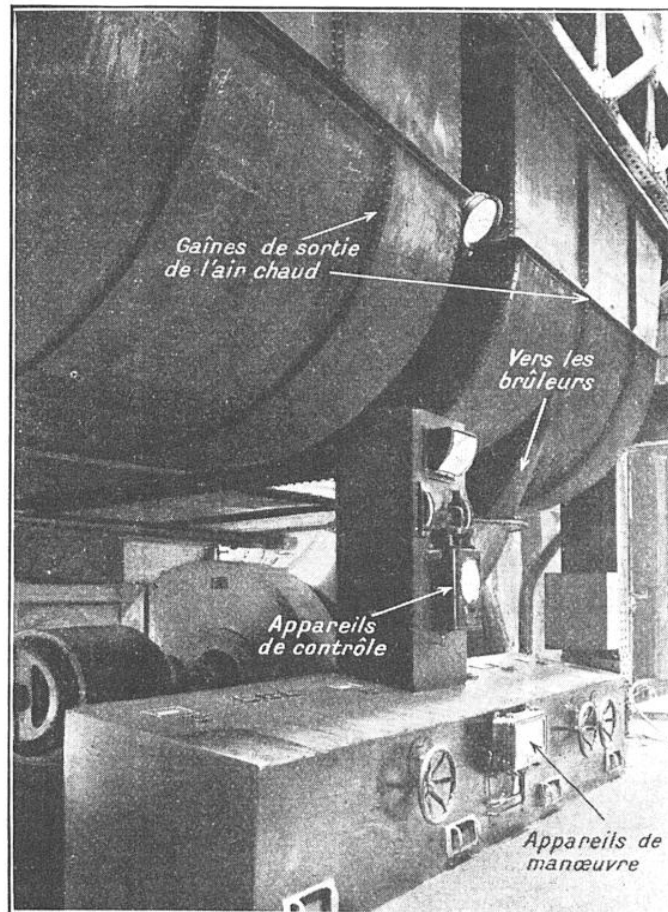
Si l'on considère, d'après cette rapide description d'ensemble, la longueur de la machine turbo-génératrice, qui atteint 28 mètres, on admire qu'elle puisse tourner d'un seul bloc à une vitesse aussi grande. C'est là un brevet de haute précision dans la construction.

Le départ du courant

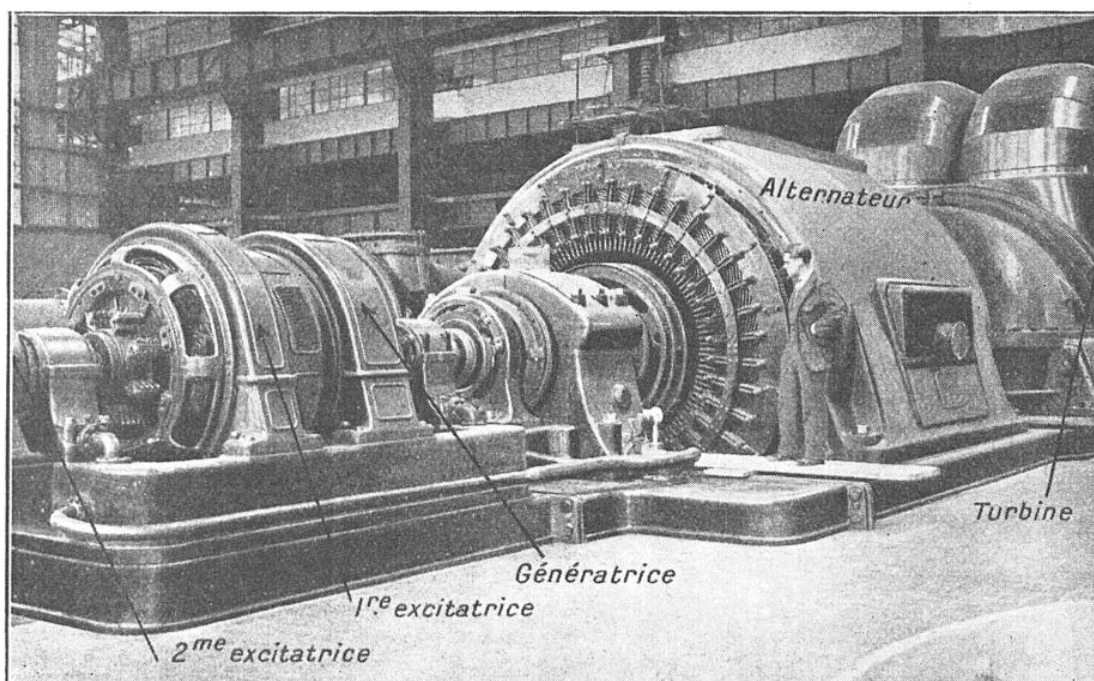
L'alternateur fournit l'énergie élec-

trique sous une tension de 13.500 volts. Un groupe de trois transformateurs porte ce voltage à 60.000 volts.

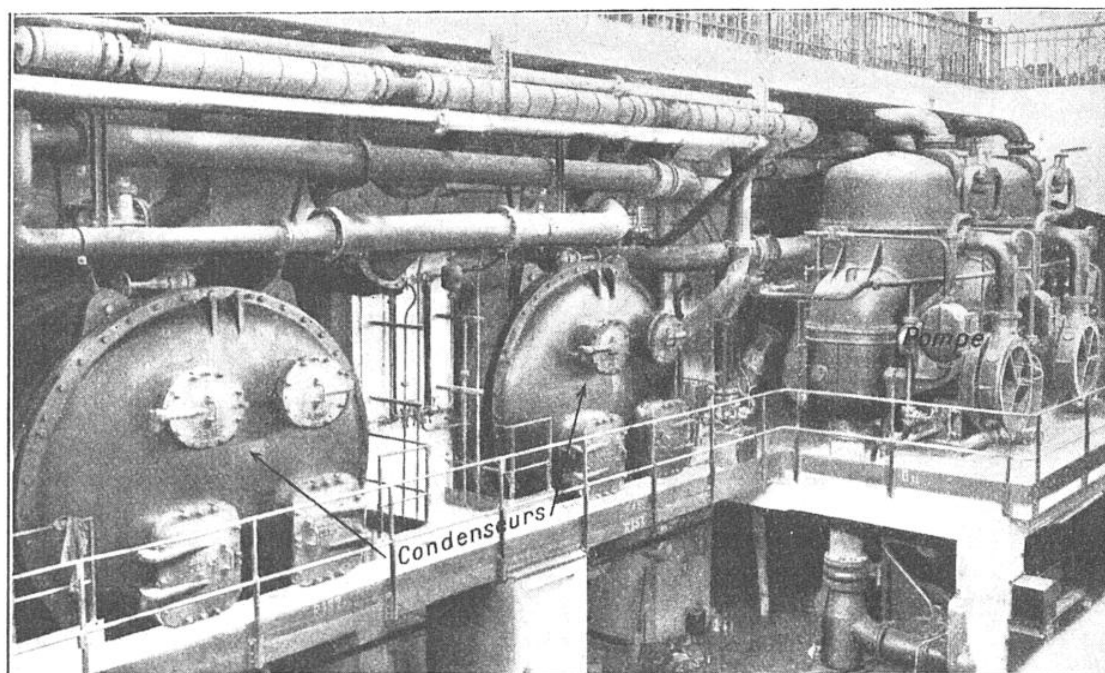
L'énergie, désormais prête à entrer dans le réseau, quitte l'usine par le « tableau de départ », du type dit à « phases séparées », composé d'une triple rangée de portiques où s'embranchent les câbles de haute tension, chaque rang correspondant à une « phase du courant ».



LES ARRIVÉES D'AIR ET DE CHARBON AUX FOYERS, AINSI QUE CELLES D'EAU AUX CHAUDIÈRES, SONT COMMANDÉES À DISTANCE, GRÂCE À UN SYSTÈME DE SIGNALISATION PERFECTIONNÉ



L'UN DES TURBO-ALTERNATEURS DE 55.000 KILOWATTS, LES PLUS PUISSANTS DE FRANCE, QUI VIENNENT D'ÊTRE MIS EN SERVICE A LA CENTRALE DE VITRY-SUD, PRÈS PARIS



LES DEUX CONDENSEURS ASSURENT LA CONDENSATION DE 200 TONNES DE VAPEUR PAR HEURE, GRACE A LA CIRCULATION D'UN VÉRITABLE TORRENT D'EAU DE SEINE, ASSURÉE PAR UNE POMPE AUXILIAIRE DE 800 CHEVAUX

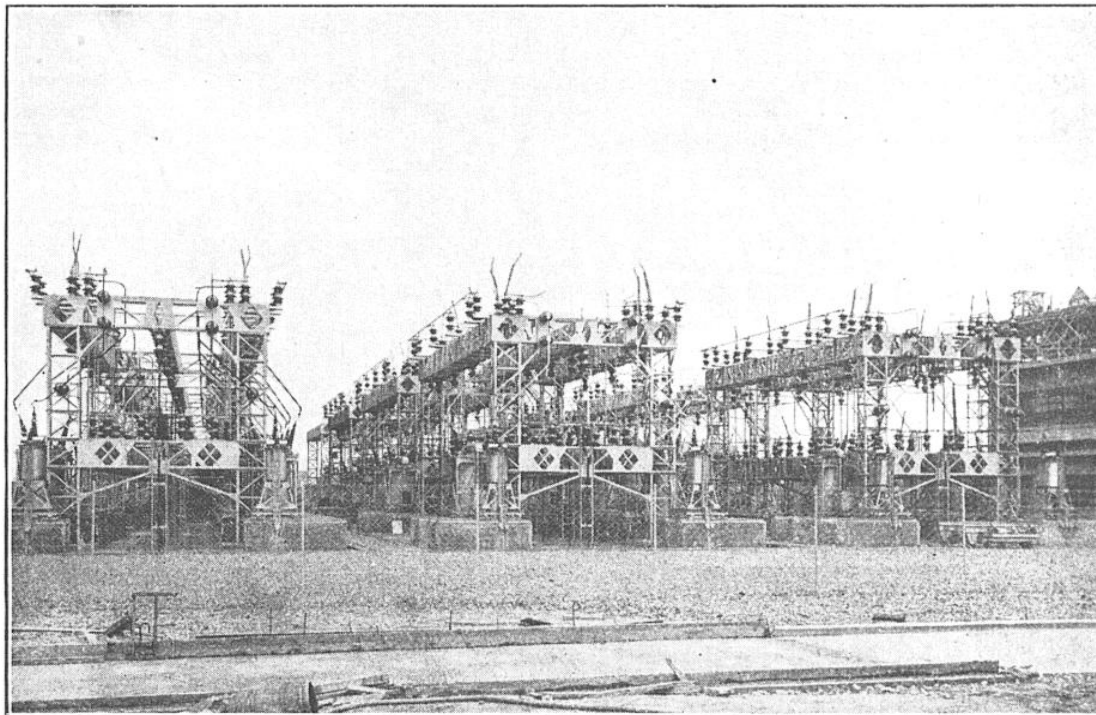
Deux câbles souterrains en acheminent une partie vers le poste de transformation de Villejuif, deux autres rejoignent le poste de Romainville, deux le poste d'Essonne et deux encore l'usine voisine de Vitry-Nord.

Le tableau de contrôle

Et maintenant, avant de quitter la magnifique et puissante centrale, dont nous avons entrevu le cœur aux pulsations rapides (turbo-alternateurs), le système sanguin (circulation d'eau), le système respiratoire

schéma complet de l'installation. Des volants et des bielles de manœuvre assurent non seulement la régulation de la marche des groupes, mais la commande à distance de tous les appareils (disjoncteurs et sectionneurs) du tableau des départs. Des verrouillages, entre tous ces organes de manœuvre, assurent une sécurité absolue d'exploitation.

Les ingénieurs de service ont, par les indications de ces appareils, à tout instant, la représentation schématisée, précise et complète du fonctionnement de l'usine. Ils



L'ÉNERGIE ÉLECTRIQUE QUITTE L'USINE DE VITRY-SUD A 60.000 VOLTS, PAR LE « TABLEAU DE DÉPART », ENSEMBLE DE TROIS PORTIQUES MÉTALLIQUES DISPOSÉS EN PLEIN AIR, OU SONT RASSEMBLÉS LES DIVERS INTERRUPTEURS ET DISPOSITIFS DE PROTECTION DES « FEEDERS »

(circulation d'air et tirage forcé), le système alimentaire (qui va du garde-manger, ou parc à charbon, jusqu'au puissant estomac des foyers, prolongés par ce tube digestif incroyablement développé que sont les chaudières tubulaires), il nous faut prendre connaissance de son système nerveux, sa moelle épinière aux reflexes précis et régulateurs. C'est le « tableau de contrôle » qui le matérialise.

Sous un plafond en verrière, des pupitres d'acajou entourent une vaste salle. Sur les murs, des appareils électriques de mesure. Sur les pupitres, des traits métalliques reliant des lampes minuscules, figurent le

interviennent en conséquence pour réguler la production de l'énergie électrique et pour maintenir la fréquence au rythme adopté (50 périodes par seconde). C'est, restreint à la seule centrale, le même système de coordination appliqué à l'ensemble du réseau, sous le nom de *dispatching* (1).

Ce nouvel et dernier organe situé au dernier étage achève de faire de l'immense bâtiment un organisme complet, vivant, dont toutes les parties sont en relations fonctionnelles et parfaitement équilibrées.

CHARLES BRACHET.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 160, page 281.

LA PROSPECTION MINIÈRE PERFECTIONNÉE PAR UN NOUVEAU PENDULE DE PRÉCISION

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

Instrument merveilleux de précision, le pendule, dont le vulgaire fil à plomb représente la forme la plus simple, a subi de nombreuses modifications en vue de satisfaire aux exigences toujours plus rigoureuses de la physique moderne. C'est ainsi que, sous la forme particulière de « pendule horizontal », il permet d'atteindre dans la mesure de la direction de la verticale, une précision d'un millième de seconde d'arc. Cette direction étant influencée par les masses plus ou moins denses (métaux, etc.) situées dans le sous-sol terrestre, on a pu ainsi déceler et situer leur présence. Mais le pendule sert aussi à mesurer l'accélération de la pesanteur, c'est-à-dire l'attraction de la Terre sur une masse de un gramme. Cette accélération est également variable suivant la constitution du sous-sol, d'où une méthode précise pour la recherche des gisements miniers. Plus récemment, MM. Holweck et Lejay viennent de mettre au point un appareil peu encombrant et assez léger, qui constitue, dans ce domaine, un remarquable progrès en permettant au physicien et au prospecteur de se déplacer aisément sur le terrain et d'effectuer rapidement les mesures relatives à la géodésie ou à la prospection minière.

Le pendule est un instrument de grande précision

La pesanteur est une force qui, appliquée à chaque point des corps pesants, est complètement définie lorsqu'on donne sa direction et sa grandeur ; ces deux éléments sont déterminés par le pendule : sa position d'équilibre donne la verticale du lieu et, par la période de ses oscillations, il mesure l'accélération de la pesanteur, c'est-à-dire la force exercée sur la masse d'un gramme ; lorsqu'on dit que cette accélération vaut, à Paris, 981, cela signifie que le gramme y subit, de la part de la terre, une attraction de 981 dynes (1).

C'est un outil merveilleux que le pendule, le plus précis, peut-être, de tous ceux que l'ingéniosité des hommes a su réaliser, en perfectionnant l'antique fil à plomb qui en représente la forme rudimentaire. Mais, comme on peut lui demander deux choses différentes, la

direction de la pesanteur ou sa grandeur mesurée par l'accélération, on peut développer ses qualités dans des sens différents. On peut d'abord l'utiliser pour apprécier les variations, toujours très légères, de la verticale, lorsqu'on passe d'un point à un autre : ces variations peuvent, en effet, être produites, soit par l'attraction d'une montagne voisine *M* (fig. 1), soit par la

présence, en sous-sol, de matières lourdes *L* agissant dissymétriquement sur la masse pendulaire. Pour évaluer ces déviations, les géodésiens ont imaginé des dispositions d'une sensibilité extraordinaire, comme celle de Zöllner, qui appréciait le millième de seconde d'arc, ou les pendules établis à l'Institut géodésique de Potsdam, par Heccker, dont la sensibilité est telle qu'à 5 mètres de distance un observateur produit une déviation mesurable,

rien qu'en reportant d'un pied sur l'autre le poids de son corps, ce qui modifie l'équilibre du sol. La plupart de ces indicateurs de verticale reposent sur le principe du *pendule horizontal*, dont la figure 2 permet de se rendre compte : imaginez qu'une masse

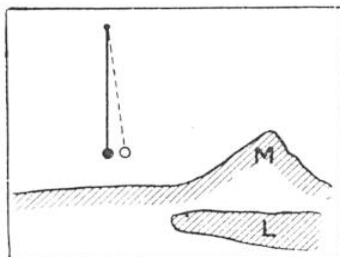


FIG. 1. — L'ATTRACTION D'UNE MONTAGNE VOISINE « M », OU DE MATIÈRES LOURDES « L » PLACÉES EN SOUS-SOL, PROVOQUE UNE LÉGÈRE DÉVIATION DE LA VERTICALE, QUE L'ON PEUT DÉCELER AU MOYEN DE PENDULES DE HAUTE PRÉCISION

(1) La *dyne* est l'unité de force, dans le système d'unités international centimètre-gramme-seconde. Elle vaut un peu plus d'un milligramme-poids.

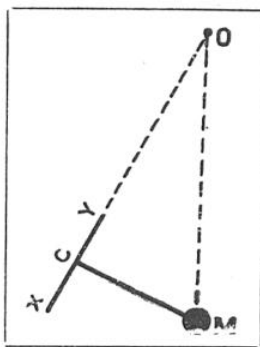


FIG. 2. — PRINCIPE DU PENDULE HORIZONTAL
Les oscillations de la masse M, mobile autour de l'axe X Y, presque vertical, sont les mêmes que celles d'un pendule de longueur O M.

long qu'on voudra ; si, par exemple, OM est égal à 100 mètres, ce qui est peu, une variation d'une seconde d'arc dans la direction de la verticale se traduira par un déplacement d'un demi-millimètre de son extrémité ; or, il n'est pas impossible de mesurer, par des procédés optiques, des grandeurs mille fois plus petites, c'est-à-dire d'atteindre le millième de seconde d'arc.

Lorsqu'on veut, au contraire, demander au pendule la valeur exacte de l'accélération en un lieu, les qualités qu'il faut développer sont différentes : il faut pouvoir mesurer avec une précision extrême la durée des oscillations et la longueur du pendule. Je ne dirai pas comment ces qualités ont été obtenues dans les pendules destinés aux mesures géodésiques de haute précision ; je me contenterai d'indiquer que ces instruments donnent finalement la mesure de l'accélération (qu'on désigne conventionnellement par la lettre g) avec une précision voisine du cent-millième. C'est ainsi qu'on obtient :

A l'équateur	$g = 978,06$
A la latitude 45°	$g = 980,65$
Au pôle	$g = 983,24$

Ces résultats nous montrent tout de suite que la pesanteur diminue régulièrement des pôles à l'équateur ; et on sait que cette diminution provient de l'action de deux causes concordantes : l'aplatissement polaire, qui fait que les pôles sont plus rapprochés du centre de la Terre que les régions équatoriales, et la force centrifuge qui

tend à éloigner les corps de l'axe polaire, d'autant plus que la latitude est plus faible.

En sus de ces variations régulières, dont les causes sont connues et que la géodésie a soigneusement étudiées, il existe des variations *locales* ou *accidentelles*, aussi intéressantes pour la science pure que pour les applications pratiques. En effet, la mesure précise de ces variations locales constitue un des rares moyens que nous puissions mettre en œuvre pour connaître la constitution du sous-sol : si l'attraction exercée sur le pendule est due à la totalité de la masse terrestre, il n'est pas moins vrai que, cette attraction s'exerçant en raison inverse du carré des distances, les parties les plus rapprochées sont celles dont l'action est prépondérante ; si donc il se trouve, en dessous du pendule, dans l'écorce terrestre, des matériaux plus denses que la moyenne (par exemple des minerais métalliques), leur attraction plus forte se traduira par un accroissement de l'accélération, c'est-à-dire que le pendule oscillera plus rapidement ; l'accélération se trouvera, au contraire, diminuée, et l'oscillation pendulaire allongée, si le sous-sol est constitué par des matériaux plus légers.

Le pendule de torsion d'Eötvös et les mesures géodésiques

Malheureusement, les pendules destinés aux opérations géodésiques de précision sont des instruments compliqués, dont la manipulation est longue et délicate ; ils exigent une installation qu'on ne peut guère réaliser que dans les observatoires, ou, en tout cas, dans un endroit abrité et muni de fondations solides. Les indications qu'on en peut obtenir sont donc rares et claires. Au contraire, l'étude gravimétrique d'une région intéressante (par exemple, où des anomalies de la pesanteur auront été signalées) exige l'emploi d'un appareil transportable, permet-

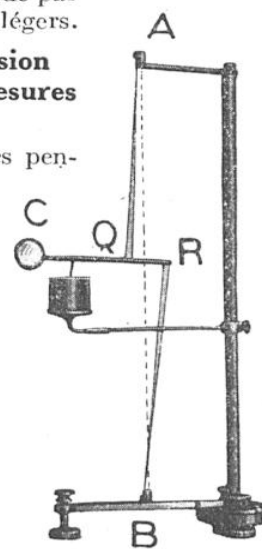


FIG. 3. — PENDULE HORIZONTAL TYPE « ZÖLLNER »

Le levier CQR est suspendu par deux fils aux points fixes A et B. En faisant varier l'angle de A B avec la verticale, on peut modifier sa durée d'oscillation.

tant d'effectuer rapidement, et en rase campagne, une série de mesures ; d'ailleurs, ces mesures n'ont besoin que d'être comparatives, car ce qui intéresse, c'est moins la valeur exacte de l'accélération que ses variations.

La première solution pratique de ce problème délicat a été fournie par le baron R. Eötvös, professeur à l'Université de Budapest. Son appareil est un « pendule de torsion », dont la figure ci-contre représente le principe : la partie oscillante est une barre creuse, longue de 10 centimètres, chargée à ses deux bouts par des masses de platine et supportée en son milieu par un fil de platine très

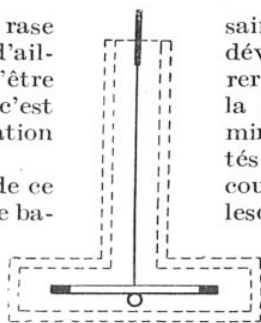


FIG. 4. — PENDULE DE TORSION D'EÖTVÖS, POUR LA MESURE DES VARIATIONS DE LA PESANTEUR

Une barre, chargée à ses extrémités de deux masses de platine et suspendue à un fil de platine, oscille d'une manière différente suivant que la pesanteur est constante ou, au contraire, variable dans l'espace où elle se meut.

saires pour procéder aux mesures de déviation. Cet appareil permet de mesurer, assez rapidement, les variations de la pesanteur dans une région déterminée : les nombres obtenus étant reportés sur la carte, on peut réunir par des courbes d'égale gravité les points pour lesquels g est le même, et dresser ainsi une carte gravimétrique de la région étudiée.

Mais, ce résultat obtenu, il s'agit d'en tirer les conséquences, c'est-à-dire de déterminer la position et la forme des couches souterraines de densité anormale qui produisent ces anomalies. Malheureusement, ce problème n'est pas susceptible d'une solu-

tion mathématique rigoureuse, parce qu'une certaine distribution de la gravité à la surface peut être due à une infinité de distribution des densités dans le sous-sol ; malgré cette indétermination apparente, le problème réel peut être abordé et résolu, parce que la plupart des gisements miniers présentent des formes typiques, dont les effets sur la gravitation ont été déterminés par Eötvös et Schweydar ; il en résulte qu'à chaque type observé correspond une distribution probable des masses souterraines, dont les figures 5 et 6 nous donnent une idée.

L'emploi de cette méthode a déjà donné des résultats intéressants ; c'est ainsi qu'il a permis de déterminer, dans la région de Kursk, en Russie, la configuration d'un puissant gisement d'oxyde de fer qui s'étend sur une longueur de 250 kilomètres ; les forages effectués ensuite ont bien trouvé le minerai aux points où on l'attendait, et lorsqu'on songe à la dépense et au temps

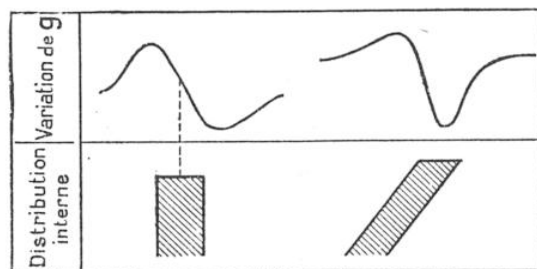
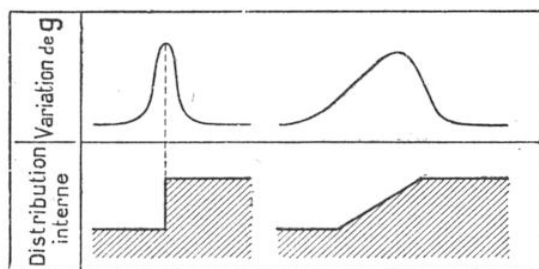


FIG. 5 ET 6. — COMMENT VARIE L'INTENSITÉ DE LA PESANTEUR A LA SURFACE DE LA TERRE AVEC LA DISTRIBUTION DES MASSES A L'INTÉRIEUR DU SOL

Ayant tracé la courbe des variations de la pesanteur pour une région donnée, on pourra en déduire immédiatement la disposition probable des masses souterraines et, en particulier, des gisements métalliques.

qu'exigent ces forages, on se rend compte de la double économie réalisée par l'emploi préalable de cette méthode de prospection. En Allemagne, en Alsace, aux Etats-Unis, on l'a appliquée avec succès à la recherche du sel gemme qui, étant plus léger que la moyenne des terrains de l'écorce, produit des perturbations inverses des gîtes métallifères. Enfin, Jones et Davies l'ont employée, en Mésopotamie, pour déterminer la forme des couches du sous-sol ; cette connaissance, dans une région riche en pétrole, a grandement facilité la recherche de la précieuse huile minérale.

Le pendule élastique Holweck-Lejay est à la fois précis et portatif

Ainsi, la méthode de « prospection gravimétrique » a déjà fait ses preuves ; mais l'emploi du pendule d'Eötvös présente encore un certain nombre de longueurs et d'inconvénients qui ont réduit ces applications. Aussi est-ce un progrès de grande conséquence que viennent de réaliser M. Holweck, de la Sorbonne, et le R. P. Lejay, de l'Observatoire de Zi-Ka-Wei, en mettant au point un appareil fondé sur un principe nouveau, parfaitement transportable (1) et qui permet d'effectuer, en quelques minutes, des mesures comparatives d'exactitude suffisante.

Pour comprendre le principe de cet appareil, qu'on imagine (fig. 7) une tige de quartz *Q*, longue de 10 centimètres environ, solidement encastrée dans une monture métallique, faite d'une seule pièce, et dont une partie *R* constitue un ressort. Lorsqu'on écarte *Q*

de sa position d'équilibre, l'élasticité du ressort tend à l'y ramener, tandis que le poids agit en sens contraire ; si ces deux

(1) Il est contenu dans deux petites caisses très maniables, dont le poids total n'atteint pas 40 kilogrammes.

actions opposées étaient rigoureusement égales, le pendule serait en équilibre dans toutes les positions et sa période d'oscillation serait infinie ; il suffirait alors d'une variation très faible de la pesanteur pour rompre l'équilibre et le faire osciller. En pratique, et pour des raisons de stabilité, on doit faire en sorte que la réaction élastique soit toujours très légèrement supérieure à l'action du poids, mais on peut obtenir des pendules de très petites dimensions qui, comme celui d'un métronome, oscillent très lentement, et le calcul prouve que ces appareils sont vingt fois plus sensibles aux variations de la pesanteur que les pendules ordinaires, d'où il résulte que, pour effectuer une mesure avec le pendule élastique, il suffira de mesurer vingt fois moins d'oscillations ; l'expérience pourra être achevée en une dizaine de minutes, alors qu'elle exigeait plusieurs heures avec les méthodes anciennes.

J'ai dit que la masse pesante du pendule est faite d'une tige de quartz fondu ; ce corps a été choisi en raison de sa très faible dilatation : la tige de quartz, longue de 10 centimètres, ne s'allonge pas d'un millième de millimètre pour une variation de température de 30 degrés ! Mais il ne suffit pas que la longueur du pendule soit pratiquement invariable ; il faut aussi que l'élasticité du res-

sort *R* soit indépendante de la température ; on atteint ce résultat en taillant la monture métallique tout entière dans un bloc d'élinvar : c'est un alliage de 28 % de nickel avec 72 % de fer, étudié

par M. Guillaume, et qui possède un « module d'élasticité » indépendant de la température.

Le pendule élastique est, en outre, enfermé dans un tube de verre *V*, où on a fait un vide très poussé ; il résulte de là que ses

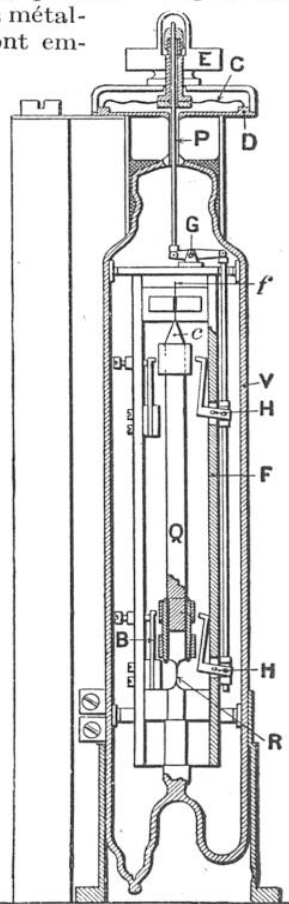


FIG. 7. — PENDULE « HOLWECK-LEJAY » POUR LA MESURE RAPIDE DE L'INTENSITÉ DE LA PESANTEUR

La tige de quartz *Q*, fixée à la lame d'élinvar *R* formant ressort, oscille autour de la verticale. Le fil fin *f*, à l'extrémité du cône *c*, sert à compter les oscillations. Le tout est enfermé dans un tube de verre *V* où on fait le vide. Une membrane élastique *C*, faisant partie de la boîte métallique *D*, laquelle est soudée au verre au moyen du tube de platine *P*, est déformée par un écrou *E*. Le petit mouvement qui en résulte, amplifié par des leviers *G* et *H*, permet d'appuyer solidement, pendant le transport, le pendule sur ses butées *I*.

oscillations s'amortissent avec une extrême lenteur : l'amplitude est diminuée de moitié seulement en dix minutes, c'est-à-dire, avec les modèles actuels qui battent sensiblement la seconde, au bout de six cents oscillations.

Une autre précaution, jugée nécessaire, consiste à se libérer des action électriques qui peuvent prendre naissance par le contact de la tige de quartz avec les butées *B* qui limitent son oscillation : il suffit pour cela de métalliser légèrement cette tige et de l'enfermer dans une cage métallique de Faraday *F*

reliée à son support, et par lui au sol.

J'ajouterai, enfin, que la mesure de la période d'oscillation s'effectue par un dispositif très moderne et très pratique : le pendule de quartz se termine par un fil fin *f* qui, en passant devant une fente, coupe à chaque oscillation la lumière provenant d'une petite lampe électrique ; ces interruptions périodiques agissent sur une cellule

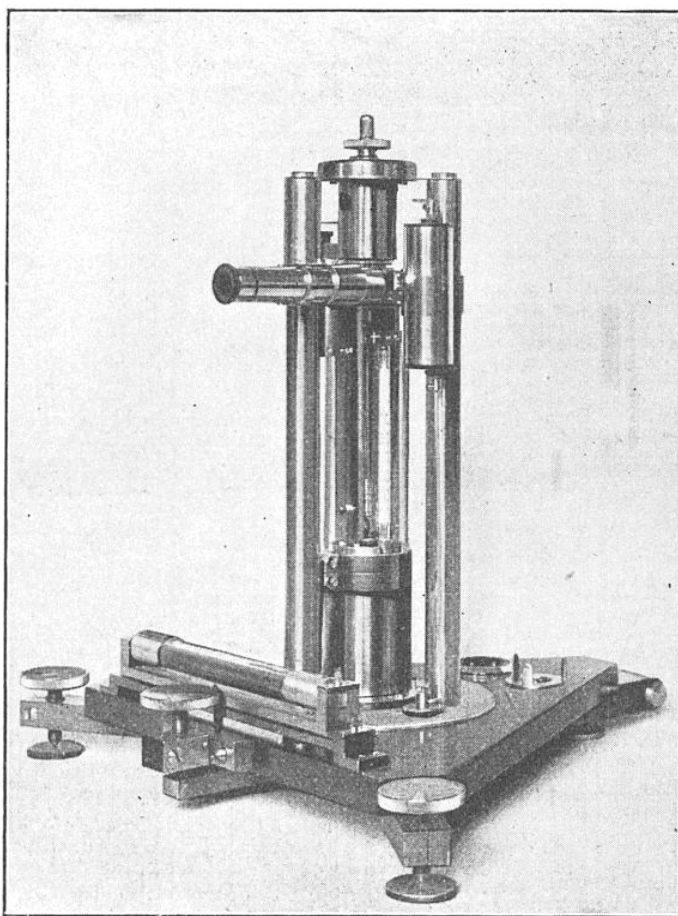


FIG. 8. — PENDULE « HOLWECK-LEJAY » POUR LA MESURE DE LA PESANTEUR

photo-électrique et y produisent des interruptions de courant ; le phénomène électrique, accru par un amplificateur à trois étages, actionne un relais qui agit à son tour sur la plume d'un chronographe, lequel enregistre en même temps les oscillations pendulaires et les secondes d'un chronomètre.

Grâce à ces multiples précautions, l'appareil, tout en restant très portable, permet d'effectuer rapidement des mesures comparatives dont les expériences, effectuées entre Paris et Dunkerque, ont établi l'exactitude. Les opé-

rations géodésiques entreprises actuellement avec cet appareil, tant en France qu'en Autriche, nous promettent donc une ample moisson de résultats, intéressants à coup sûr pour la science pure, mais qui peuvent également se montrer profitables en facilitant les prospections et les recherches minières.

L. HOULLEVIGUE.

On sait que le métal argent s'est effacé devant l'or dans le système monétaire, précédemment bi-métallique. Un revirement paraît se manifester en faveur de l'argent : le Mexique adopterait à nouveau l'étalon argent ; l'Allemagne est en train de frapper 500 millions de nouvelles pièces d'argent, et on se demande si le meilleur moyen de restituer leur capacité d'achat aux Indes anglaises ne serait pas de leur rendre leur monnaie d'argent. Les industries d'Europe y gagneraient sans doute.

PERLES FINES ET PERLES DE CULTURE DEVANT LA SCIENCE

Par Jean LABADIÉ

Le domaine industriel n'est pas le seul où la science et la technique ont permis de réaliser des synthèses artificielles de produits destinés à remplacer les produits naturels, devenus trop rares ou trop chers. S'il est, en effet, un domaine qui semblait interdit à l'homme, c'est bien celui des produits de la vie même, tel que la sécrétion de la matière perlrière par l'huître. Certes, on ne sait pas encore « fabriquer » une perle, mais les études biologiques ont cependant permis, grâce à une véritable opération chirurgicale, de forcer l'huître à produire ce joyau si apprécié. On sait que cette opération consiste à greffer, d'une manière spéciale, un noyau de nacre dans le manteau de l'huître, de sorte que celle-ci le recouvre lentement de couches concentriques de matière perlrière. L'abondance des « perles de culture » sur le marché n'a pas manqué d'émouvoir les joailliers, qui ont demandé aux physiciens de mettre au point des méthodes sûres de discrimination des perles fines naturelles et des « perles de culture ». La science a répondu à ces désirs, et, aujourd'hui, deux procédés, basés, l'un sur la disposition concentrique des couches perlrières, l'autre sur la structure même de cette matière, ont apporté une solution précise à ce problème délicat qui consiste à distinguer les « perles sauvages » des « perles de culture ».

L'UN des plus émouvants épisodes de *Vingt mille lieues sous les mers* est celui où Jules Verne nous montre le capitaine Nemo cheminant en scaphandre dans les fonds sous-marins d'Océanie. Suivi de ses compagnons, le prestigieux explorateur parvient à une anfractuosité de coraux où repose sur le sable, largement entre-bâillée, une énorme pintadine. Il s'agenouille, place son poignard en arc-boutant entre les valves, plonge sa main sous le manteau de l'huître et en retire une perle à l'échelle du mollusque géant — « une perle de dix millions » (ancienne monnaie) précisera la fin de l'histoire. Mais, loin de la cueillir, le capitaine la remet en place, retire son poignard et s'en retourne, comme un propriétaire de verger venu simplement palper un fruit non encore parvenu à maturité.

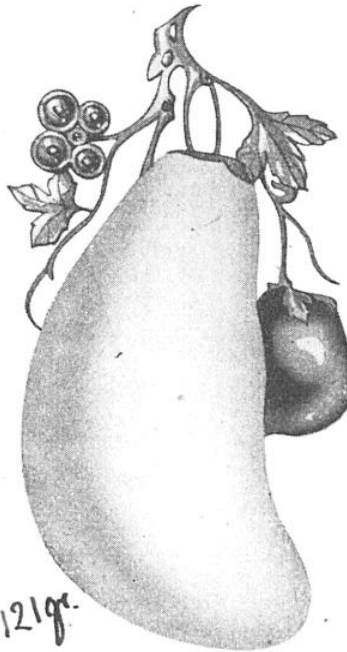
Ceci n'était, en 1885, qu'une anticipation parmi toutes celles qu'imagina le visionnaire génial de la science appliquée. Naturellement, elle est romancée ; mais les « fermes sous-marines » de culture perlrière

existent aujourd'hui et prospèrent. On en compte plus de quarante dans les anses du rivage japonais. Et, déjà, les perles de cul-

ture pullulent sur le marché, le plus souvent indiscernables à l'œil nu de leurs sœurs naturelles.

Faut-il conclure que c'en est fait de la valeur marchande propre de ces dernières ?

Tel est le problème que se posent joailliers et possesseurs de colliers de prix. Le marché, centralisé à Londres et à Paris, joue sur une production annuelle qu'on peut évaluer à 250 millions de francs seulement pour les perles de la mer Rouge (îles de Bahrein), sans parler de la production, beaucoup moins importante, du Venezuela, de la Colombie, de Panama, de Tahiti, des Philippines. Jusqu'ici, cette production était à peu près uniforme, stabilisée par la nécessité de ménager les bancs d'huîtres qu'une pêche intensive épuiserait rapidement. Si l'on se met à cultiver la perle, la production demeurera-t-elle limitée, conservant au bijou sa valeur d'objet rare ?



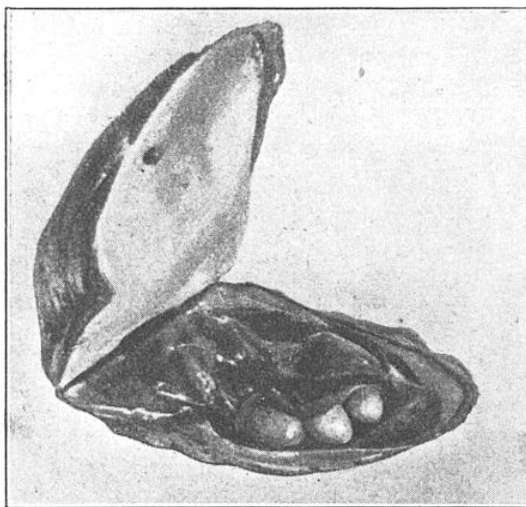
LA PLUS GROSSE PERLE
CONNUE, DITE « PERLE
D'ASIE », PESANT 2.420
GRAINS (LE GRAIN VAUT EN-
VIRON 1/20^e DE GRAMME)

La naissance des perles dans l'huître est due à une sécrétion de défense de ce mollusque contre un ver parasite (perle naturelle), ou contre l'insertion d'un noyau de nacre (perle de culture)

Et d'abord quelles différences originelles séparent la perle naturelle et la perle de culture ? Sont-elles de nature profonde ? Peut-on les déceler ? Quels poids ont-elles sur la valeur intrinsèque de leur objet ?

La perle naturelle est un produit pathologique, parasitaire, formé au sein des tissus de l'huître perlière. La perle de culture également. Toutefois, dans le premier cas, l'action parasitaire est due à un ver (de la famille des cestodes, dont les « ténias » du chien, du lapin, du mouton et de l'homme sont les cousins germains), tandis que dans le second cas, elle est due à une intervention chirurgicale perpétrée par le cultivateur.

Le ver parasite s'insinue dans les tissus du mollusque et s'y enkyste. Une seule huître peut en contenir des centaines. Tous les vers qui s'installent dans les tissus « conjonctifs » (chair proprement dite) sont enrobés dans un kyste calcaire, un « calcul ». Par contre, s'il en est un qui choisit pour habitation le tissu « épithélial » (qui forme les couches



UN PHÉNOMÈNE RAREMENT OBSERVÉ DANS LA CULTURE PERLIÈRE

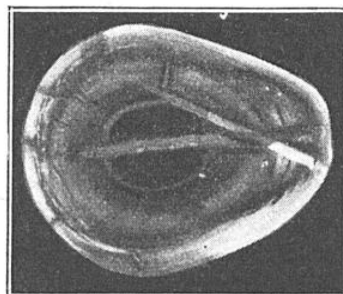
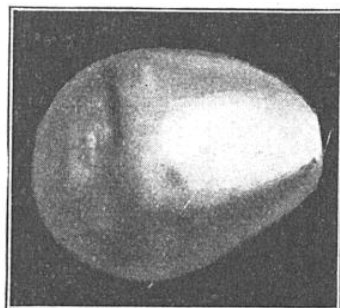
Cette mélégrine a été opérée, dans une ferme japonaise, pour produire une seule perle de culture ; mais, tant qu'il était au travail, le mollusque en a fourni trois dont, par conséquent, deux absolument « naturelles ». On aperçoit les perles à travers le tissu épithélial transparent qui les enveloppe.

ment pratiquée et d'ailleurs fort simple.

Cousez un noyau de nacre dans un lambeau de tissu épithélial prélevé sur une huître sacrifiée ; greffez le tout sur le manteau d'une huître saine et abandonnez celle-ci, sur un banc marin, à sa fonction de sécrétion défensive ; le noyau de nacre va se recouvrir des couches successives de matière perlière. Au bout d'un certain temps (sept ou huit ans, au plus), ce noyau sera profondément enseveli au cœur d'une

superficielles de cette même chair), ce ver donne lieu à une sécrétion de défense toute spéciale. Le mollusque lui fait un cercueil somptueux de couches cristallines, concentriques et sphériques, que secrète l'épithélium. Cet enveloppement en boule de neige constitue, finalement, une perle.

Ce processus n'a été découvert par les biologistes qu'assez récemment, il y a vingt ans. Sitôt connu, il incita, comme c'était fatal, à tricher avec la nature — c'est-à-dire à devancer l'action combinée du hasard et du cestode, par une opération de chirurgie intelligente-



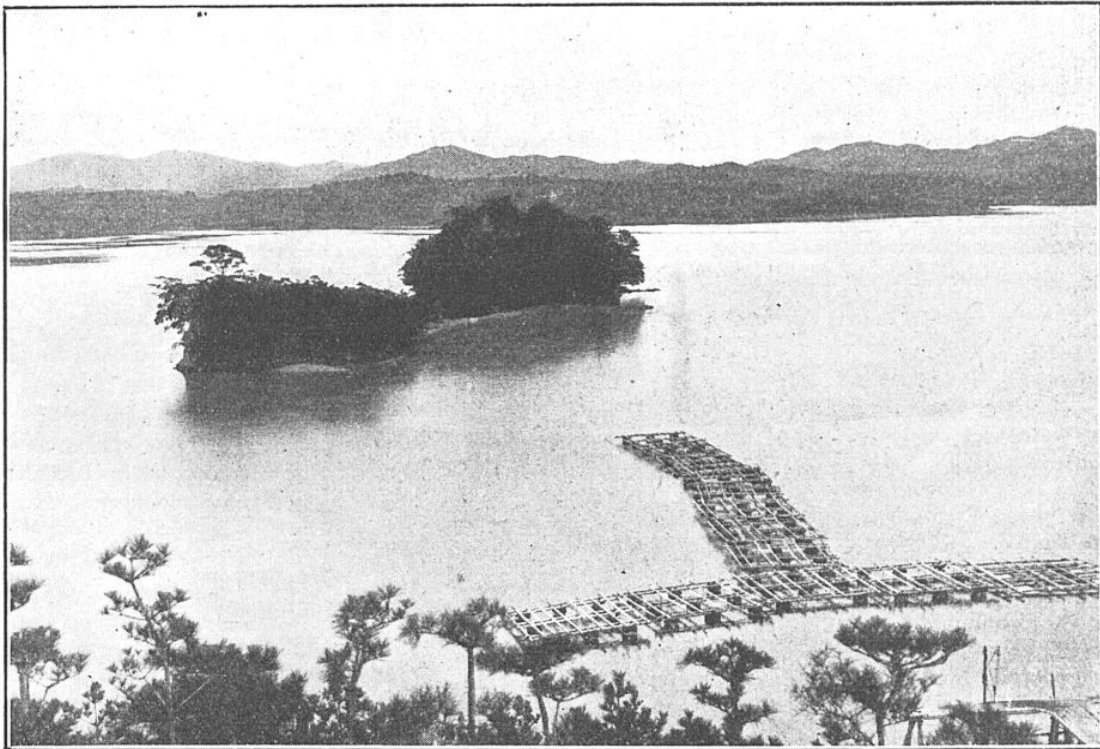
VUE EXTÉRIEURE ET COUPE D'UNE PERLE NATURELLE « SAUVAGE »

La nature s'est complue ici à imiter les cultivateurs, en plus grosier. Le hasard a introduit, en effet, sous le manteau du mollusque, un amas de matières inorganiques étrangères que l'huître a enrobé de ses couches cristallines.

sphère dont sa propre grosseur aura déterminé le volume, mais qui n'en sera pas moins une vraie perle.

Tel est le procédé par lequel l'initiateur japonais, M. Mikimoto, a fondé l'industrie

ci, sur un banc marin, à sa fonction de sécrétion défensive ; le noyau de nacre va se recouvrir des couches successives de matière perlière. Au bout d'un certain temps (sept ou huit ans, au plus), ce noyau sera profondément enseveli au cœur d'une

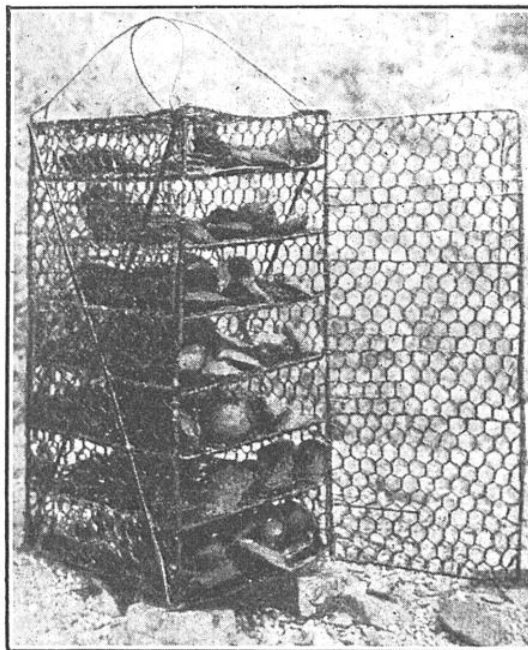


VUE GÉNÉRALE DE LA FERME PERLIÈRE SOUS-MARINE DE SOKASHO-BAY (JAPON)

de la culture perlière. Comme on le voit, l'opération était moins simple que Jules Verne le laissait croire. Et une perle arrachée à l'huître, par déchirement de l'enveloppe épithéliale qui la secrète, ne pourrait être remise en place avec l'aisance du capitaine scaphandrier soulevant son fabuleux joyau.

Le dépôt sécrété par l'huître est de même nature chimique que la nacre, mais sa structure physique est différente

Jules Verne, toujours documenté, commettait une con-



LES HUITRES MÉLÉAGRINES « GREFFÉES » SONT ENFERMÉES DANS DES PANIERS QUI SONT ENSUITE IMMERGÉS

fusion bien excusable à son époque. Il savait que, de temps immémorial, les Chinois placent sous le manteau de mollusques d'eau douce des statuettes plates que ceux-ci recouvrent de nacre, en l'incorporant à leur valve inférieure, de laquelle il faut ensuite détacher l'objet à la scie.

Pareillement, l'huître perlière recouvre de lamelles de nacre certains parasites qui s'introduisent chez elle par perforation de sa valve : il en résulte une demi-perle, dite « japonaise », qui n'a rien de commun avec la perle vraie, naturelle ou cultivée.

Celle-ci est le produit d'une sécrétion

uniforme et concentrique, qui ne peut se produire si la membrane épithéliale n'entoure pas complètement l'objet central.

Mais le dépôt sécrété ici est-il de la nacre ?

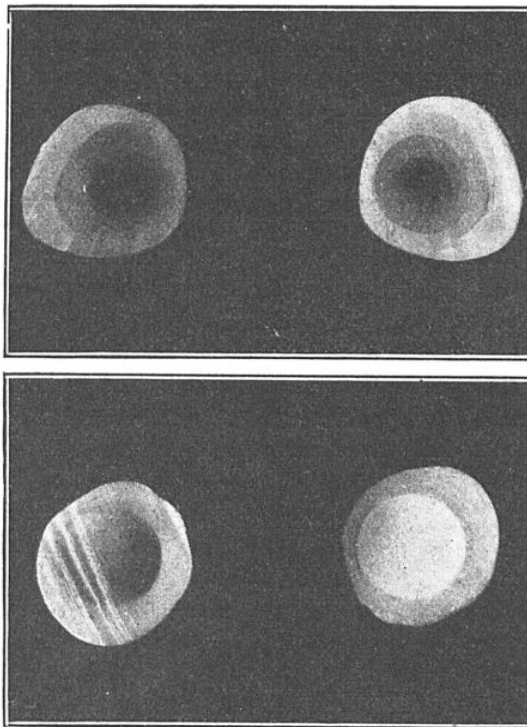
En principe, la matière de la perle est de même nature chimique que les couches nacrées de la valve, mais sa structure physique est toute différente : la matière calcaire (conchyoline) est *cristallisée* sur les couches perlières, en cristaux relativement gros, tandis qu'elle est étendue sur les surfaces nacrées en *lamelles* extrêmement minces. Du point de vue physique, les effets d'irisation de la lumière sur l'une et sur l'autre matière diffèrent profondément. La lumière joue sur la nacre comme sur les pellicules d'huile ou de pétrole qui flottent parfois sur l'eau. Elle donne des plages de couleurs variées, par le principe des « lames minces » ; les diverses longueurs d'onde composant la lumière blanche se séparent, par un phénomène « d'interférence », au hasard des trajets à travers les pellicules d'épaisseur variable ; tandis que les cristaux de la perle divisent la lumière exactement comme feraient une infinité de prismes créant chacun son arc-en-ciel particulier.

La différence entre ces phénomènes lumineux superficiels saute aux yeux de tout expert qui discerne spontanément l'« orient » d'une perle « vraie » des reflets nacrés d'une perle fausse ou de ceux d'une « demi-perle » et sait, d'ailleurs, estimer la qualité de cet orient.

On conçoit, par contre, combien ce même expert s'est trouvé dérouté lorsqu'il s'est agi de distinguer une perle naturelle de sa sœur cultivée, obtenue grâce à l'habileté du chirurgien, qui se borne à suppléer l'action fortuite du parasite, pour amorcer la sécré-

tion perlière sans en modifier la nature.

Seul, le noyau central — qui n'intervient pas dans l'effet lumineux — est donc « artificiel » dans la perle de culture. Il échappe à l'œil et même à la balance s'il est de même nature chimique que la perle vraie, c'est-à-dire de nacre. Mais le physicien peut fort bien déceler ce noyau et dispose, à cet effet, de deux moyens, tous deux établis sur une prospection optique.



COUPES D'UNE PERLE FINE (EN HAUT) ET D'UNE PERLE DE CULTURE (EN BAS)

On remarque le noyau de nacre de la perle de culture, tandis que, dans la perle fine, les couches concentriques atteignent jusqu'au centre.

Le procédé de MM. Francis Perrin et Chilowski, pour distinguer une perle naturelle d'une perle de culture, est fondé sur la disposition concentrique des couches perlières

La plus commode de ces investigations est à la portée de tout bijoutier qui veut bien se procurer un ingénieux appareil, « l'endoscope », dont nous allons rappeler succinctement le fonctionnement (1).

Le principe de l'appareil réside dans le fait que les couches perlières concentriques conduisent la lumière exactement comme fait un jet d'eau incurvé, à l'intérieur duquel on lance un faisceau éclairant (fontaines lumineuses). Ceci

peut se vérifier à condition de porter la source lumineuse à l'intérieur même de la couche qu'on veut explorer. C'est à quoi pourvoit l'endoscope, dans le cas des perles de collier, déjà percées d'un tunnel diamétral.

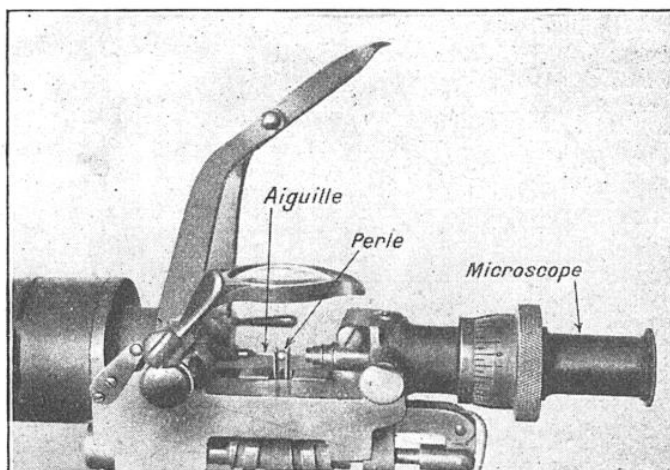
Le stratagème imaginé à cet effet par les deux physiciens bien connus, MM. Francis Perrin et Chilowski, consiste à envoyer un puissant rayon lumineux à l'intérieur de la perle par une aiguille creuse. L'extrémité de cette aiguille supporte un miroir incliné à 45° sur son axe. Arrivant sur le premier versant, le rayon lumineux est réfléchi verticalement, c'est-à-dire tangentielllement

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 129, page 225.

à la circonférence de la couche perlière qui surplombe le miroir en ce point. Le rayon se trouve alors canalisé entre les deux sphères limitant la couche et conduit à la sortie opposée de cette couche, débouchant à nouveau dans le tunnel.

On conçoit que, si un second miroir incliné en sens inverse du précédent (et toujours à 45°) se trouve situé en ce point d'émergence, la lumière sera redressée exactement dans l'axe vers l'autre extrémité du tunnel : tout se passera comme si aucun obstacle n'était inséré dans la galerie rectiligne. En fait, l'obstacle (ici, les deux miroirs à versants opposés) a été contourné par la lumière. L'œil de l'observateur (aidé d'un microscope) constate le fait avec aisance. Cette constatation lui permet de conclure nettement à l'existence de la couche perlière au niveau examiné.

Si le passage de la lumière ne cesse pas à mesure qu'on enfonce l'aiguille porteuse du miroir jusqu'au centre même de la sphérule, celle-ci constitue évidemment une perle fine intégrale, dont les couches les plus profondes partent du centre. Et, comme au fond, c'est ce seul fait du passage aux alentours du centre qui importe, MM. Perrin et Chilowski ont pu se contenter de juxtaposer les deux miroirs dos à dos, c'est-à-dire à très courte distance mutuelle. Si, en effet, la lumière ne passe pas quand cette position



DÉTAIL DE L'« ENDOSCOPE » PERRIN-CHILOWSKI

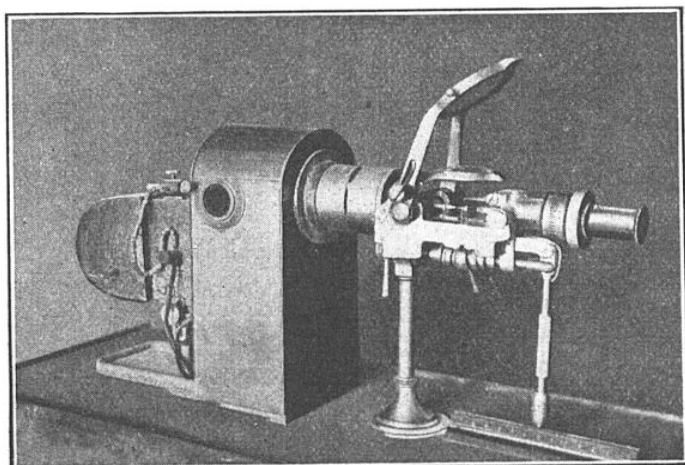
La perle percée est montée sur l'aiguille porte-miroir, devant le microscope destiné à surveiller l'évolution de son éclaircissement intérieur qu'assure le projecteur lumineux situé à gauche. Au-dessus, le système de lentilles qui permet d'éclairer violemment la perle en surface, pendant qu'on examine ses irisations au microscope.

centrale est atteinte, c'est que le noyau, non composé de couches concentriques, est artificiel.

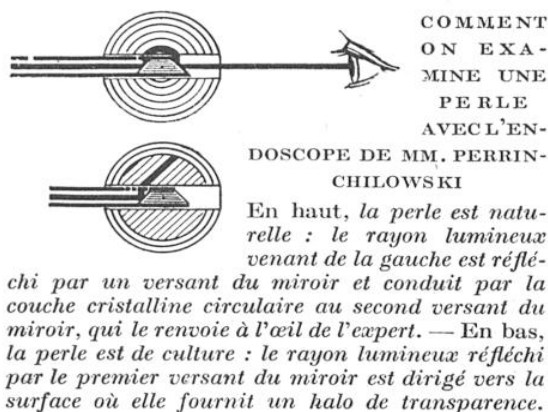
Si le noyau est de nacre, les lames parallèles qui le constituent dirigent la lumière vers la périphérie de la perle, à la surface de laquelle apparaît alors, par transparence, une raie lumineuse correspondant à cette stratification. Cette raie s'observe de l'extérieur par la loupe qui surmonte l'endoscope. (L'observation générale a lieu en chambre noire.) En faisant tourner la perle sur elle-même, la raie est naturellement entraînée dans ce mouvement. Aucun doute possible : la perle est de « culture », avec noyau de nacre.

Dans certains cas (perles naturelles « blues ») le noyau n'est pas stratifié par couches sphériques, bien qu'il soit de matière perlière : le passage du miroir, au centre, se manifeste par des jeux de lumière spéciaux, qui permettent de discerner encore cette nouvelle espèce de perles de la perle fine intégrale.

Par l'examen attentif de la coloration du miroir de sortie, l'œil perçoit, en outre, avec précision le passage de la sphère de nacre à celles de matière perlière. C'est que les couches perlières



VUE D'ENSEMBLE DE L'APPAREIL (ENDOSCOPE) DE MM. PERRIN ET CHILOWSKI, POUR L'EXAMEN DES PERLES



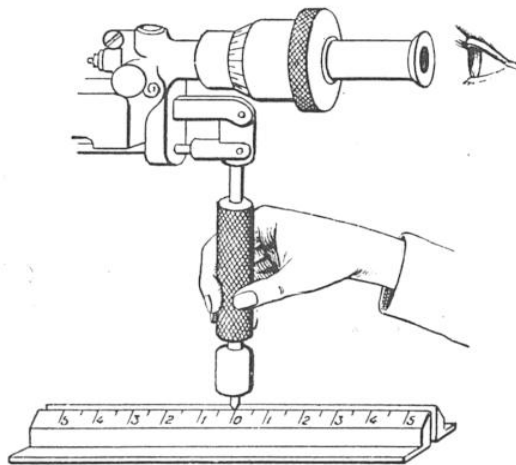
ont une transparence grâce à laquelle le rayon incident peut encore passer sur le miroir opposé, sans fournir, toutefois, le *maximum d'éclairement* constaté au centre d'une perle fine.

En résumé, l'endoscope Perrin-Chilowski permet de disséquer la perle et de déceler sa composition anatomique profonde par un simple rayon de lumière, quand elle est perforée.

M. Dauvillier fait appel aux rayons X pour l'expertise des perles

Quand la perle est vierge de perforation, elle n'en tombe pas moins sous la juridiction du physicien. Celui-ci recourt, dans ce cas, à une autre lumière, celle des rayons X, pour analyser sa structure.

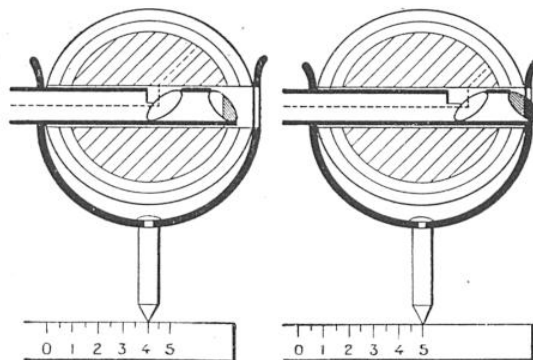
Le principe utilisé est celui-là même qui, en 1912, révéla au physicien allemand Von Laue, la « nature lumineuse » des rayons X.



LE LEVIER MESURATEUR AU MOYEN DUQUEL ON FAIT AVANCER OU RECULER, PAR FRACTIONS DE MILLIMÈTRES, L'AIGUILLE PORTE-MIROIR A L'INTÉRIEUR DE LA PERLE

Si un rayon X n'est pas autre chose qu'une lumière identique à la lumière visible, mais d'une longueur d'onde beaucoup plus courte, les ondes constituant ce rayon se *diffractionneront*, pourvu qu'elles rencontrent sur leur passage un corps opaque du même ordre de grandeur qu'elles-mêmes.

Les ondes X sont environ mille fois plus courtes que les ondes lumineuses visibles. Quels obstacles seront donc assez petits pour les diviser — les diffracter — en produisant ces jeux de lumière que vous apercevez, par exemple, en regardant une lampe



A gauche : le versant extérieur du miroir est à cheval sur le noyau et la couche perlrière ; sa moitié intérieure se colore du reflet blanchâtre de la nacre, sa moitié extérieure reflète la coloration de la couche perlrière. — A droite : le miroir est avancé jusqu'à ce que disparaisse le reflet blanchâtre ; il ne donne plus alors que le reflet de la couche perlrière. Cette avance marque l'épaisseur de cette dernière couche.

à travers un tissu très serré ? Les fils du tissu sont les obstacles occasionnant la division de la lumière visible. Les atomes, qui constituent la matière cristallisée, sont disposés de la même manière géométrique que les mailles d'un tissu. Ces atomes sont, d'autre part, du même ordre de grandeur que les ondes X. Leur réseau cristallin diffractera donc ces ondes.

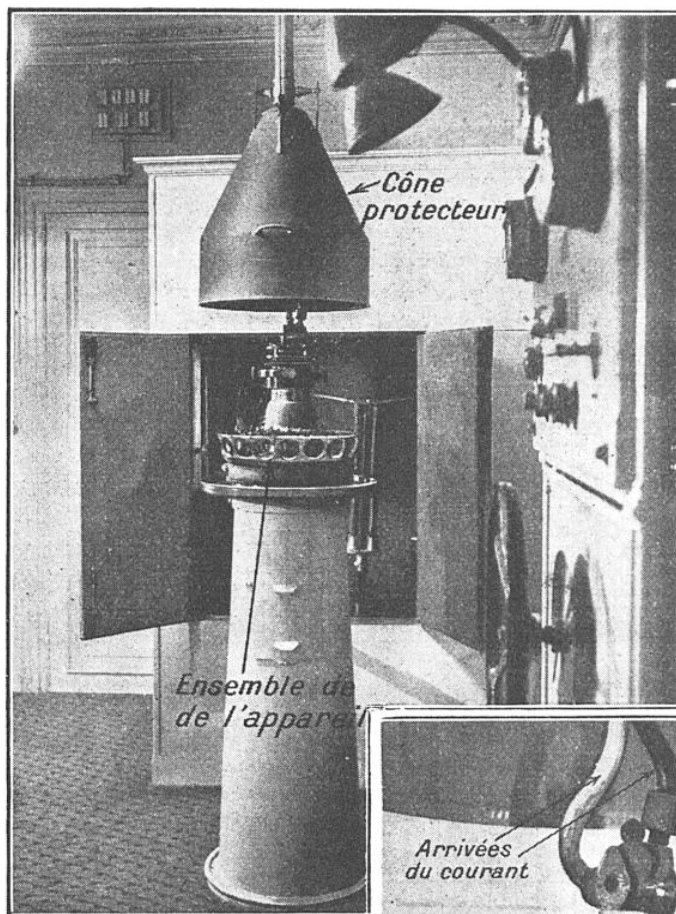
Nous rappelant que les couches concentriques de la perle vraie sont faites de matière cristalline, nous comprenons aussitôt que, si nous faisons traverser une perle par un faisceau de rayons X, celui-ci accusera, à la sortie, le phénomène de diffraction attendu. Ce phénomène se manifeste clairement sur une plaque photographique par des taches disposées symétriquement autour d'un centre (voir les figures page 288).

Si le noyau est constitué de nacre ou de

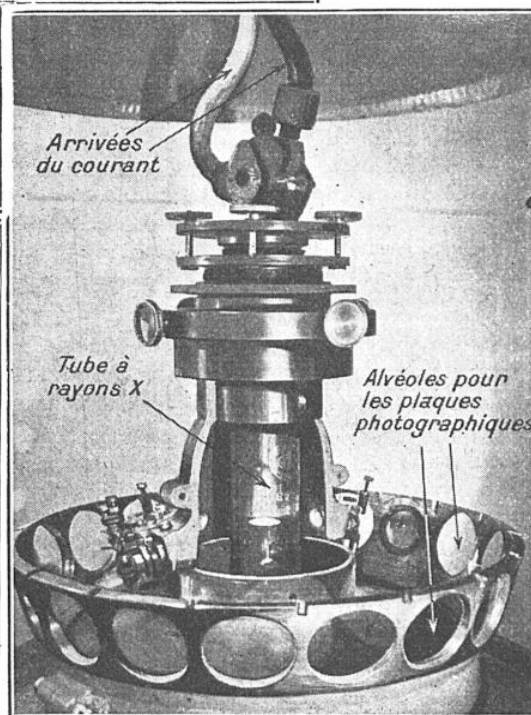
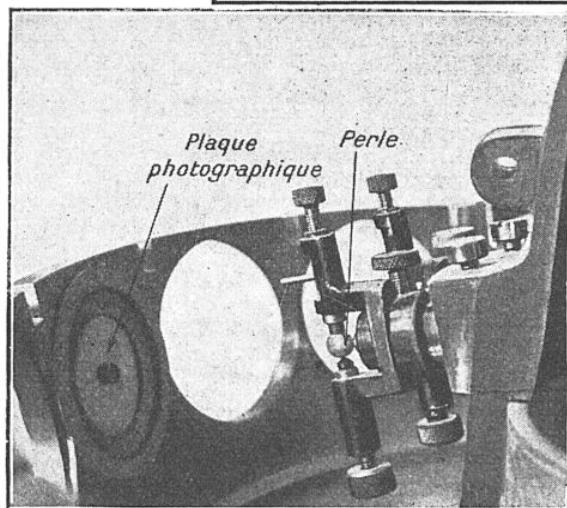
tout autre matière non cristalline, les taches symétriques correspondant aux couches perlées seront nettement différenciées d'une grosse tache noire centrale. Une fois de plus, le noyau artificiel est décelé.

L'appareil, établi par un savant spécialiste des rayons X, M. Dauvillier (du laboratoire de M. Maurice de Broglie), permet d'examiner, en une seule opération, tout un chapelet de perles.

Cet appareil (voir les photographies ci-con-



tre) se compose essentiellement d'un socle sur lequel sont fixés le dispositif émetteur de rayons X, le système-support de la perle et une couronne circulaire dans laquelle sont ménagés des alvéoles destinées à recevoir les plaques photographiques où s'inscriront les radiographies des perles. Le tube à rayons X est fixé à l'intérieur d'un bâti percé d'ouver-



APPAREIL DE M. DAUVILLIER POUR L'EXAMEN SIMULTANÉ AUX RAYONS X DE PLUSIEURS PERLES INTERPOSÉES CHACUNE ENTRE LE TUBE A RAYONS X ET LA PLAQUE PHOTOGRAPHIQUE. En haut, ensemble de l'appareil, le cône protecteur contre les rayons X, relevé; en bas, à droite et à gauche, détails de l'appareil montrant le tube à rayons X, le support de la perle et la plaque photographique où s'inscrira le spectre de «Iaue», caractéristique d'une perle naturelle ou d'une perle cultivée,

tures correspondant aux plaques photographiques. Chacune de ces ouvertures se prolonge à l'extérieur par un tube court sur lequel est monté le support de la perle. Ce dernier est simplement constitué par deux vis qui permettent de serrer légèrement la perle pour la maintenir et de régler sa position, de sorte qu'elle soit dans l'axe de la plaque photographique en même temps que sur le trajet des rayons X. Un cône protecteur, représenté relevé sur la photographie d'ensemble

de l'appareil, met l'opérateur à l'abri des lésions organiques causées par les rayons X. Sur la même photographie on voit, à droite de l'appareil, les appareils de réglage et de contrôle de l'arrivée du courant au tube émetteur. Le dispositif de M. Dauvillier

est certainement plus compliqué que l'endoscope, mais il ne faut pas oublier qu'il s'applique à des perles entières, non perforées, et que, de plus, il permet d'obtenir des témoins durables de l'examen sous la forme de photographies.

La querelle entre les partisans de la « perle naturelle » et ceux de la « perle de culture » est aujourd'hui périmée

Les moyens scientifiques mis à la disposition des joailliers par les physiciens pour distinguer perles naturelles et perles de culture, les unes et les autres étant « vraies », rendent sans objet la controverse qui oppose

les partisans de celle-ci aux partisans de celle-là. La facture commerciale peut indiquer, avec une assurance toute scientifique, de quelle nature est la perle vendue.

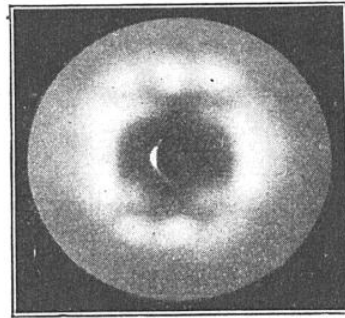
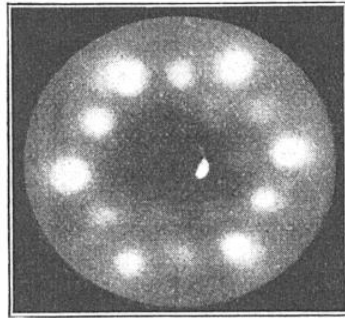
Rien n'empêche, d'ailleurs, le cultivateur de perles, d'ensemencer ses huîtres en conformité rigoureuse avec le processus utilisé par la nature. Avec l'accroissement incessant de son expérience propre (biologique et chirurgicale), il se peut qu'il parvienne un jour à *forcer* la nature et à récolter des perles

à la Jules Verne, qui seront aux perles naturelles les plus grosses actuellement connues (voir la photographie page 281) comme la reine-claude est au brugnoon sauvage. Alors, plus que jamais, chaque acheteur choisira ce qu'il voudra.

Par le jeu de l'offre et de la demande, il dira s'il attache la valeur du joyau à sa rareté naturelle ou à sa beauté intrinsèque — l'une étant obérée de la peine des hommes plongeant dans la mer Rouge sous l'œil des requins, l'autre étant le fruit de la science humaine.

Et ce choix délimitera deux sortes d'élégances possibles, entre lesquelles nous nous garderons bien de prendre un parti qui serait, d'ailleurs, prématuré, toutes les grandes perles, celles des impératrices, de M^{me} Thiers et des maharadjas, demeurant jusqu'ici naturelles.

JEAN LABADIÉ.



LE SPECTRE DE LAUE OBTENU PAR L'APPAREIL DAUVILLIER

A gauche, le faisceau de rayons X dirigé sur une perle naturelle, donne les taches de diffraction caractéristiques des cristaux composant les couches perlées seules. — A droite, les taches de diffraction sont diluées parce que la perle « de culture » examinée contient un noyau de nacre non cristallin.

Les biens sont inégalement répartis entre les hommes, les hommes inégalement répartis entre les entreprises, d'une manière générale les grandeurs économiques qui sont formées de biens et d'hommes comprennent un nombre variable de ces biens ou de ces hommes. Etudier l'inégalité de ces nombres constitue un problème de la plus haute importance, car il comprend notamment celui de l'inégalité des pauvres et des riches, celui de la concentration industrielle, etc.

(R. GIBRAT, Ingénieur au Corps des Mines.)

VOICI UNE NOUVELLE EXTENSION DE LA MÉTHODE PHOTOGRAPHIQUE APPLIQUÉE AUX MESURES

La métrophotographie permet l'exactitude des levés de plans et la reconstitution des édifices

Par H. ROUSSILHE

INGÉNIEUR HYDROGRAPHE EN CHEF

Voici une œuvre d'art, une église avec son clocher, dont, hier encore, il ne restait plus que des ruines, après la tourmente de 1914-1918. Aujourd'hui, avec le seul secours d'une carte postale d'avant-guerre, les plans de l'église ont été entièrement reconstitués. De même, la revision complète et correcte du cadastre de France, qui, par les méthodes ordinaires de topographie, aurait exigé quelques siècles et quelques milliards de francs, ne demandera plus qu'une vingtaine d'années et un milliard de francs, grâce à la photographie. Ce domaine de la science photographique, appelé métrophotographie, bien que découvert en 1855 (photographie en ballon de Nadar) n'a été exploité rationnellement que depuis 1918. Des méthodes sûres et précises, mises au point en 1920, notamment par Laussedat, professeur à l'Ecole polytechnique, et par notre savant collaborateur, auteur de l'article qu'on va lire, permettent, en effet, maintenant, non seulement de réaliser la planimétrie d'un terrain, mais encore, grâce à des appareils fort ingénieux, d'en relever les différentes altitudes, d'en tracer automatiquement les courbes de niveau. Déjà féconde par ses multiples applications — photomécanique (1), radiographie (2), zoométrie (3) — la science photographique, par la précision qu'elle apporte comme méthode de mesure, multiplie les services qu'elle rend comme précieuse auxiliaire des autres sciences.

Qu'est-ce que la métrophotographie ?

LA photographie — invention bien française et qui a déjà cent ans (4) — est, en général, considérée comme un merveilleux moyen de documentation artistique, mais on est moins fixé sur ses qualités métriques, c'est-à-dire sur les mesures que l'on peut en extraire, grâce à la précision des images qu'elle enregistre, au fini des objectifs, des obturateurs, des plaques et des produits chimiques utilisés.

Or, la métrophotographie — ou, comme on dit en Europe centrale, la photogrammétrie — c'est la science des mesures photographiques et de leurs restitutions, c'est-à-dire de la reconstitution, au moyen de clichés quelconques, des dimensions exactes de l'objet photographié.

Les domaines d'application, après de plus ou moins sérieux essais et tâtonnements, sont devenus très variés et très étendus :

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 159, page 186.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 159, page 191.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 145, page 57.

(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 157, page 3.

topographie, cadastre, améliorations agricoles, identification des hommes et des animaux, études de mécanique, de balistique, d'architecture, etc...

Tout cela méritait bien une science spéciale, des matériels modernes et des méthodes précises pour l'exploitation des photographies.

A vrai dire, la question n'est pas nouvelle : dès 1839, *Arago*, en présentant à l'Académie des Sciences la célèbre invention de *Niepce* et *Daguerre*, prévoyait avec raison les applications du siècle actuel, notamment à la topographie. Vingt-deux ans après, le capitaine du génie *Laussedat*, obtenait les premiers résultats concluants, au cours d'une expérience de « lever » restée célèbre (*Buc*) : la métrophotographie était créée par lui, de toutes pièces, et rangée parmi les méthodes régulières de la topographie.

La nécessité de prendre des clichés embrassant le maximum de terrain, et dans les meilleures conditions possibles, conduisit, d'ailleurs, très vite, à élever le point de prise de vues, de façon à prendre les photo-

graphies aussi près que possible de la verticale. Mais, si *Nadar* fut le précurseur de la photographie en ballon (1855) et même de la révision du cadastre par la photographie aérostatique (1864), il fallut attendre une quarantaine d'années avant de voir naître des méthodes rationnelles d'exploitation des clichés pris en ballon libre ou en cerf-volant (*De Lavalette, Batut et Wenz, Saconney*).

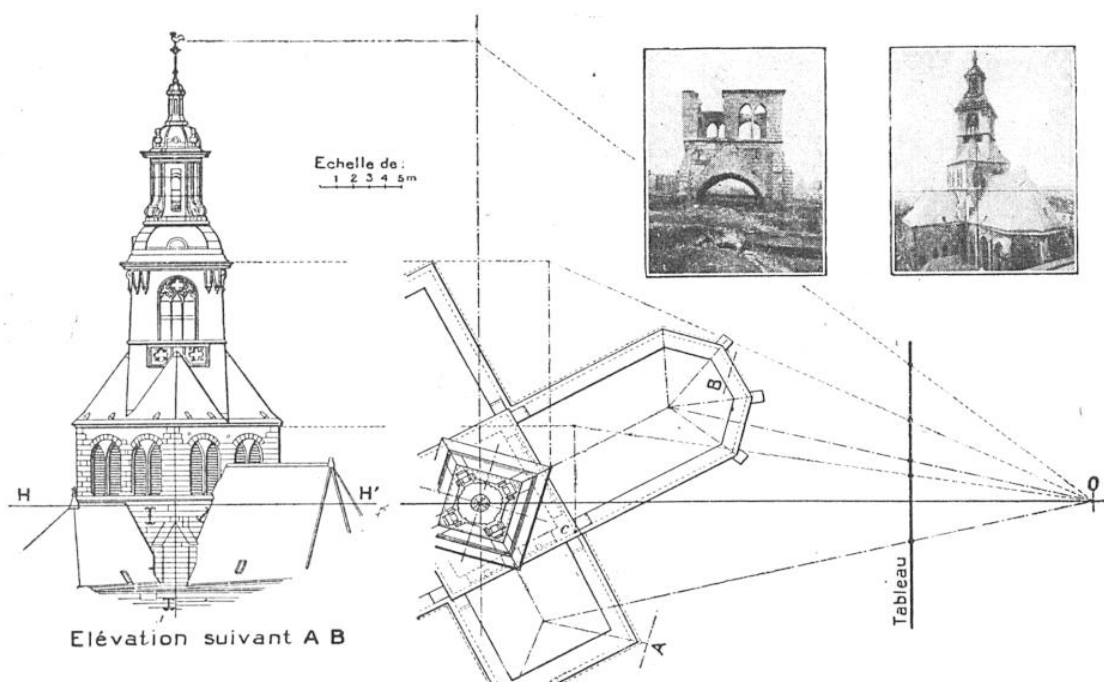
En réalité — et c'est un phénomène assez

métrophotographie existe, et que ses applications, en Allemagne et en Autriche, sont considérables.

Depuis quinze ans, le retard a été à peu près regagné, et, pour ne parler que de ce qui se fait chez nous, voici quelques détails.

Les méthodes modernes de métrophotographie

La méthode *Laussedat* (métrophotogra-



RECONSTITUTION DES DÉTAILS DU CLOCHER DE L'ÉGLISE SAINT-JACQUES, A REIMS, D'APRÈS UNE PHOTOGRAPHIE

La photographie de gauche montre l'état de l'église en 1918, le clocher étant complètement détruit. La photographie de droite, datant d'avant-guerre, a été le seul document utilisé pour la reconstitution du clocher, dont on voit ici le plan et l'élévation, d'après les procédés de la métrophotographie, au moyen de quelques constructions géométriques relativement simples (1).

curieux à constater — les milieux officiels et les techniciens privés ont à peu près ignoré la métrophotographie jusqu'à la guerre de 1914-1918.

Bien que le capitaine *Laussedat* — devenu colonel, professeur à l'Ecole Polytechnique et directeur du Conservatoire des Arts et Métiers — ait eu quelques zélés et brillants disciples ; bien que le colonel *Renard*, chef très avisé de l'aérostation militaire avant la guerre, n'ait pas craint de constituer un personnel et un matériel très sérieux, dont l'utilisation fut féconde en 1914 ; il faut arriver aux progrès immenses de l'aviation, et aux événements mêmes de la guerre, pour qu'on s'aperçoive, en France, que la

phie proprement dite) est purement graphique. Une plaque verticale (donc à axe optique horizontal, dont la direction est orientée par les procédés topographiques normaux) donne une perspective conique, dont le tracé est des plus simples, en planimétrie et en altimétrie. En combinant deux de ces perspectives, la restitution du plan s'obtient par des constructions graphiques simples ; les cotes d'altitude se calculent ou se construisent graphiquement, en utilisant les hauteurs angulaires au-dessus de l'horizon (c'est la méthode

(1) Cette planche a été extraite de l'ouvrage de M. H. Deneux : *La métrophotographie appliquée à l'architecture*, Catin, éditeur.

utilisée dans le nivellement topographique).

D'autre part, en combinant plus de deux clichés, et en employant, au besoin, des plaques inclinées, on résout le problème dans toute sa généralité, et chaque point déterminé, en plan comme en altitude, est rigoureusement contrôlé.

Enfin, si le point de station photographique n'est pas connu, et si l'axe de l'appareil n'est pas orienté, on peut, par les procédés de la perspective géométrique, situer et orienter le cliché, pourvu qu'on connaisse trois points au moins du terrain.

Le procédé *Laussedat* a été employé en particulier, avec de savantes mises au point, par M. Deneux, architecte en chef de la cathédrale de Reims, et par son élève et continuateur, M. Desolneux, à la reconstitution des plans et élévations des monuments.

M. Deneux, dont on connaît l'admirable travail de reconstitution de notre cathédrale de Reims, a utilisé des photographies déjà anciennes, et même de simples cartes postales commerciales, pour restituer les plans et élévations de nombreux édifices, plus ou moins détruits pendant la guerre, notamment les églises Saint-Jacques et Notre-Dame de Reims, de Bourgogne (Marne), de Ricey-Haute-River, etc. Ces restitutions peuvent être complétées et facilitées par l'étude des ombres solaires.

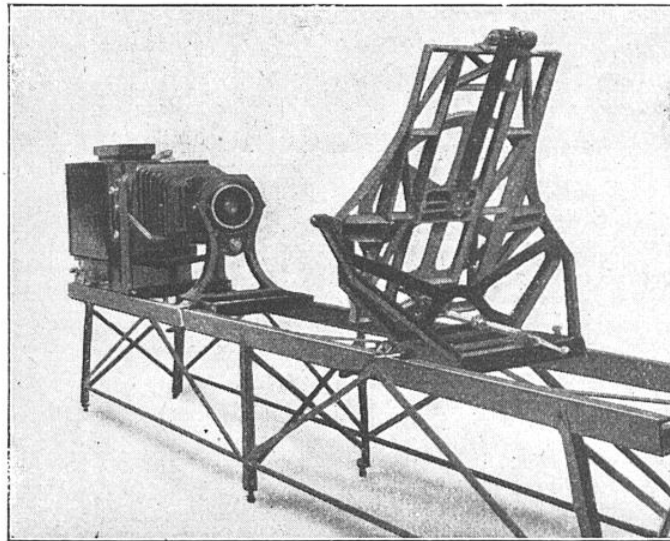
Appliquée brillamment par divers auteurs, notamment par les frères Vallot, pour leur belle carte du mont Blanc, la méthode *Laussedat* est également employée — depuis 1920 et presque sans changement — à l'utilisation des photographies aériennes par le procédé *Roussilhe*.

Un appareil automatique spécial permet

de redresser les clichés originaux (c'est-à-dire de les rendre horizontaux et de les agrandir à l'échelle voulue), puis de déterminer, à l'aide d'abaques (1) très simples, et à quelques mètres près, la position et l'altitude du point de prise de vues.

On combine alors — par constructions graphiques et exactement comme en topographie régulière — les données fournies par plusieurs clichés (trois ou quatre, en principe), et on obtient des levés très corrects, à une échelle qui peut atteindre le 1/1.000^e.

On peut également utiliser le procédé semi-automatique *Roussilhe* à la révision rapide de plans existants (plans cadastraux, par exemple). Dans ce cas, on projette le cliché du terrain sur le plan ancien — on sélectionne les points fixes, c'est-à-dire ceux dont la position n'a pas varié — et, entre ces points fixes constituant le canevas de restitution, on interpole les nouveaux détails du plan, en même temps



APPAREIL DE PHOTORESTITUTION ROUSSILHE, POUR REDRESSER ET AGRANDIR À L'ÉCHELLE VOULUE LES CLICHÉS PRIS EN AVION

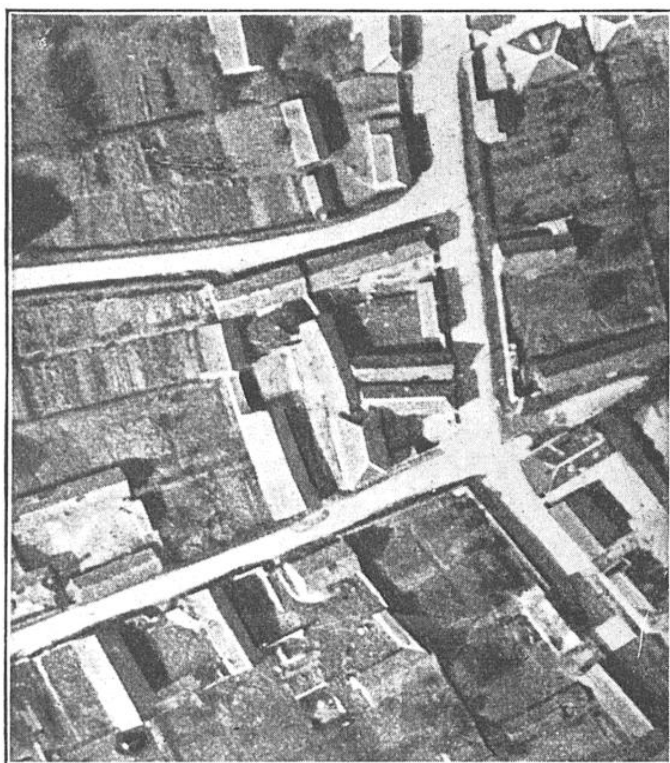
Les clichés, pris à une altitude et sous une inclinaison inconnues, mais avec un objectif de longueur focale connue, sont redressés par projection sur un écran en faisant coïncider quatre points avec leurs positions géographiques figurées sur l'écran.

qu'on supprime les éléments disparus.

Accessoirement, la méthode *Roussilhe* — restitution de clichés isolés, horizontaux ou peu inclinés — permet d'étudier la trajectoire de l'avion et de résoudre de nombreux problèmes d'ordre technique ou militaire.

La méthode *Roussilhe* a été appliquée, depuis 1921, à de nombreux travaux pratiques : révision du cadastre de France (la rapidité du procédé est telle qu'on a pu chiffrer à vingt ans et à un milliard de francs le délai et le prix de la révision correcte du cadastre de France, ce qui correspond à une économie certaine de quelques siècles et de quelques milliards de francs par rapport

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 149, page 362.



PHOTOGRAPHIE AÉRIENNE REDRESSÉE POUR LA RÉFECTION DU CADASTRE

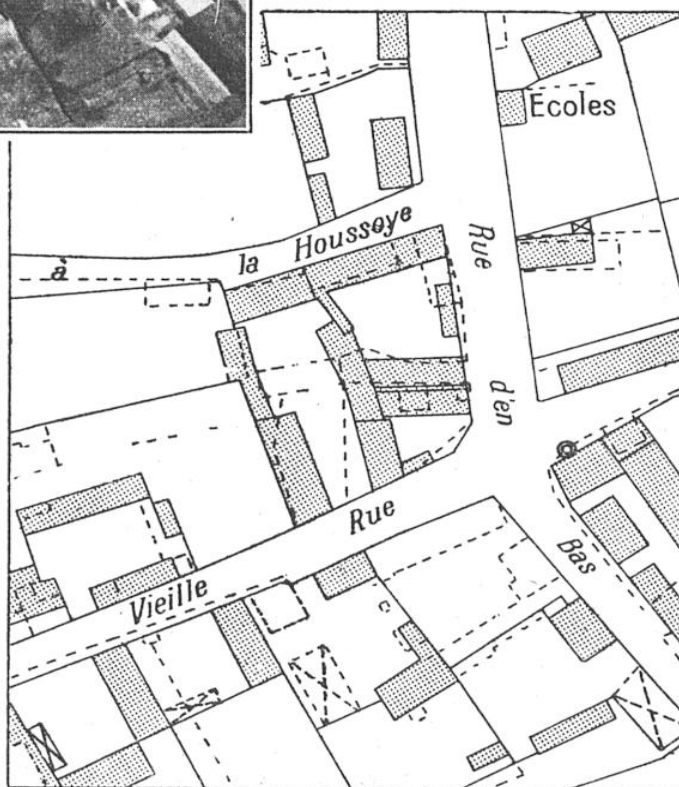
aux procédés actuels), études d'aménagements agricoles par M. Vignerot, ingénieur en chef du génie rural, en Yougoslavie et, en France, dans les Ardennes.

La métrophotographie aérienne facilite considérablement, par économie de temps et d'argent, avec une précision parfaite, les opérations topographiques qui sont à la base des remembrements de la propriété foncière.

Ces remembrements territoriaux remédient aux inconvénients de l'extrême morcellement des terrains de culture résultant le plus souvent des partages successoraux. Le cultivateur ne peut exploiter rationnellement des parcelles trop petites, disséminées dans l'ensemble du terroir communal, enclavées au milieu de parcelles étrangères, loin du centre d'explo-

tation, démunies de chemins d'accès, grevées de servitudes de passage, ruineuses en clôtures. Le remembrement parcellaire augmente également la valeur foncière des terrains agricoles.

Les autres applications de la photographie aérienne aux aménagements des cours d'eau, à l'assainissement, à l'irrigation, au drainage, aux chemins ruraux, aux adductions d'eau potable, etc., peuvent être envisagées. Il est, en effet, très aisé et très rapide de porter, sur les plans aériens redressés, des cotes de nivellement déterminées à terre. Il est même possible, actuellement, de déterminer directement ces cotes de nivellement et les courbes de niveau figurant le relief du terrain par les procédés photoaériens eux-mêmes

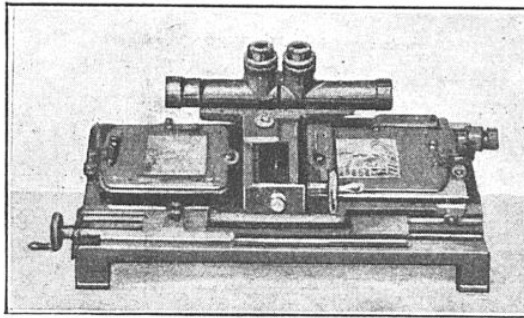


FRAGMENT DE PLAN CADASTRAL MIS A JOUR A L'AIDE DES INDICATIONS RELEVÉES SUR LA PHOTOGRAPHIE AÉRIENNE CI-DESSUS

Le nouveau plan cadastral est celui indiqué avec des traits pleins, et l'ancien, avec des tirets.

STÉRÉOCOMPARATEUR PERMETTANT, PAR L'OBSERVATION DE DEUX CLICHÉS D'UNE MÊME RÉGION, DE COMPARER, GRACE AU PHÉNOMÈNE STÉRÉOSCOPIQUE, LES ALTITUDES DES POINTS PHOTOGRAPHIÉS

Dans chaque oculaire se trouve un réticule en forme de croix ou de flèche. Lorsqu'on observe les deux clichés stéréoscopiques, les images de ces réticules forment un « test » qui semble flotter dans



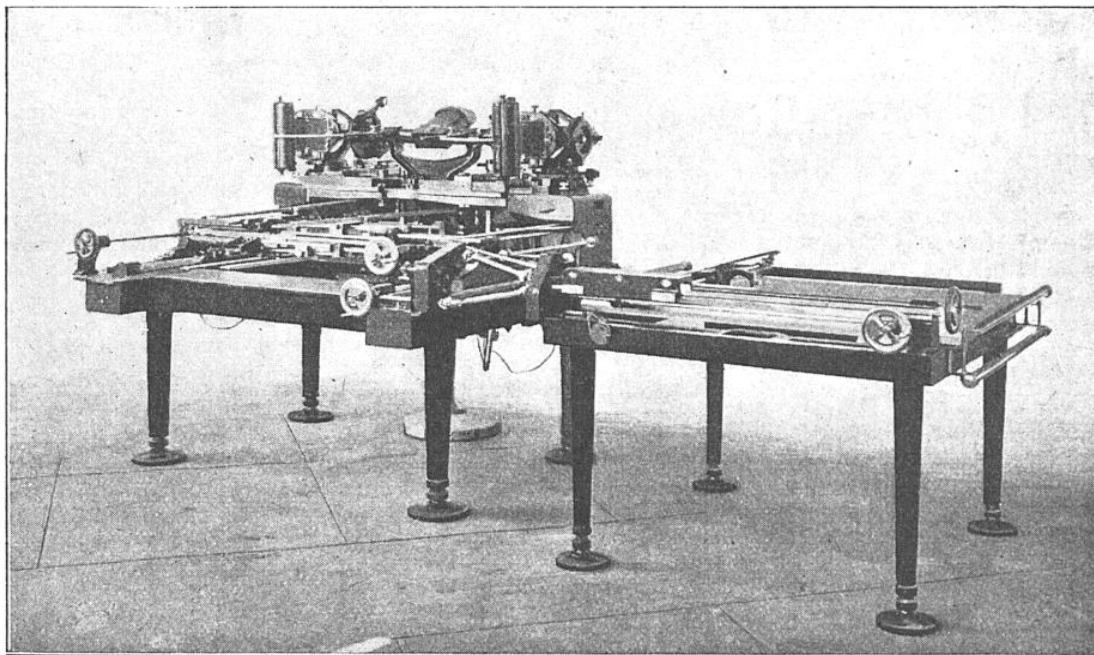
l'espace au-dessus ou au-dessous du point observé. On peut, à l'aide d'une vis micrométrique, faire varier l'écartement des clichés et amener ce test au contact du sol. En repérant les positions de la vis micrométrique pour deux points d'altitude connue, on en déduira les altitudes des autres points du cliché par interpolation. Si, l'écartement

des clichés étant constant, on les déplace de sorte que le « test » semble rester au contact du terrain, on trace automatiquement les lignes de niveau.

avec une précision suffisante pour la plupart des travaux envisagés.

Les adeptes de la méthode *Laussedat* — et surtout les adversaires — n'ont pas manqué de signaler, surtout pour les photographies prises à terre, les difficultés de reconnaître, d'une plaque à l'autre, les divers points visés. Sur les indications de *Deville* et *Von Hubl*, on a cherché alors à rappro-

cher les stations photographiques et à utiliser le phénomène stéréoscopique à leur exploitation précise par groupe de deux clichés. Les études de *Pulfrich*, en Allemagne, et surtout les travaux de *Von Orel*, en Autriche, ont alors conduit à l'utilisation d'un matériel entièrement automatique — le stéréautographe — qui fonctionnait déjà avant 1914 et dont les résultats, à l'échelle



STÉRÉOTOPOGRAPHE POIVILLIERS POUR LE TRACÉ AUTOMATIQUE ET CONTINU DE TOUS LES ÉLÉMENTS DES CARTES, EN UTILISANT DEUX CLICHÉS DISTINCTS QUELCONQUES DE LA ZONE DE TERRAIN DONT ON VEUT EFFECTUER LE RELÈVEMENT

Un système de chariots et de leviers matérialise les constructions géométriques et assure le tracé direct automatique des profils en longs et en travers. Un organe spécial permet de tenir compte de la courbure de la Terre et d'effectuer, d'une manière continue, les sections du terrain par des surfaces de niveau sphériques,

du 1/10.000^e, étaient surprenants, surtout pour le figuré du terrain.

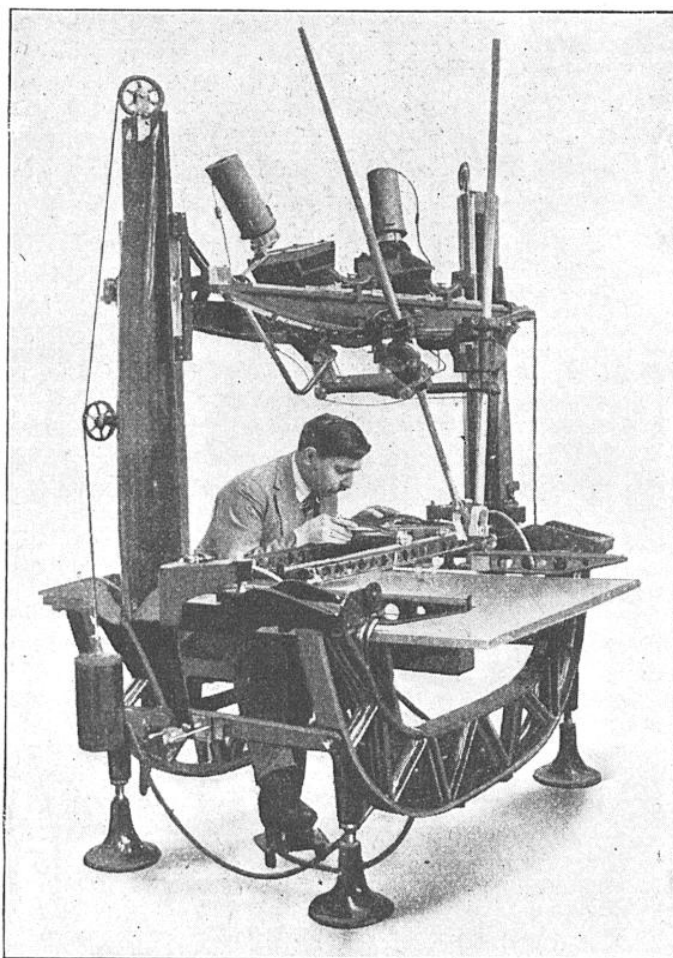
La stéréophotographie au service de la métrophotographie

La méthode stéréophotographique est fondée, en somme, sur les principes suivants :

1^o On cale deux clichés (recouvrant une partie commune du terrain) en position stéréoscopique ;

2^o A l'aide d'un viseur binoculaire, on examine successivement tous les points du terrain, et on les met en coïncidence avec un « test », situé dans le champ de l'appareil optique : les divers organes mécaniques mis en jeu pour obtenir cette coïncidence commandent automatiquement un traceur (dessin de la planimétrie). On lit les altitudes sur un dispositif spécial ;

3^o Le dispositif des altitudes étant calé à une cote ronde, on peut tracer les courbes de niveau automatiquement, en suivant le « test » au contact du terrain.



APPAREIL DE PHOTORESTITUTION GALLUS-FERBER

Deux clichés d'une même région sont placés dans les chambres fixées à la partie supérieure du bâti, munies d'objectifs identiques à ceux des appareils photographiques et orientées l'une par rapport à l'autre comme l'étaient ces appareils lors de la prise de vue. Les clichés étant éclairés, les rayons lumineux suivent une marche inverse de celle qu'ils suivaient lors des opérations sur le terrain et se coupent deux à deux en des points qui matérialisent dans l'espace le terrain. Si, sur l'écran horizontal, l'image d'un point apparaît unique, c'est que ce point du terrain reconstitué se trouve sur l'écran. Dans les autres cas, l'image est dédoublée, mais on peut la rendre unique en faisant varier la hauteur de l'écran. On peut donc tracer ainsi très rapidement les courbes de niveau. Dans la pratique, c'est la partie supérieure du portique que l'on déplace avec une pédale, et les deux chambres de projection sont éclairées successivement à une fréquence assez rapide. On observe une seule image qui a l'air de sauter d'une position à une autre ; lorsqu'elle s'immobilise, le point du terrain qu'elle représente est restitué.

au terrain. En éclairant alors les deux clichés alternativement (phase d'un quart de seconde, par exemple), les deux projections successives sur l'écran donnent l'as-

Depuis 1919, des réalisations analogues ont été effectuées en Allemagne, en Italie et en Suisse. En ce qui concerne la France, MM. Predhumeau Boucard et Poivilliers ont construit des instruments plus ou moins compliqués et précis. Le dernier en date donne des résultats très précis à l'échelle du 1/10.000^e (clichés pris avec des appareils de foyer 200 millimètres environ).

Une autre réalisation intéressante, fondée sur un principe légèrement différent (et peut-être plus près de la réalité topographique) correspond à l'appareil Gallus-Ferber. Dans cet appareil, on cale deux chambres photographiques — par rapport au plan horizontal d'un écran de hauteur variable — identiquement comme elles l'étaient dans l'espace, au moment de la prise de vues et par rapport

pect d'une image en mouvement, dont les seuls points *fixes* (s'ils sont nets) sont à la cote donnée par la position de l'écran. Ce n'est donc plus un phénomène stéréoscopique sur un « test » que l'on observe ; c'est un phénomène de stabilité géométrique, qui permet d'évaluer, peut-être avec plus de sens topographique, la sensibilité de l'appareil en planimétrie et en altimétrie.

L'avenir de la métrophotographie

Les méthodes différentes indiquées ci-dessus ne sont pas exclusives l'une de l'autre. Bien au contraire, elles peuvent être employées en jonction, et permettre alors de résoudre tous les problèmes de phototopographie.

Au surplus, la méthode semi-automatique *Roussilhe* sera très rapidement applicable aux problèmes de reconnaissance géodésique et de lever à petite échelle, lorsqu'on disposera d'un outillage pratique — actuellement à l'étude — pour la prise des clichés multiples (augmentation de rendement en surface) et leur restitution rapide.

Les procédés stéréoscopique et stéréographique auront aussi de nombreuses applications : lever de terrains inaccessibles — et, pour ne donner qu'un exemple, qui montrera l'ampleur du domaine des applications : étude des déformations d'une hélice d'avion en mouvement (1).

Il ne faut pas oublier non plus les applications d'ordre médical et surtout chirurgical (radiophotographie précise avant opération) et celles d'ordre judiciaire.

Depuis 1885, Bertillon, créateur de nos services d'identité judiciaire, a eu le grand mérite de faire une place importante à la photographie documentaire, puis, très rapidement, à la métrophotographie elle-même. Après avoir appliqué la photographie à

l'anthropométrie, Bertillon a étudié et organisé complètement l'emploi de la physiologie oculaire et des mesures précises, extraites de plusieurs clichés coordonnés, à des recherches biologiques et ethnographiques, puis à l'archéologie, enfin, dans le domaine judiciaire, à la constatation rigoureuse de toutes les circonstances visibles qui peuvent accompagner un crime, un accident, un incendie, etc.

N'oublions pas également de citer les admirables travaux effectués, depuis 1896, par P. Puiseux, Henry Baillaud, etc. : cartes photographiques de la lune et cartes des constellations, sont autant de témoins des applications de la métrophotographie à l'astronomie.

Dans tous ces ordres de *mesures*, la photographie apporte avec elle, non seulement sa précision intrinsèque, mais encore son précieux caractère documentaire et son témoignage impartial : pour donner encore un exemple, il a été maintes fois constaté comment une photographie aérienne du terrain permet de résoudre, vite et bien, les multiples et délicats litiges en matière de limites de propriétés.

Ainsi : architecture, géographie, topographie, cadastre, art militaire, aérodynamique, médecine, identification judiciaire ou zoométrique (1) (et je n'oublie pas l'astronomie), tel est le vaste domaine d'une science encore jeune, mais qui prendra rapidement sa place au milieu de ses sœurs plus anciennes.

Il n'y faudra qu'un peu de patience et beaucoup de conscience : ce sont vertus bien françaises, et, grâce à elles, notre pays retrouvera bientôt dans le monde la place qu'il doit dans ce domaine au colonel Laussedat, la première.

H. ROUSSILHE.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 166, page 335.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 145, page 57.

Une production sans limite est plus dangereuse pour l'équilibre économique du monde qu'une disette de produits. Ainsi, on nous signale que les Etats-Unis, l'un des pays les plus riches en coton, disposeront en 1931, dernière récolte et stocks compris, de 25 millions 400 mille balles de coton (soit 5 milliards 715 millions de kg). Or, la statistique nous apprend que la consommation annuelle de cette matière première ne dépasse pas 14 à 15 millions de balles, soit un peu plus de 3 milliards de kg. Dans ces conditions, on s'explique aisément l'effondrement récent des prix du coton à New York. Contrairement au proverbe : « Abondance de biens ne nuit pas », la civilisation contemporaine succombe sous l'énormité de ses richesses.

L'ENREGISTREMENT PHONOGRAPHIQUE SUR UN FILM CINÉMATOGRAPHIQUE EST AUJOURD'HUI RÉALISÉ

Par Charles BRACHET

Il ne faut pas confondre le « film phonographique », que vient de réaliser un éminent technicien français, et le « film sonore », dont l'emploi s'est aujourd'hui généralisé dans les cinémas. Pour ce dernier, en effet, l'impression et la reproduction, résultant des variations d'un faisceau lumineux, exigent un matériel compliqué et cher. Le film phonographique, au contraire, enregistré mécaniquement, est reproduit de même, tout comme un disque, de sorte qu'un phonographe ordinaire peut l'utiliser. Ce problème particulièrement ardu, puisque sa solution exige l'enregistrement en profondeur du sillon sur une pellicule mince et souple, a été résolu d'une façon très ingénieuse, aussi bien pour l'enregistrement que pour la reproduction. L'avenir du film phonographique apparaît, d'ailleurs, plein de promesses. Il peut, en effet, être appliqué au film sonore sans qu'une partie de la bande soit réservée spécialement pour la gravure. L'image conserve donc sa grandeur totale et le sillon tracé sur elle est invisible à la projection, tandis qu'il est capable de moduler un faisceau lumineux pour la reproduction des sons. En outre, et c'est là, semble-t-il, son plus grand avantage, il devient possible, sur une seule bande, de graver vingt-cinq sillons juxtaposés et d'enregistrer ainsi une œuvre entière sous un volume réduit. C'est là une invention pleine de promesses pour l'avenir de la phonographie.

LE phonogramme sur film, que vient de réaliser M. Huguenard, professeur au Conservatoire des Arts et Métiers, avait déjà tenté bien des chercheurs. Aucun n'avait aperçu la véritable difficulté du problème, dont la solution peut avoir des conséquences pratiques inappréciables.

Le film gravé de M. Huguenard (qu'un phonographe ordinaire peut utiliser, pourvu qu'on adapte à son diaphragme une aiguille spéciale d'ailleurs capable de servir pendant deux heures sans inconvénient), peut contenir vingt-cinq sillons juxtaposés sur le même ruban, lequel, naturellement, peut être aussi long qu'on le veut. Par conséquent, ce sont vingt-cinq œuvres musicales diverses qui peuvent tenir sur une bobine analogue à celle d'un « magasin » de cinématographe. Inutile de souligner les avantages que présente cette formule sur le disque d'ébonite fragile, rapidement hors d'usage et dont le passage à l'appareil reproducteur n'excède pas normalement trois minutes, ce qui le rend inapte à supporter une œuvre de longue haleine.

L'enregistrement phonographique sur film soulève d'importantes difficultés techniques

Les procédés d'enregistrement phonographiques seuls pratiqués jusqu'ici consis-

tent à graver une surface rigide au moyen d'une aiguille vibrant en liaison avec une membrane acoustique.

La première surface rigide utilisée, celle qu'essaya Edison, était un cylindre recouvert d'une feuille d'étain; puis vint le cylindre de cire gravé en hélice; puis le disque de même matière, gravé en spirale, que les procédés galvanoplastiques permettent de contretyper finalement sur ébonite, à la presse hydraulique (1). Ainsi s'obtient le sillon rigide dont les sinuosités variées à l'infini donnent au son une figure matérielle concrète.

Les sinuosités du sillon peuvent être latérales (cas du phonographe à aiguille) ou profondes; c'est le procédé qui utilise comme style reproducteur un « saphir » au lieu d'une aiguille.

Le saphir est inusable, parce que sa tête ronde ne déforme pas la gravure sur laquelle le stylet ondule. L'aiguille doit, au contraire, être fort aiguë pour suivre les sinuosités latérales du sillon enregistré: dès qu'elle s'émousse, sa propre déformation rabote les aspérités caractérisant le sillon et, par conséquent, déforme le son enregistré.

Tout l'acte d'accusation contre le phonographe actuel se résume peut-être, dans ce fait que, malgré l'inconvénient du change-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 163, page 61.

ment perpétuel de l'aiguille, c'est ce dernier procédé qui fournit les meilleurs résultats pratiques.

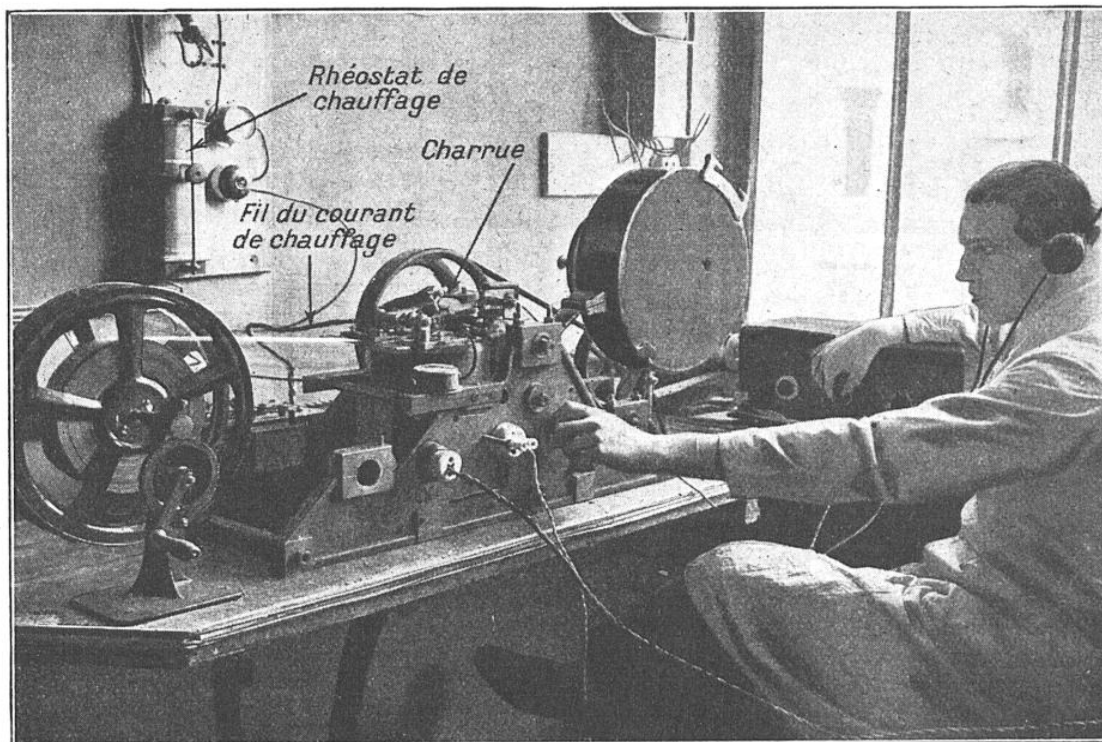
Le procédé Huguenard tranche le procès et met tout le monde d'accord en éliminant et l'aiguille et le saphir, qu'il remplace par une « charrue » de son invention.

C'est une sorte de lame plate biseautée, rappelant les premiers styles en forme de

Voici la solution ingénieuse pour la gravure des sons sur le film

La première condition pour réaliser un phonogramme sur une matière aussi mince qu'un film était de ne donner à la gravure qu'une très faible profondeur.

Mais, alors, le pick-up enregistreur ne saurait être pesant et son amplification



LA MACHINE ENREGISTREUSE DES SONS PAR GRAVURE SUR LE FILM

Le film se déroule du cylindre-magasin (à droite) au moulinet de gauche. Il passe sous la charrue graveuse fixe, au-dessus du système magnétique qui le fait vibrer suivant les variations du courant microphonique. Au mur, le système de chauffage électrique du soc graveur.

balai qu'avait essayés Edison lui-même. Cette charrue travaille en *profondeur*. Son sillon devra, par conséquent, être modelé perpendiculairement au support.

Mais celui-ci, disons-nous, n'est plus rigide. C'est un film souple et, pour l'instant, identique à celui qu'utilise le cinéma. (Sa matière peut, d'ailleurs, recevoir de sérieuses améliorations en vue de sa fonction spéciale.) Comment, sur une pellicule aussi mince et flottante, pourra-t-on imprimer un phonogramme en profondeur?

C'est cette gageure qu'après plusieurs années d'étude vient de gagner le savant physicien français.

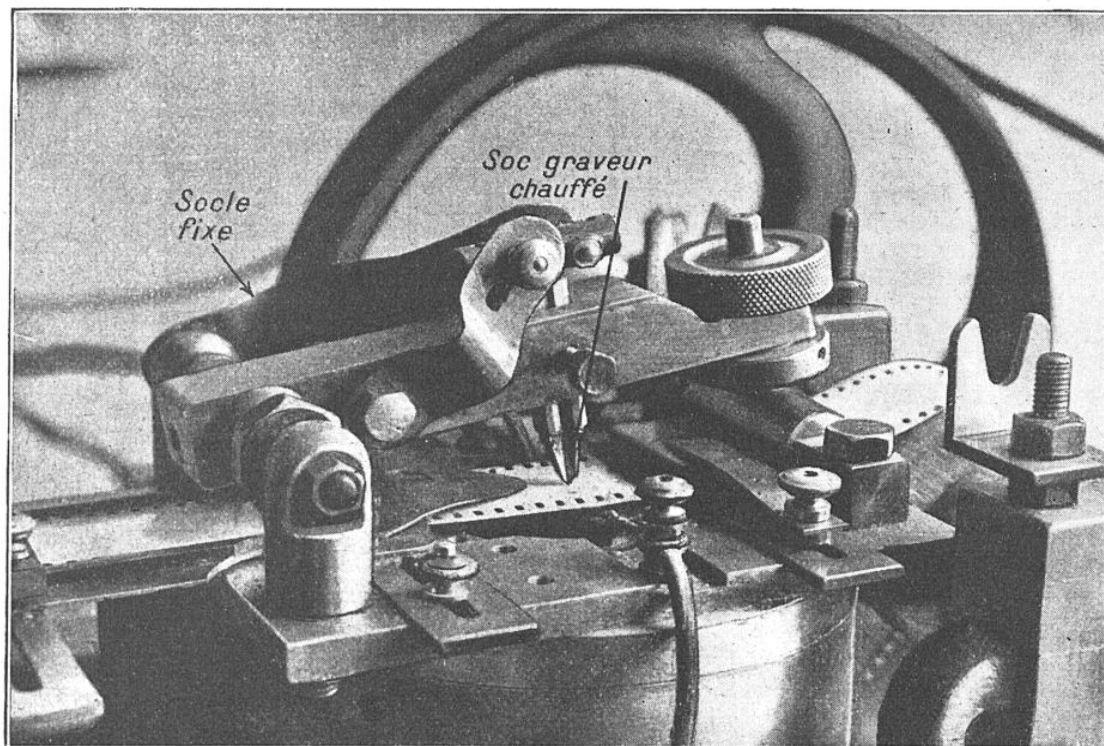
électroacoustique sera faible, si l'on s'en tient aux procédés classiques consistant à laisser le pick-up enregistreur errer librement au-dessus de la surface qu'il enregistre. S'il est trop léger, le pick-up n'enregistre plus les vibrations lentes.

D'autre part, le film, même se déroulant tendu sur un support (l'« enclume » du pick-up « marteau » chargé de la gravure rythmée) n'aura pas la rigidité nécessaire pour recevoir des empreintes précises. Ainsi posé, d'après des considérations classiques, le problème du phonographe sur film est insoluble. Et c'est la raison évidente de tant d'échecs précédents.

M. Huguenard s'est donné un excellent principe : « Attaquez toujours les difficultés par l'autre bout ». Voici donc comment il opéra le renversement de la situation.

Le dispositif graveur (électroacoustique) doit être à la fois *léger* pour graver très superficiellement, et *lourd* pour enregistrer toute la lyre musicale. Loin de chercher à concilier ces contraires, tâche surhumaine,

l'ensemble et le détail. Le film se déroule sur un électro-aimant à grande masse, qui possède, par conséquent, une grande fréquence propre, sans perdre le contact *avec lui*, d'une part, et, d'autre part, *avec le soc graveur*. Ainsi tenu comme entre un pouce et un index, le film est plus ou moins pressé contre la charrue qui le grave, à mesure que se déroule la modulation électrosonore.



DÉTAIL DE LA MACHINE ENREGISTREUSE

On aperçoit ici, en détail, les positions relatives de la charrue, pièce rigide, immobile sur son socle, et qui supporte le soc graveur (en forme d'aiguille thermoelectrique) que chauffe un courant assez intense. Le film est appuyé contre le soc par un puissant électroaimant qui, par contact, lui imprime ses propres vibrations élastiques, celles-ci étant l'aboutissement des vibrations sonores convenablement traduites en courant modulé, d'après la méthode aujourd'hui popularisée dans les haut-parleurs « électrodynamiques ».

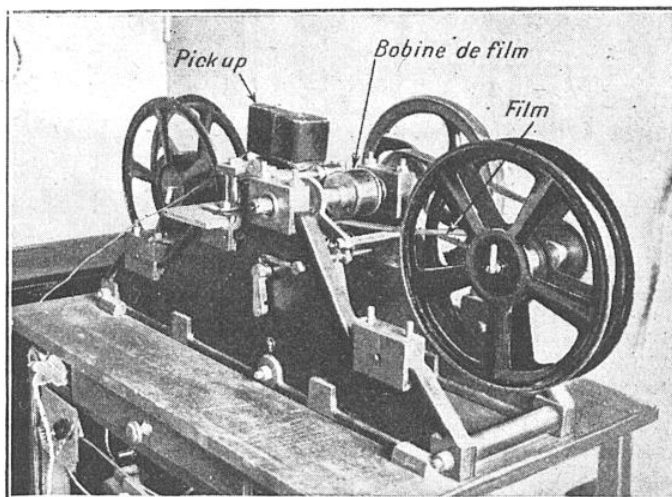
M. Huguenard immobilise sur un support fixe le soc enregistreur.

Et c'est le film qu'il *fait vibrer*, par un dispositif électroacoustique, contre le soc immobile.

Fixer le soc enregistreur sur une traverse d'acier n'est pas difficile. Par contre, faire vibrer électromagnétiquement une pellicule de celluloïd (ou quelque chose de ce genre) insensible aux effets d'induction, cela n'est guère commode. C'est pourtant ce qu'a réalisé M. Huguenard dans le dispositif enregistreur dont nous donnons, ci-joints,

Le soc de cette charrue est porté, par le passage d'un courant électrique suffisamment intense, à une température qui ramollit la pellicule juste à l'endroit gravé, ce qui facilite le travail de la matière.

Mais il convient de penser à la commodité de la reproduction où tout doit aboutir. Si la gravure est peu profonde, elle ne fournira au pick-up reproducteur qu'une faible énergie mécanique. Heureusement, il est un moyen de multiplier sa puissance : c'est de pratiquer la gravure sur une bande *large* (de 2 à 3 millimètres) hors de toute propor-



LA MACHINE A REPRODUIRE LES SONS GRAVÉS SUR LE FILM
Le film, en se dévidant d'une bobine à l'autre, passe sous un pick-up relativement lourd contre lequel le maintient une bobine. Du pick-up, les modulations électrosonores s'en vont, par les voies ordinaires, au haut-parleur.

tion, par conséquent, avec le sillon des disques phonographiques courants.

Le dispositif de reproduction

Une fois gravée, la pellicule phonographique n'offre aucune difficulté spéciale à la reproduction sonore. Il suffit de la soumettre à un déroulement uniforme, toujours entre enclume et marteau. Mais, cette fois, c'est l'enclume qui reste fixe et le marteau (pick-up reproducteur) qui reprend sa mobilité. Cette machine reproductrice est également donnée ci-contre — dans son ensemble et dans le détail du pick-up.

Celui-ci doit être *lourd*, afin que son inertie lui permette de percevoir les basses fréquences musicales gravées sur la bande sans que la longueur de celle-ci, pour un enregistrement donné, soit excessive.

Moyennant cet alourdissement du pick-up (ou du diaphragme reproducteur) et l'adoption d'une charrue adéquate à la nouvelle formule, n'importe quel appareil phonographique (électrique ou mécanique) peut utiliser le film Huguenard. Il suffira de le mu-

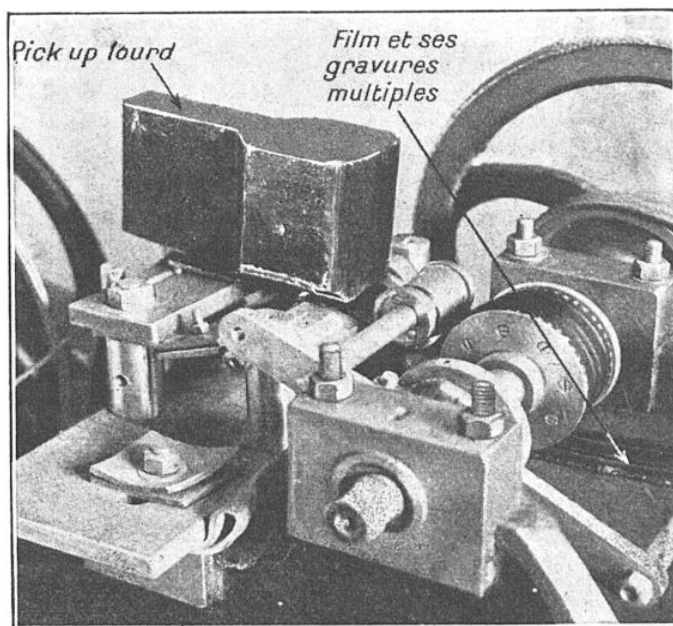
nir d'un dérouleur approprié pour le film phonographique.

L'application au cinéma parlant

Une curieuse propriété du film sonore gravé est de fournir, par la *réfraction* que les accidents de gravure imposent aux rayons lumineux qui le traversent, une modulation lumineuse aussi efficace, pour l'impression d'une cellule photoélectrique, que l'est le film parlant actuel obtenu par impression photographique (1).

De plus, ces effets de réfraction, suffisants pour impressionner la cellule photoélectrique, sont imperceptibles à l'œil. En sorte que la gravure du film sonore Huguenard peut se superposer à la photographie d'un

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 153, page 179.



DÉTAIL DE LA MACHINE REPRODUCTRICE

Cette photographie de détail permet de se rendre compte de la masse considérable du pick-up utilisé ici, masse qui permet de saisir les vibrations sonores de basse fréquence et même les ultra-sonores, ce qui permet d'envisager une foule d'usages extra-musicaux du système Huguenard (par exemple, l'enregistrement des variations du vent, si utile pour l'aérodynamique expérimentale). On aperçoit également ici combien nombreux (25) peuvent être les sillons d'enregistrement sonores, différents, juxtaposés sur le même film.

film cinématographique quelconque, à la seule condition de graver le film sur sa face dépourvue d'émulsion. Ainsi la bande spécialement réservée au son dans les films parlants peut être rendue à l'image qui s'en trouve agrandie.

Enfin, la vitesse de passage du film Huguenard devant la cellule reproductrice peut être ramenée, sans inconvénient, au rythme de seize images par seconde (au lieu de vingt-quatre, standard actuel du film sonore). Il doit en résulter une grande économie pour les cinéastes.

La valeur du film gravé pour l'enregistrement des phénomènes naturels

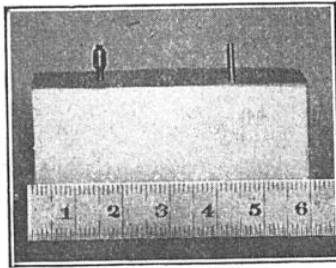
Signalons la valeur du nouveau film comme instrument enregistreur de laboratoire.

C'est ainsi que M. Huguenard (dont on connaît les travaux de mesure si féconds en matière d'aviation et d'aérodynamique effectués en collaboration avec le docteur Magnan, MM. Planiol et Sainte-Laguë) (1) adapte son film à l'enregistrement des variations lentes de la vitesse du vent : ces « ondes » du vent, dont la période très longue atteint quelques fractions de seconde, sont perçus par l'appareil connecté avec un fil électrique chauffé, que le vent refroidit plus ou moins au passage.

Bien d'autres enregistrements délicats de même espèce s'adaptent au film gravé.

Le microphone enregistreur du dispositif est aussi une nouveauté

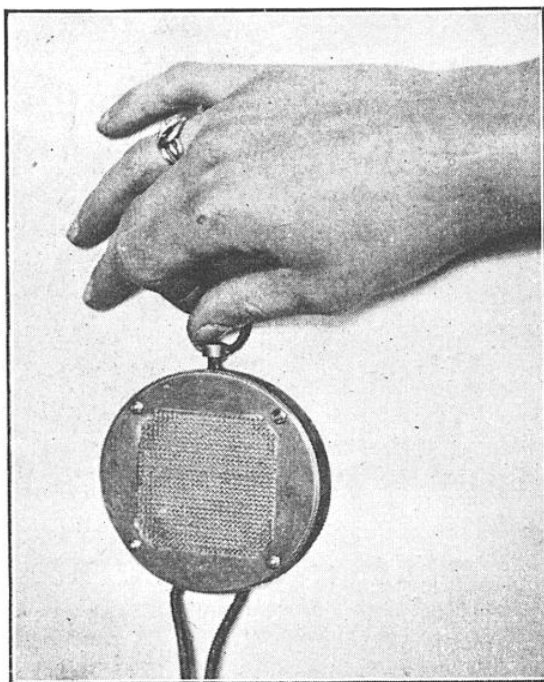
Sans entrer dans le détail des montages électriques (très amplifiés) qu'exige l'enregistrement du film Huguenard, nous devons signaler l'ingénieux microphone enregistreur créé par l'inventeur.



LES AIGUILLES DU PICK-UP REPRODUCTEUR

Elles sont larges, en bec de canard et peuvent servir, durant plusieurs heures, sans dommage pour le film, contrairement à ce qui a lieu avec les aiguilles du phonographe à disque. La règle permet d'évaluer leurs dimensions.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 147, page 215.



MICROPHONE ÉLECTROSTATIQUE HUGUENARD

La plaque vibrante microphonique est, ici, une feuille très mince d'aluminium provoquant, par ses déplacements acoustiques, des effets de capacité, lesquels sont traduits en courants téléphoniques, exactement comme les effets d'induction du système classique Ader-Graham Bell.

l'appareil téléphonique ordinaire. Jusqu'ici, ces grands microphones ultra-sensibles sont établis avec une membrane métallique d'acier très fortement tendue (pour réagir aux fréquences élevées). Mince par nécessité, une telle membrane est d'autant plus fragile qu'elle est plus sensible.

M. Huguenard a fabriqué son microphone enregistreur sur un principe tout différent, *électrostatique*. La membrane enregistreuse des sons n'est plus qu'une lame de condensateur, vibrant en face de la lame opposée qui est fixe. Les effets de capacité ainsi réalisés donnent lieu, dans le montage de M. Huguenard, à des modulations de courant qui, finalement, traduisent le son exactement comme ferait un bon microphone électromagnétique. Mais la feuille métallique vibre ici à l'état libre. En aluminium, et bien que possédant à peine quelques centièmes de millimètre d'épaisseur, elle n'est affectée d'aucune fragilité excessive.

Ici encore, M. Huguenard a vaincu une belle difficulté technique en la prenant « par l'autre bout ».

CHARLES BRACHET.

L'ÉVOLUTION DE LA TECHNIQUE NAVALE DANS LE MONDE

LA SCIENCE ET LA VIE attache une importance toute particulière à la construction navale, qui fait appel aux connaissances scientifiques et techniques les plus variées, notamment dans le domaine de la mécanique, de la métallurgie, de la physique, de l'électrotechnique. A ce titre, chaque programme naval doit être analysé pour suivre l'évolution des tendances du génie maritime des grandes puissances. Nous présentons tout d'abord la situation de la marine de guerre italienne et celle de la marine de guerre allemande, d'après le vote des derniers budgets. Nous examinerons ensuite les projets en cours de discussion, élaborés par la marine française en face des armements étrangers.

OÙ EN EST LA MARINE DE GUERRE ITALIENNE ?

Chaque nation établit le programme de ses forces navales suivant les conditions les plus probables de leur utilisation. Ainsi, l'Italie, dont le champ d'action est essentiellement méditerranéen, c'est-à-dire restreint, a-t-elle porté ses efforts sur ses escadres légères, rapides et puissamment armées, qui comprendront 7 croiseurs de 10.000 tonnes, 8 croiseurs de 5.000 tonnes. Les croiseurs de 10.000 tonnes, en construction, auront une vitesse atteignant 35 nœuds (65 kilomètres à l'heure), ceux de 5.000 tonnes fileront 37 nœuds et seraient même capables d'atteindre — aux essais — 43 nœuds (81 km. 500 à l'heure). Les premiers seront armés de 8 pièces de 203 et de 16 pièces de 104 contre avions ; les seconds comporteront 8 pièces de 155. A ces unités viendront s'ajouter 15 contre-torpilleurs de 2.000 tonnes, 52 de 1.100 à 1.300 tonnes, 42 sous-marins. Le faible rayon d'action nécessaire permet, pour cette flotte méditerranéenne, de réaliser de notables économies de poids et par suite d'augmenter la puissance de l'armement. Grande vitesse, puissante artillerie, telles sont les caractéristiques de la marine italienne de demain.

La naissance de la marine italienne

LA marine italienne d'aujourd'hui ne compte pas encore cent ans d'existence. Il y avait auparavant, il y avait eu plutôt : une marine sarde, une marine vénitienne ; il n'y avait pas de marine italienne.

La création de la marine italienne ne date, en effet, que de la réalisation de l'« Unité ». Les patriotes du « Risorgimento » avaient inscrit — dès 1838 — à leur programme le principe de la construction d'une marine puissante, instrument indispensable de la politique d'expansion qu'ils envisageaient pour reprendre les traditions de la Rome antique et faire de leur pays une grande puissance européenne et surtout méditerranéenne.

Les débuts de la jeune marine ne furent pas heureux. Le pays qui s'était imposé d'immenses sacrifices financiers pour la construction de sa première flotte : douze bâtiments cuirassés (frégates ou corvettes) vit son escadre s'effondrer à Lissa, dans une

défaite retentissante que lui infligea la non moins « jeune » marine autrichienne, sous le commandement de l'illustre Tegethoff.

Ce désastre n'abattit pas la détermination des Italiens d'imposer leur pays — tôt ou tard — comme une puissance navale avec laquelle il faudrait compter. Malgré une situation financière souvent médiocre et même difficile, on vit le budget naval italien passer de 24.000.000 de liras, en 1870, à 44.000.000, en 1878, et atteindre 158.000.000 en 1888.

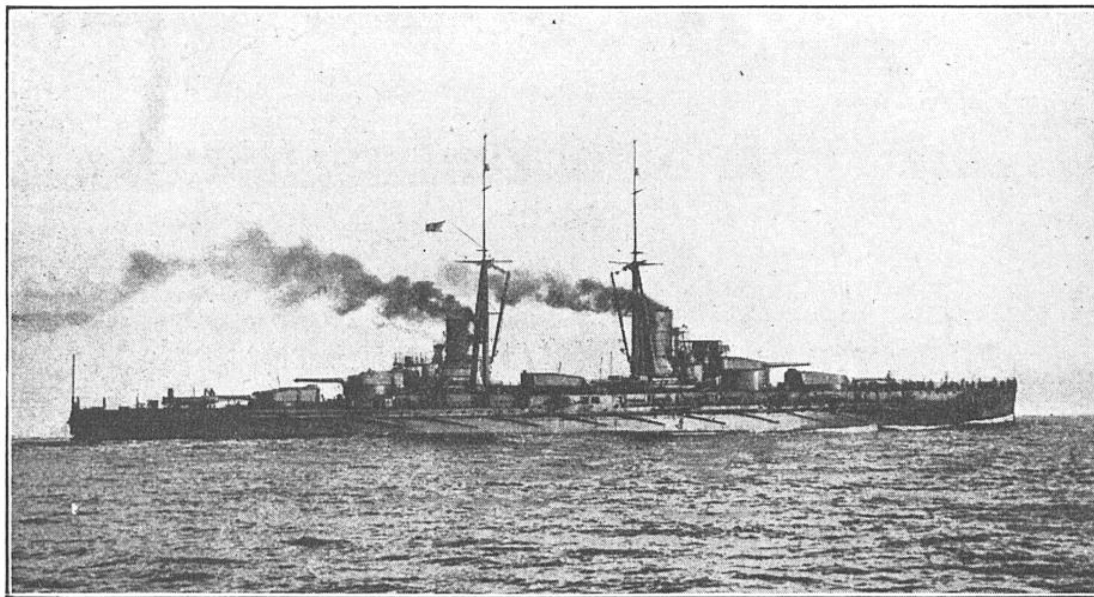
Le génie d'un remarquable ingénieur, placé à la tête des constructions navales, Benedetto Brin, dota en même temps la jeune marine d'unités gigantesques pour l'époque : 15.000 tonnes, véritablement supérieures à tout ce qui était construit ou en construction ailleurs et dont il convient de rappeler l'existence, car c'est une des caractéristiques remarquables de la marine italienne d'avoir souvent innové en matière de construction navale. Les croiseurs cuirassés de « Brin », types *Italia*, *Dandolo*, *Lepanto*, etc., avaient des canons de 100 ton-

nes du calibre 420 et 450, une vitesse de 18 nœuds, supérieure à celle de tous les cuirassés ou croiseurs contemporains qui ne dépassaient pas 16 nœuds. Ils ont été les véritables précurseurs du croiseur de bataille moderne et témoignaient d'une rare ingéniosité et d'une grande audace.

La marine italienne avant la guerre

En 1900, la situation de la marine italienne, par rapport à la marine française,

En bâtiments vraiment modernes, la France pouvait, au début de ce siècle, opposer 20 cuirassés et 13 croiseurs cuirassés, totalisant 321.000 tonnes, aux 15 cuirassés et aux 11 croiseurs cuirassés correspondants (260.000 tonnes) des marines italienne et allemande conjuguées. Même en y ajoutant les quelques unités de la petite marine austro-hongroise, les forces navales françaises étaient, à cette époque supérieures à celles de la « Triplice ».



LE CROISEUR LÉGER ITALIEN « ALBERTO DI GIUSSANO », DE LA SÉRIE DES « CONDOTTIERI », PHOTOGRAPHIÉ AU COURS DE SES ESSAIS

Tous les navires de cette série, construits jusqu'à ce jour, ont donné des résultats remarquables au point de vue vitesse (37 nœuds, 69 kilomètres à l'heure). Il semble, cependant, que l'on ait trop voulu demander à un tonnage relativement peu élevé (5.250 tonnes).

s'établissait de la façon suivante (les chiffres placés entre parenthèses indiquent les bâtiments en construction).

	FRANCE	ITALIE
Cuirassés	26 (+6)	14 (+2)
Garde-côtes.....	18	0
Croiseurs cuirassés...	13 (+11)	8 (+1)
Croiseurs protégés...	40	12 (+2)
Canonnières et avisos-torpilleurs.....	15	15 (+2)
Contre-torpilleurs....	11 (+12)	5 (+4)
Torpilleurs de défense mobile.....	166 (+10)	188 (+1)
Sous-marins	10 (+12)	(+1)

TABIEAU DES MARINES DE GUERRE FRANÇAISE ET ITALIENNE AU DÉBUT DE CE SIÈCLE

En 1914, nous conservions encore une supériorité marquée sur l'Italie, puisque nous avions en service 20 cuirassés (311.800 tonnes) contre 11 (163.000 tonnes) italiens dont 8 « dreadnoughts » (ou bâtiments assimilables : les 6 *Danton*) contre 3.

Sans la guerre, l'écart se serait encore accentué en notre faveur, puisqu'en tenant compte des nouvelles unités alors en chantiers, la marine française aurait eu en service, quatre ans plus tard : 16 « dreadnoughts » ou « superdreadnoughts » (4 *Jean-Bart*, 3 *Bretagne*, 5 *Normandie*, 4 *Tourville*) plus les 6 *Danton*, alors que les Italiens n'auraient pu aligner, à la même époque, que 10 unités aussi puissantes (1 *Dante*, 2 *Doria*, 3 *Cesare*, 4 *Morosini*).

La situation après l'armistice

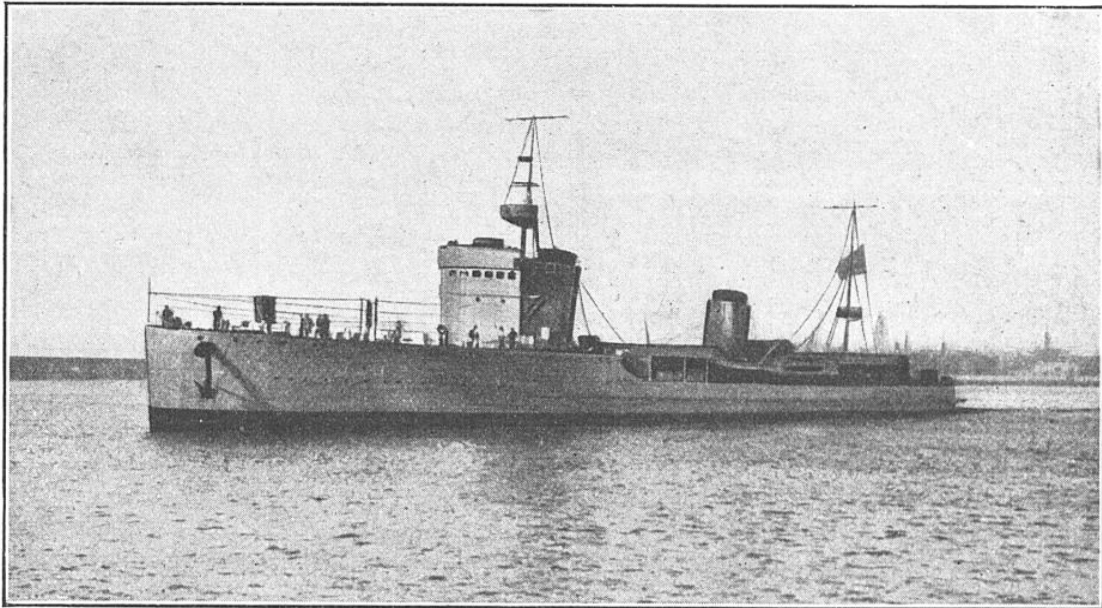
Les Italiens n'ont vraiment pu envisager la parité entre les deux flottes qu'au lendemain de la guerre.

Après l'armistice, en effet, alors que tout effort de constructions neuves avait dû être arrêté, pendant quatre ans, chez nous, et que l'on considérait comme complètement dénués de toute valeur militaire et, par conséquent, déclassés les cuirassés ou croiseurs pré-

les Italiens n'ont jamais cessé de proclamer leur droit à une situation analogue pour toutes les autres catégories de bâtiments de guerre.

Le développement « brusqué » de la marine italienne d'après guerre

Il est très remarquable de constater que, jusqu'en 1925, époque à laquelle ont été mis sur cale les deux premiers croiseurs de 10.000 tonnes italiens, la marine italienne n'avait — depuis l'armistice — construit



L'« EXPLORATEUR » DE LA MARINE ITALIENNE « LUCA-TARIGO » APPARTIENT A UNE SÉRIE TRÈS HOMOGÈNE DE 12 UNITÉS RAPIDES DE 2.000 TONNES

Armés de six pièces de 120 mm montées sur trois affûts doubles, ces bâtiments doivent constituer une division spéciale extra-rapide (38 nœuds) ; ils peuvent se comparer aux « contre-torpilleurs » français.

dreadnoughts, les Italiens, qui avaient pu continuer la construction de bon nombre de bâtiments, se trouvèrent avoir en unités vraiment modernes une flotte peu inférieure, numériquement, à la nôtre.

A nos 7 « dreadnoughts », plus 3 *Danton*, encore utilisables, s'opposaient 5 « dreadnoughts » italiens. D'autre part, la marine italienne s'était augmentée, au cours des années de guerre, d'une trentaine de contre-torpilleurs et torpilleurs, alors que nous n'avions pu mettre en service que 16 unités analogues, dont 12 achetées au Japon.

On sait comment, à la conférence de Washington, les négociateurs français admirèrent le principe de la « parité » pour les bâtiments de ligne. Le mal était fait : depuis,

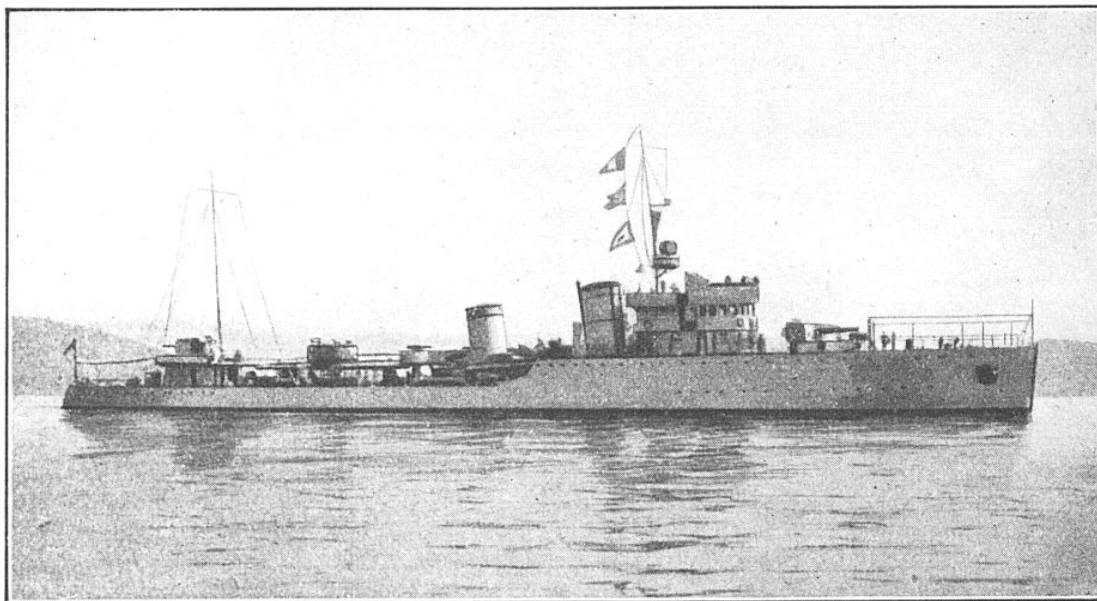
que quelques torpilleurs, alors que, de 1922 à 1925, la France avait achevé ou lancé : 5 croiseurs (3 de 8.000 tonnes et 2 de 10.000 tonnes), 6 contre-torpilleurs de 2.160 tonnes, 18 torpilleurs de 1.300 tonnes et 23 sous-marins de 600 à 1.560 tonnes.

Le mouvement ne s'est même précipité que très récemment, puisque sur les 7 croiseurs de 10.000 tonnes alloués par le récent accord franco-italien à nos voisins, cinq ont été mis sur cale depuis 1929, dont un il y a un an à peine, et les 2 autres n'étaient même pas commencés au moment où a été signé cet accord.

En tout, les quatre tranches du programme naval italien, approuvées depuis 1927, autorisaient la construction de :

- 5 croiseurs de 10.000 tonnes ;
 - 8 croiseurs de 5.000 tonnes ;
 - 12 contre-torpilleurs de 2.000 tonnes (appelés « explorateurs ») ;
 - 12 torpilleurs de 1.200 tonnes ;
 - 42 sous-marins ;
- alors que, dans le même temps, la marine française mettait sur cale ou faisait approuver la construction de :
- 3 croiseurs de 10.000 tonnes (*Foch, Duplex, Algérie*) ;
 - 1 croiseur mouilleur de mines de 5.000 tonnes (*l'Emile-Bertin*) ;

La France réclame la détermination du tonnage de chaque puissance en fonction de ses besoins absolus et vrais. On ne saurait, en effet, comparer les besoins navals des différents pays. Si l'on peut admettre qu'au point de vue des communications avec les pays producteurs de matières premières : houille, pétrole, blé, etc., les besoins soient comparables pour la France et l'Italie qui ne peuvent vivre sur leurs propres ressources, les Italiens n'ont ni la même longueur de côtes à défendre, ni des lignes de communications



LE TORPILLEUR ITALIEN DE 1.350 TONNES « TURBINE » A LARGEMENT DÉPASSÉ 35 NŒUDS AUX ESSAIS, SOIT 65 KILOMÈTRES A L'HEURE

La disposition de son armement est assez particulière ; les pièces de 120 sont montées deux par deux sur affûts doubles.

- 18 contre-torpilleurs de 2.600 tonnes ;
- 32 sous-marins.

Aussi ne faut-il pas être surpris du brusque accroissement du budget naval italien passé de 1.151 millions de liras (exercice 1928-1929) à 1.440 millions de liras (exercice 1930-1931).

La thèse italienne en faveur de la parité

On sait quelle est la thèse italienne pour justifier cet accroissement : l'Italie veut posséder un tonnage équivalent à celui de la puissance continentale la plus forte. Cette théorie, qui est celle de la « relativité des besoins navals », est pour le gouvernement italien un véritable postulat.

« impériales » (avec les colonies) à protéger, sans parler, bien entendu, de la défense de ces territoires.

La France admet volontiers le principe de la parité *en Méditerranée* ; mais, obligée de prévoir une « couverture » contre la marine allemande, et un certain nombre d'unités pour la protection de ses routes « impériales » et de ses possessions lointaines, elle ne saurait admettre la parité absolue : tonnage pour tonnage, unité pour unité.

La marine italienne d'aujourd'hui

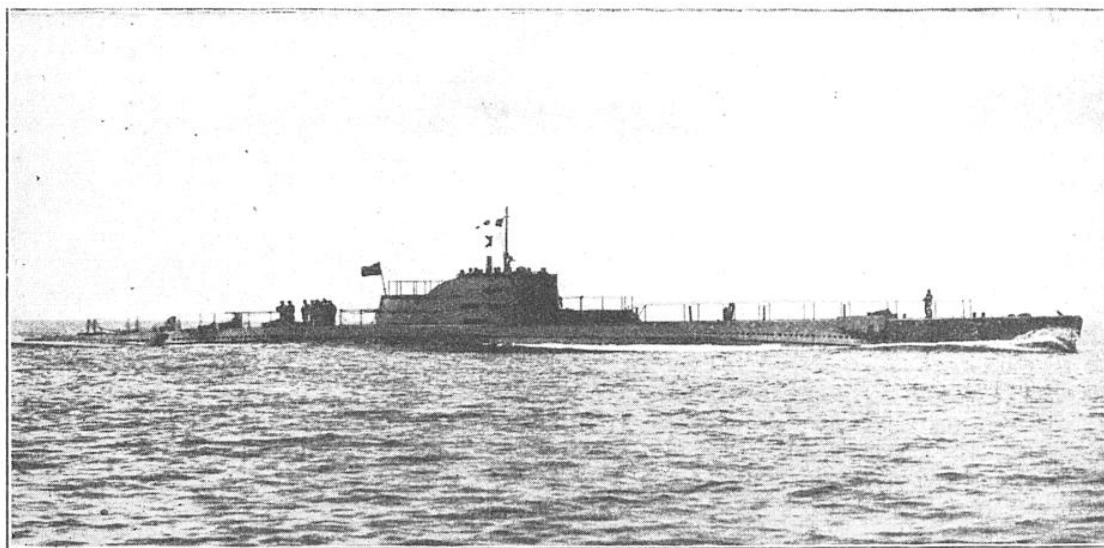
La nomenclature italienne des bâtiments de guerre n'est pas la même que la nôtre : là, où nous distinguons seulement « torpil-

leurs » et « contre-torpilleurs » (ces derniers bâtiments ayant un tonnage « Washington » supérieur à 1.500 tonnes et inférieur à 3.000 tonnes). les Italiens distinguent : les « éclaireurs » de 1.300 à 3.000 tonnes, les « contre-torpilleurs » de 700 à 1.300 tonnes; en dessous, les « torpilleurs ». Nous adopterons, dans ce qui suit, la nomenclature française.

La marine italienne comprend seulement 4 cuirassés, armés de 13 pièces de 305, moins bien protégés que nos 6 « dreadnoughts », dont 3 possèdent du 340 millimètres (type *Bretagne*), un peu plus rapides, peut-être. Il ne semble pas, d'ailleurs, que l'Italie porte

plus puissant armement anti-aérien qui soit : 16 pièces de 104, montées deux par deux sur affûts jumelés, dispositif particulier aux bâtiments italiens et que l'on rencontre sur la plupart de leurs bâtiments de flottille. Tous sont équipés avec une catapulte (généralement sur la plage avant dans l'axe) et embarquent 2 ou 3 avions.

Six des huit croiseurs de 5.000 tonnes portent les noms de « Condottieri » fameux, les deux autres ceux des maréchaux Cadorna et Diaz. Ce sont, en réalité, des « super-destroyers », car ils ont le même coefficient de finesse et les mêmes machines très légères



LE SOUS-MARIN ITALIEN DE HAUTE MER « VETTOR-PISANI », DE 900 TONNES

un intérêt particulier à ces bâtiments, et il est vraisemblable que si la France ne s'était pas trouvée obligée d'en construire de nouveaux pour répondre au croiseur cuirassé allemand, elle n'aurait pas envisagé aussitôt le renouvellement de ses unités de ligne.

Sa force principale consiste surtout dans ses très puissantes et très rapides nouvelles escadres légères qui comprendront, une fois terminées, en 1934-1935 : 7 croiseurs type « Washington » de 10.000 tonnes et 8 croiseurs de 5.000 tonnes d'un type nouveau, et qui paraît devoir être particulièrement réussi.

Trois des croiseurs de 10.000 tonnes italiens ont ou auront une vitesse supérieure à 35 nœuds (*Trento*, *Trieste* et *Bolzano*). Les quatre autres, mieux protégés, seront sensiblement moins rapides ; *Zara*, *Fiume*, *Pola*, 32 nœuds ; *Gorizia*, 30 nœuds. Tous sont armés de 8 pièces de 203 et comportent le

que les torpilleurs. Leur vitesse prévue est de 37 nœuds. Ils seraient capables d'atteindre jusqu'à 43 nœuds... Très rapides, bien armés avec 8 pièces de 155, ces bâtiments constitueront une division « d'assaut », de « raids », redoutable, qui n'aura pas grand chose à craindre, puisque sa vitesse, supérieure à celle des croiseurs du type « Washington » les plus rapides, lui permettra de rejoindre facilement et de dominer, grâce à son armement, n'importe quelle flottille de torpilleurs et même de contre-torpilleurs.

15 contre-torpilleurs de 2.000 tonnes (3 *Leone*, 12 *Vivaldi*), dont 12 de 38 nœuds, 32 torpilleurs de 1.100 à 1.300 tonnes et 34 à 38 nœuds, 42 sous-marins, tous de moins de huit ans d'âge, constitueront, dans un proche avenir, la partie vraiment moderne des flottilles italiennes.

A ces unités s'ajouteront, pour quelques

années encore, des bâtiments analogues, plus anciens, moins rapides, mais capables encore de rendre de grands services : 5 contre-torpilleurs, 44 torpilleurs de plus de 600 tonnes, 37 sous-marins.

Construits pour la Méditerranée, les bâtiments de guerre italiens sont beaucoup moins robustes que les bâtiments anglais ou français similaires. Ils n'ont pas besoin non plus, d'un rayon d'action aussi étendu. Les économies de poids ainsi réalisées ont permis, à déplacement égal, de les doter d'un armement plus important qu'il n'est habituel (les contre-torpilleurs type *Leone*, par exemple, ont huit canons de 120) et de « soigner » particulièrement le facteur « vitesse ».

Les vedettes porte-torpilles

Aucune étude, si courte soit-elle, sur la marine italienne, ne serait complète sans quelques indications sur ces « vedettes » rapides que les Italiens ont utilisées avec tant de succès dans l'Adriatique pendant la dernière guerre. Ils en avaient, en service, près de 300 à la fin des hostilités : beaucoup dépassaient 25 nœuds, et presque toutes embarquaient deux torpilles. Quelques 90 existent encore aujourd'hui, et les unités les plus récentes atteignent 40 nœuds.

L'arme aérienne

On remarquera que nous n'avons pas parlé, dans cette rapide revue de la flotte italienne, des bâtiments porte-avions (1). C'est qu'en fait ils n'existent pas... Le *Miraglia*, ancien paquebot transformé, et seul de son type, n'est, en réalité, qu'un « transport d'aviation » (2) de 4.800 tonnes qui ne saurait se comparer aux énormes plates-formes d'envol flottantes, comme il s'en trouve dans toutes les autres grandes marines. Il ne semble pas non plus que ce type de bâtiment soit indispensable à la marine italienne, dont le champ d'action, ne l'oublions pas, est essentiellement méditerranéen, c'est-à-dire très resserré. A l'exception de quelques appareils embarqués sur les cuirassés et les grands croiseurs et qui, seuls, dépendent directement de la marine, l'aéronautique maritime italienne agirait directement de bases terrestres et, plus particulièrement, des quatre centres suivants : la Spezia, Naples, Tarente et Venise. Elle constitue une des deux branches de la « force aérienne », force militaire autonome, au même titre que l'armée et la marine.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 138, page 457.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 155, page 402.

L'appoint de la marine marchande italienne en temps de guerre

Un facteur important du potentiel de guerre de la marine italienne est constitué par l'appoint possible d'un grand nombre de paquebots, dont beaucoup — à moteurs Diesel — ont des rayons d'action considérables qui les rendraient fort utiles pour des « diversions » sur les grandes routes maritimes intercontinentales. Toutes ces unités, les plus récentes tout au moins, ont des ponts renforcés qui permettraient l'installation de pièces de 120 et même de 152.

Une marine « pauvre »

A l'encontre de certaines marines qui peuvent tabler sur un budget dont tous les chapitres sont très largement dotés, et dont la marine des Etats-Unis et la marine allemande d'après-guerre sont deux exemples typiques, la marine italienne est une marine pauvre. Chez elle : le minimum de bâtiments armés à effectifs complets, un corps d'un millier d'officiers seulement, inférieur en nombre à celui de la marine allemande ; des équipages et surtout des cadres de sous-officiers et de brevetés à la formation coûteuse, juste suffisants pour armer les bâtiments indispensables et à condition de désarmer tout bâtiment entrant à l'arsenal pour une période d'immobilisation, si courte soit-elle. Pas de comités d'études et de laboratoires de recherche richement dotés et nombreux. Pas d'arsenaux entreprenant d'importantes constructions neuves ; pas d'ateliers d'Etat pour les appareils évaporatoires ou moteurs, les canons ou les appareils de coque et exigeant chacun l'entretien d'une importante main-d'œuvre. Seules, quelques petites unités, certains sous-marins entre autres, sont construites par l'Etat ; pratiquement, toutes les commandes vont à l'industrie privée, dont les chantiers sont, d'ailleurs, nombreux et bien équipés.

Aussi, avec un budget inférieur d'un milliard de francs à celui de la marine française, la marine italienne a pu, cette année, poursuivre la réalisation d'un programme comparable au nôtre (45.000 tonnes environ). Ce budget représente, d'ailleurs, un pourcentage des dépenses nationales bien plus grand que celui de la marine française : 7 %, au lieu de 5,3 %. En cela, il se rapproche des budgets américains (7 %) ou anglais (6,8 %) et témoigne de l'ardent désir des Italiens de se créer une marine égale à celle de n'importe quelle autre puissance européenne.

FRANÇOIS COURTIN.

OU EN EST LA MARINE DE GUERRE ALLEMANDE ?

Deuxième marine du monde en 1914, la flotte allemande ne peut comprendre aujourd'hui, d'après le traité de Versailles, que : 6 croiseurs, bâtiments cuirassés de 10.000 tonnes, 6 croiseurs de 6.000 tonnes, 12 destroyers de 800 tonnes, 12 torpilleurs côtiers de 200 tonnes. Limitée dans le tonnage et dans le nombre, l'Allemagne devait donc chercher à s'assurer un rendement maximum de sa marine, même au prix de sacrifices financiers. On sait que, grâce aux progrès de la technique, le Deutschland constitue une remarquable unité, qui comporte 6 pièces de 280 millimètres, capables de lancer à 27.000 mètres des obus de 300 kilogrammes à la cadence de trois coups par minute. Huit moteurs Diesel lui assureront une vitesse de 26 nœuds (plus de 43 kilomètres-heure) qui sera certainement dépassée aux essais (on prévoit 29 nœuds). Les techniciens allemands se sont surtout efforcés d'appliquer aux nouveaux bâtiments de combat tous les progrès techniques récemment acquis, pour réaliser ce qu'on peut appeler en termes de métier un bâtiment « poussé ».

La marine allemande était, en 1914, la deuxième au monde... Douze ans d'une ascension rapide — poursuivie avec vigueur, sous l'impulsion et grâce à la ténacité du grand-amiral von Tirpitz — l'avaient portée à ce rang.

Sa puissance était telle qu'elle avait inquiété l'Amirauté britannique au point de l'inciter à engager — sans résultat d'ailleurs — des pourparlers tendant à une limitation des constructions neuves (mission de lord Haldane en 1912).

Aussi, au 1^{er} août 1914, la marine allemande comptait-elle :

13 « dreadnoughts » ou « superdreadnoughts », plus 5 en construction ;

20 cuirassés anciens, plus 8 garde-côtes cuirassés ;

4 croiseurs de bataille, plus 3 en construction ;

9 croiseurs cuirassés ;

34 croiseurs éclaireurs, dont 12 très modernes, plus 4 en construction ;

140 torpilleurs d'escadre, plus 12 en construction ;

28 sous-marins, plus 15 en construction.

L'effort de construction déployé pendant la guerre fut vraiment formidable. C'est ainsi que 811 nouveaux sous-marins ont été mis sur cale, de 1914 à 1918, dont 343 entrèrent en service. De même, tous les croiseurs et torpilleurs coulés furent intégralement remplacés. Or, les pertes furent lourdes et il n'est pas sans intérêt de les énumérer rapidement, car ces chiffres, qui ne comprennent pas les unités sabordées à Scapa Flow, sont peu connus du public français :

1 cuirassé ; 1 croiseur de bataille ; 6 croiseurs cuirassés ; 17 croiseurs éclaireurs ; 110 torpilleurs ; 198 sous-marins ; 17 croiseurs auxiliaires ; 120 dragueurs de mines et 196 canonnières, petits patrouilleurs et autres bâtiments auxiliaires, en tout ; 675 bâtiments.

Les stipulations du traité de Versailles limitent aujourd'hui le tonnage de la marine de guerre allemande

Le traité de Versailles a fixé à la nouvelle marine allemande un cadre étroit.

Elle n'a le droit d'armer que :

6 cuirassés d'un tonnage maximum de 10.000 tonnes ;

6 croiseurs légers d'un tonnage maximum de 6.000 tonnes ;

12 destroyers d'un tonnage maximum de 800 tonnes ;

12 torpilleurs côtiers d'un tonnage maximum de 200 tonnes (1), dont les rechanges et les munitions de réserve sont strictement réglementées en quantité, et les limites d'âge fixées — à compter de la date du lancement — à vingt ans pour les gros bâtiments, et quinze ans pour les unités de flottille.

Sous-marins et hydravions ou avions sont formellement prohibés.

Les équipages ne peuvent dépasser 15.000 hommes dont 1.500 officiers, tous engagés à long terme (vingt-cinq ans pour les offi-

(1) En 1920 et 1923, les Allemands ont obtenu de la Conférence des Ambassadeurs de conserver en réserve un tiers en plus de ces chiffres. Ils disposent donc, en réalité, de 8 cuirassés, 8 croiseurs, 16 destroyers, 16 torpilleurs.

ciers, douze pour les sous-officiers et matelots), et sans que l'Amirauté germanique ait le droit de recruter annuellement plus de 5 % de ces effectifs.

Enfin, les zones côtières, susceptibles d'être fortifiées, ont été très nettement délimitées, et l'île d'Helgoland notamment, que les Allemands avaient transformée en une véritable place forte pour protéger l'embouchure de l'Elbe, a dû être complètement démantelée.

Il n'est pas sans intérêt de voir comment la marine allemande s'est réorganisée dans ces limites, surtout au moment où les dirigeants du Reich qui poursuivent, par tous les moyens, la révision du traité de Versailles vont essayer, à l'occasion de la prochaine Conférence du désarmement 1932, de briser les entraves qui lui ont été fixées,

Une marine pauvre en bâtiments et cependant une marine « riche »

Un seul chiffre suffit pour donner à la nouvelle marine allemande sa véritable caractéristique : celui du budget officiel, avoué près de 200.000.000 de marks, soit plus de 1 milliard 200 millions de francs.

La marine allemande est, en effet, une marine très riche. Malgré quelques compressions imposées par le Reichstag, le ministère de la Défense nationale (1) a toujours su et pu obtenir, en fait, le vote de crédits très larges par rapport aux effectifs et aux tonnages autorisés, et ainsi tous les postes du budget ont pu être somptueusement dotés.

Aussi, la marine allemande ne se refuse-t-elle rien pour la formation très poussée de ses équipages. On évalue à 30.000 francs la dépense annuelle entraînée par l'entretien d'un simple matelot. Celui-ci, il est vrai, reçoit non seulement une formation militaire et technique très complète, mais également l'enseignement d'écoles professionnelles qui lui permettront de trouver facilement une situation civile à l'expiration de son « temps ». Soigneusement instruit, ce personnel est d'autant plus de toute première qualité qu'il peut être sélectionné au plus haut point : pour une place de matelot disponible, en 1930, il y a eu, en moyenne 102 candidats...

Le personnel de la marine allemande se décomposait, en 1930, de la façon suivante :

698 officiers de marine, dont une douzaine d'officiers généraux ; 200 officiers des équipages ; 172 officiers mécaniciens ; 98 médecins ; 81 commissaires ; 13.748 sous-officiers et matelots, soit, au total, 14.997 personnes :

(1) Un seul Ministère groupe, en Allemagne, les services de la Guerre et de la Marine.

à 3 unités près, le chiffre maximum autorisé par le traité de Versailles.

Sur les 13.748 personnes non officiers, on compte environ un gradé par deux hommes... proportion considérable que l'on ne retrouve dans aucune autre marine, et qui est révélatrice du soin apporté par les Allemands à faire de leur marine une marine de « cadres » susceptible, du jour au lendemain, de se développer très rapidement et d'armer un bien plus grand nombre de bâtiments que celui dont elle dispose actuellement.

De ces 15.000 hommes : 93 officiers et 2.100 hommes constituent 6 bataillons de marins, affectés à la défense des côtes, et qui sont autant d'unités de « formation » où sont versés automatiquement tous les nouveaux engagés. Le reste est presque entièrement embarqué (70 % environ).

Grâce au personnel très important qui constitue l'administration civile de la Marine, (3.645 fonctionnaires et plus de 9.000 ouvriers), il a été possible de réduire au minimum le nombre des officiers et marins en service à « terre ».

Une marine d'expériences

De même, la marine allemande entretient des centres d'études et des laboratoires très richement dotés. Limitée quant au tonnage et au nombre de ses bâtiments, l'Allemagne veut une marine « de qualité ». Le ministère de la Défense nationale ne refuse donc aucun sacrifice financier pour toutes les recherches susceptibles d'améliorer le rendement de la flotte : 5 à 6 millions de marks, soit 35 millions de francs environ, sont prévus, en moyenne, chaque année pour ce chapitre. C'est ainsi qu'ont été mis au point, après des essais longs et coûteux (plus de 15 millions de francs en 1928), les Diesel légers du nouveau cuirassé de 10.000 tonnes récemment lancé. De même, les chantiers peuvent utiliser, pour la construction des coques, de nouveaux alliages légers pour l'étude desquels des sommes aussi considérables ont été dépensées.

Le renouvellement du matériel flottant

Au moment de la signature du traité de paix, les seules unités laissées à la disposition des Allemands pour la constitution de leur nouvelle marine ne comprenaient que des unités démodées : cuirassés pré-dreadnoughts du type *Deutschland*, vieux de vingt ans, croiseurs légers des types *Amazon* ou *Berlin*, plus vieux encore (1899-1900).

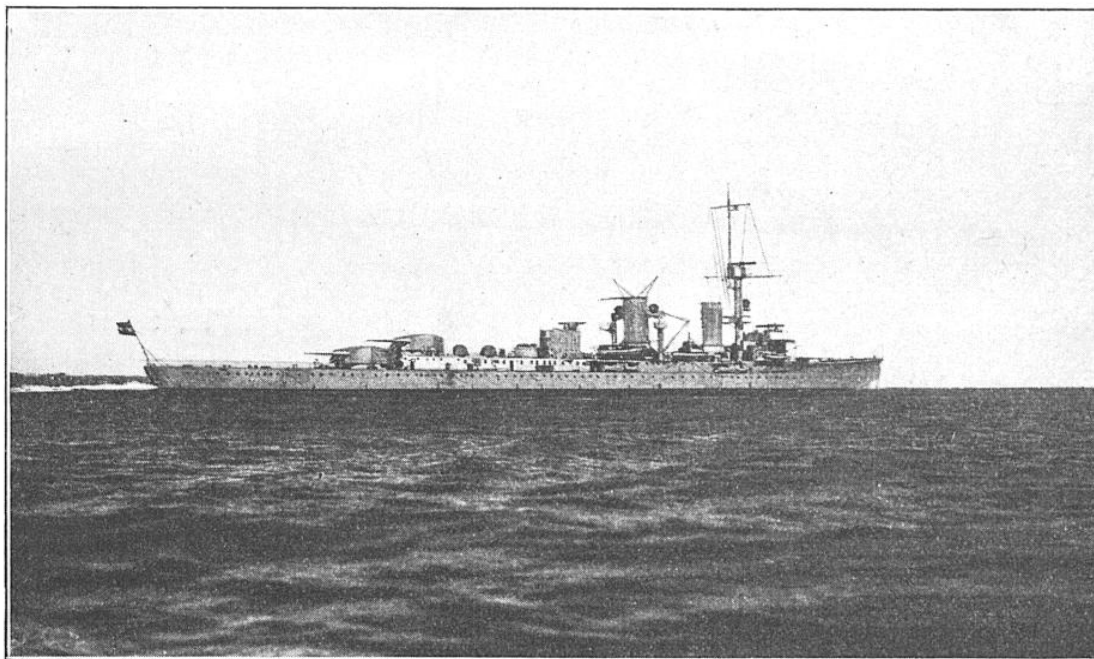
Les Allemands entreprirent tout d'abord de moderniser ces unités, afin de se donner

le temps d'étudier et d'en construire de nouvelles. C'est ainsi que l'artillerie de presque tous ces bâtiments a été renouvelée. Tels quels, ils ont été utilisés pendant dix ans, pour entraîner les équipages ; mais, au fur et à mesure qu'entrent en service les nouveaux bâtiments, ils sont aussitôt déclassés et vendus à la ferraille.

A l'heure actuelle, trois sur huit de ces cuirassés, sept sur huit de ces croiseurs et la

pièces anti-avions de 88 et douze tubes lance-torpilles. Protégés par une ceinture verticale de 58 millimètres, très compartimentés, ils sont propulsés pour la marche en croisière au moyen de Diesels.

Du même type sensiblement, mais de silhouette différente, mieux protégé aussi (ceinture de 72 millimètres) et disposant d'une plus grande puissance de machines (72.000 ch, au lieu de 60.000), est le *Leipzig*



(Photo Schaefer.)

LE CROISEUR ALLEMAND « KÖLN »

Les deux tourelles que l'on distingue sur la plage arrière du bâtiment ne sont pas dans l'axe, mais légèrement décalées. Les neuf pièces de 150 de cette catégorie de bâtiment auraient une très grande rapidité de tir. Ce type de croiseur file 32 nœuds (54 km à l'heure).

plupart des anciens torpilleurs ont déjà disparu ou sont condamnés.

En tant qu'unités neuves, quatre croiseurs légers et douze destroyers sont entrés en service depuis 1925.

Les nouveaux croiseurs légers allemands

Des quatre nouveaux croiseurs, le premier en date est l'*Emden*, utilisé comme croiseur école d'application, et dont les caractéristiques ne présentent rien de particulier.

Beaucoup plus intéressants sont les trois « sisterships » — *Köln*, *Karlsruhe*, *Königsberg* — capables de filer 32 nœuds, dotés d'un grand rayon d'action, et dont l'artillerie principale comporte neuf pièces de 150 en trois tourelles triples, plus quatre

qui termine ses essais, et dont la valeur est évaluée à 42 millions de marks, c'est-à-dire à peu de chose près celle d'un croiseur français de 10.000 tonnes.

Les torpilleurs

Les Allemands possèdent, depuis deux ans, une flottille moderne très homogène de douze unités de 800 tonnes et 32 nœuds. Ils conservent aussi, sur la liste de leur flotte, quinze torpilleurs d'avant-guerre de 550 tonnes, tous réarmés depuis 1919, et dont quelques-uns même ont été complètement modernisés (allongement de 5 mètres, changement des chaudières, etc.). Ils viendraient de mettre sur cale le premier des torpilleurs de 200 tonnes qu'ils sont auto-

risés à construire. Ce bâtiment serait d'un type tout à fait nouveau et entièrement propulsé au moyen de moteurs Diesel, mais on manque de renseignements précis à son sujet. Il s'agira, en tout cas, d'un bâtiment d'expériences sur lequel il sera certainement intéressant de revenir, lorsqu'il sera entré en service.

nage atteint seulement 25 à 30.000 francs. L'écart entre ces deux chiffres témoigne du coût élevé de la construction allemande pour les raisons que nous avons indiquées. Mais aussi, 550 tonnes, certains mêmes disent 700, ont été économisées dans le poids de la coque, ce qui est considérable et représente approximativement le poids de l'artillerie



Photo Schaefer.)

LE TORPILLEUR ALLEMAND « WOLF »

Ce bâtiment fait partie d'une série de douze torpilleurs. Leur tonnage, de 800 tonnes, est celui des bâtiments d'avant guerre et ne leur permet pas de se comparer aux bâtiments modernes des autres marines (1.200 à 1.500 tonnes). Leur armement comporte uniformément trois canons de 105, sept mitrailleuses et six tubes lance-torpilles du calibre 500 millimètres.

Les nouveaux bâtiments de ligne allemands du type *Deutschland*

La Science et la Vie ayant déjà publié (1) les caractéristiques de ces unités, dont la première vient d'être lancée, nous nous contenterons, à son sujet, de préciser un certain nombre de points : le coût de la construction d'un *Deutschland* revient à 75 millions de marks, ce qui correspond à une dépense de 46.500 francs par tonne, alors que le prix d'un bâtiment français de même ton-

principale : six pièces de 280 millimètres en deux tourelles triples, capables de lancer à 27.000 mètres des obus de 300 kilogrammes à raison de trois coups par minute. La bordée-minute d'un *Deutschland* correspond, par conséquent, à celle d'un super-dreadnought armé de pièces de 340, lançant des obus deux fois plus lourds, mais avec une rapidité moitié moindre, tels nos cuirassés type *Provence*. C'est dire la puissance de ce nouveau bâtiment de combat.

Assez bas sur l'eau, le *Deutschland* est, cependant, très bien défendu contre la mer, grâce à ses deux immenses plages avant et

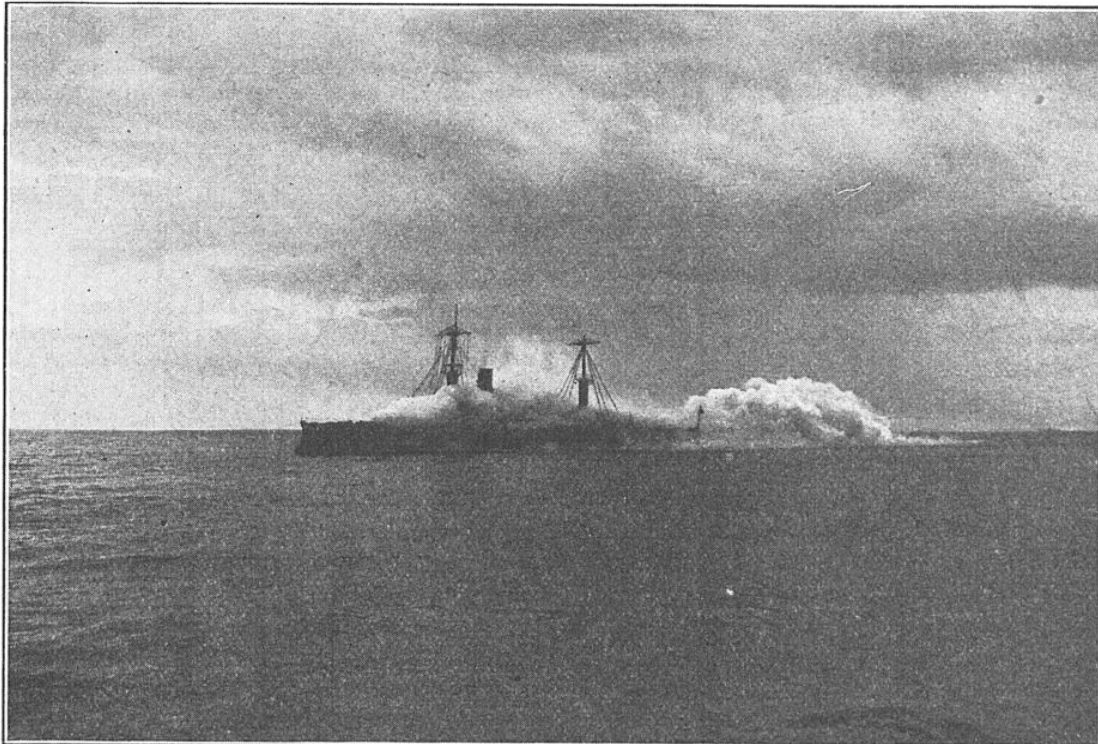
(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 145, page 62, et n° 150, page 480.

arrière (la distance entre les deux tourelles, bien groupées au centre, est seulement de 93 mètres, alors que la longueur totale atteint presque le double !). Chacune de ces plages permettrait d'installer facilement, en temps de guerre, des catapultes pour le lancement d'avions. S'il est interdit, en effet, à l'Allemagne de posséder, en temps de paix, une aviation navale, il est hors de doute que

mètres à l'heure). On prévoit même qu'aux essais, c'est-à-dire à toute puissance, la vitesse du *Deutschland* pourrait atteindre 29 nœuds (54 kilomètres à l'heure)

Un curieux bâtiment-école

En dehors du *Deutschland* et du *Leipzig* et de leur petit torpilleur d'expérience, les Allemands ont également sur cale un qua-



(Photo Schaefer.)

LE « ZÄHRINGEN », CUIRASSÉ DÉMODÉ, TRANSFORMÉ EN BATIMENT-CIBLE, DISSIMULÉ PAR DES RIDEAUX DE FUMÉE, AU COURS D'UN TIR D'EXERCICE

le nécessaire est fait pour y pourvoir rapidement dès l'ouverture des hostilités. La marine de guerre ne s'est certainement pas désintéressée de l'installation de catapultes à bord des grands paquebots *Bremen* et *Europa* (en 1929), et, bien certainement, il doit lui être facile d'en établir des répliques, toutes prêtes à être installées dès que le besoin s'en fera sentir.

Un dernier point remarquable de ce bâtiment est son appareil moteur : 8 Diesel de 6.500 ch chacun, pesant à peine 23 kilogrammes au cheval et lui assurant une vitesse de 26 nœuds en même temps qu'un rayon d'action comme n'en possèdera aucun bâtiment de guerre de surface (10.000 milles à 20 nœuds, soit 18.500 kilomètres à 37 kilo-

trième bâtiment, provisoirement dénommé l'*Ersatz-Drache*, et qui sera utilisé comme bâtiment-école d'artillerie. Les caractéristiques connues de cette unité permettent de penser qu'il s'agira, en fait, d'un véritable petit croiseur susceptible d'être utilisé comme conducteur de flottilles. D'un déplacement de 12 à 1.500 tonnes, l'*Ersatz-Drache* aura des moteurs Diesel de 25.000 ch, qui lui assureront une vitesse de 27 nœuds. Les négociateurs du traité de Versailles n'avaient certainement pas pensé que les Allemands donneraient à un bâtiment-école des caractéristiques telles que celui-ci serait, en fait, une véritable unité de combat d'une valeur militaire incontestable.

Le tir à la mer est d'ailleurs l'objet, de la

part des Allemands, d'exercices incessants. Avec les Anglais, ils sont actuellement les seuls à disposer d'un bâtiment-cible, manœuvrable à distance et contre lequel des tirs réels peuvent être effectués dans les conditions les plus intéressantes et les plus profitables au point de vue entraînement. Ce bâtiment-cible, le *Zähringen*, est un ancien cuirassé, transformé fort ingénieusement, capable d'évoluer, de changer de vitesse, d'émettre des rideaux protecteurs de fumée sans qu'un seul homme soit à bord. Toutes les manœuvres sont commandées à distance par T. S. F. et un grand nombre de *sécurités* mettent ce bâtiment à l'abri de tout dérèglement des appareils de commande. C'est ainsi qu'au bout d'un certain temps, lorsque aucun ordre ne lui a été transmis, les machines peuvent stopper d'elles-mêmes.

Le programme de constructions neuves de la marine allemande

On possède, depuis peu, quelques renseignements sur le programme de constructions neuves dont la marine allemande envisage la réalisation. En dehors du *Deutschland*, qui sera terminé en 1932, trois cuirassés, désignés provisoirement par les lettres *B*, *C* et *D*, doivent être mis sur cale respectivement en 1931, 1932 et 1934 pour remplacer successivement le *Lothringen*, le *Braunschweig*, l'*Elsass*. Un délai de trois ans est prévu pour l'achèvement de chacun d'eux. On pense qu'ils seront semblables au *Deutschland* et que la dépense entraînée par leur construction atteindra 230 millions de marks, soit près de 1 milliard et demi de francs pour les trois unités.

Le budget naval de 1930 comprenait la première annuité pour le cuirassé *B*, mais elle a été repoussée par le Reichstag malgré une augmentation du budget de la marine. Elle est de nouveau prévue au budget de 1931.

De 1934 à 1936, quatre nouveaux destroyers entreront en service, portant le nombre de ces unités à seize. 29 millions de marks sont prévus également, en 1931 et 1932, pour la construction de quinze patrouilleurs. D'autres crédits doivent être accordés pour la construction de 1931 à 1936, d'un second bâtiment-école d'artillerie, de cinq torpilleurs, de six mouilleurs de mines et de sept petits bâtiments de surveillance de champs de mines.

Enfin, à partir de 1936, on envisage la mise sur cale de quatre autres cuirassés de 10.000 tonnes et de trois croiseurs légers de 6.000 tonnes.

L'organisation de la flotte

Depuis un an, la flotte allemande n'est plus divisée en deux escadres, stationnées respectivement en mer du Nord et en Baltique. La flotte est maintenant toute entière concentrée à Kiel : seules, quelques unités détachées subsistent, en principe, en mer du Nord ; mais, par le canal de Kiel, le passage de la flotte d'une mer à l'autre pourrait avoir lieu en quelques heures.

L'organisation côtière a été très soigneusement étudiée ; en dehors des six zones que défend chacune un bataillon de marins, chargé d'armer les batteries de côtes, onze centres de renseignements et de surveillance de la navigation ont été créés. Enfin, deux arsenaux sont maintenus en activité : Kiel et Wilhelmshafen, où sont installés les différents centres d'instruction et de formation.

On pourrait discuter longtemps sur la valeur réelle de la marine allemande. Limitée en nombre, tant au point de vue des bâtiments que des effectifs, il semble qu'elle ne puisse pas inquiéter vraiment les grandes marines. Telle qu'elle est, cependant, elle domine incontestablement la mer Baltique. Ni la marine suédoise, ni les quelques dreadnoughts, torpilleurs et sous-marins soviétiques, ni l'embryon de marine polonaise ne pourraient l'affronter. Il ne faut pas se dissimuler non plus que, même dans sa forme actuelle, la marine allemande constituerait une gêne sérieuse pour une marine comme la nôtre, obligée de se diviser entre plusieurs fronts : mers lointaines, Méditerranée et mer du Nord.

On conviendra que le jour où elle disposera de ses huit croiseurs légers très modernes et de ses huit bâtiments cuirassés de 10.000 tonnes, redoutables petits croiseurs de bataille, capables d'affronter n'importe quel croiseur léger et d'échapper facilement aux cuirassés plus lents et seulement justiciables des grands croiseurs de bataille, tel le *Hood* anglais, la marine allemande constituera une menace très sérieuse pour celles de nos forces qui seront chargées de la protection de nos côtes de la Manche.

La renaissance de la marine allemande mérite donc d'être suivie avec la plus grande attention. On peut être certain que ses chefs sauraient en tirer un parti d'autant plus redoutable que, dans leur pensée, elle n'est que le germe d'une flotte plus puissante, prête à se développer considérablement le jour où elle sera libérée des entraves imposées par le traité de Versailles.

FRANÇOIS COURTIN.

EN AUTOMOBILE, ALLÉGER, C'EST PROGRESSER

Par Jean GARCIN

Dans quelques jours, le XXV^e Salon de l'Automobile de Paris nous révélera les derniers perfectionnements de cette gigantesque industrie mécanique. Si celle-ci a progressé avec tant de rapidité au cours de ces dernières années, cela tient surtout aux progrès des industries sidérurgiques et métallurgiques, dont elle emploie les produits. Le poids est l'ennemi de la vitesse. Aussi, les techniciens ont-ils sans cesse cherché à alléger les pièces en mouvement et les masses non suspendues, en substituant les métaux et alliages à la fois légers et résistants aux fontes et aciers pesants. Alléger un châssis (moteur compris) ne consiste pas à obtenir une diminution de poids sans envisager les inconvénients que pourrait entraîner cette diminution. En effet, il faut tenir compte, avant tout, de la tenue de route de la voiture ainsi rendue plus légère. C'est pour cette raison que les constructeurs se sont surtout efforcés de diminuer la masse des organes non suspendus (essieux, pont arrière, certains organes de transmission, etc.) et surtout l'inertie des pièces en mouvement animées d'un mouvement alternatif très rapide (bielles, pistons, etc.). Les matériaux employés dans la construction automobile de 1931 sont donc sensiblement différents de ceux qu'on employait encore couramment il y a dix ans. C'est ainsi que la tôle emboutie remplace avantageusement la fonte ou l'acier forgé ; que la fonte malléable se substitue totalement à la fonte ordinaire ; que les aciers spéciaux à haute résistance permettent de réaliser des arbres, des leviers, des pièces de direction aussi résistants et de moindre poids. Les alliages d'aluminium, eux aussi, ont largement contribué à alléger l'automobile dans son ensemble ; carters, pistons, bielles, etc..., sont établis en duralumin forgé, dont les qualités mécaniques sont comparables à celles de l'acier. On tend même maintenant à employer des alliages à base de magnésium, encore plus légers (genre elektron). Rien que l'emploi de l'alpax pour bâtir le bloc-cylindre-carter a permis de réaliser 50 kilogrammes d'économie pour un moteur de 10 ch seulement. Cet exemple suffit à démontrer les gains de poids ainsi rationnellement obtenus dans l'ensemble d'un châssis complet. La voiture d'aujourd'hui, plus résistante, plus légère, plus économique, est l'aboutissement méthodique des patients et minutieux travaux poursuivis au laboratoire par les métallurgistes, les chimistes et les physiciens.

AVANT d'examiner les moyens que la métallurgie moderne met à la disposition de l'industrie automobile, voyons dans quelle mesure et sous quelle forme cette dernière est amenée à rechercher une plus grande légèreté dans les organes constituant les voitures.

Première question, en apparence peut-être bizarre : Y a-t-il réellement intérêt à diminuer au maximum le poids total de la voiture ?

— Oui, serait-on tenté de répondre à première vue. Avec cette seule restriction qu'il soit possible de le faire sans amoindrir la robustesse du châssis.

C'est qu'en effet la puissance nécessaire pour déplacer une automobile (soit, en définitive, sa consommation d'essence) est proportionnelle à la masse à mouvoir — du moins aux faibles allures. En outre, plus une voiture est légère, plus vives sont ses accélérations, plus agréable sa conduite. Il

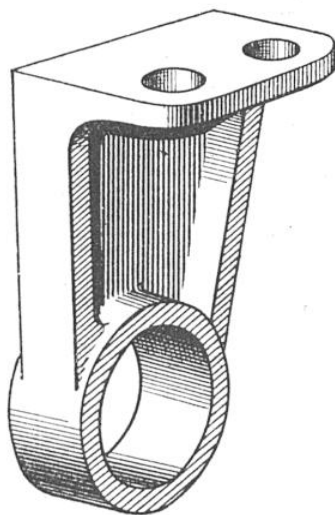
semble donc qu'il y ait intérêt à diminuer au maximum le poids total de la voiture.

Mais, si l'on approfondit la question, on s'aperçoit qu'en fait l'influence du poids sur la consommation n'est vraiment sensible qu'aux basses vitesses. Dès que l'on veut aller vite, la résistance que l'air oppose à l'avancement de la voiture devient tout à fait prépondérante. Or, cette résistance est essentiellement question de forme, non de poids. Il arrive parfaitement qu'avec le même moteur une automobile, lourde mais bien profilée, consomme moins, pour une certaine vitesse moyenne, qu'une voiture légère dont les formes sont mal étudiées.

De plus — à suspensions équivalentes — la voiture légère est évidemment plus sensible aux réactions de la route que la voiture lourde. Sa tenue de route sera donc plus difficile à assurer : question de confort et de sécurité pour les passagers. Certains

types d'automobiles, très légers, sont capables de moyennes élevées lorsque des conducteurs habiles cherchent à leur faire réaliser une « performance ». Mais jamais un automobiliste prudent n'atteindra, dans les mêmes conditions, de semblables moyennes : il ne se sentirait pas maître de sa voiture. On est en droit de conclure que ces types d'automobiles sont trop légers, dans l'état actuel de la suspension.

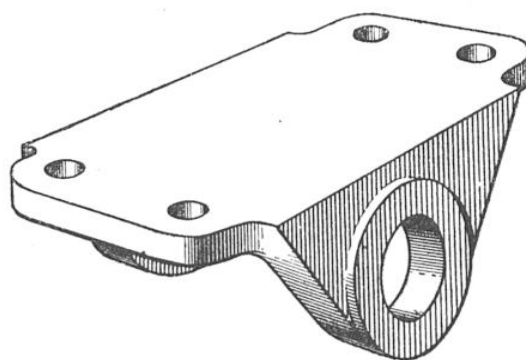
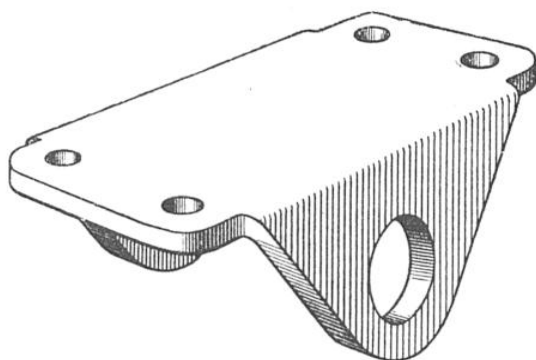
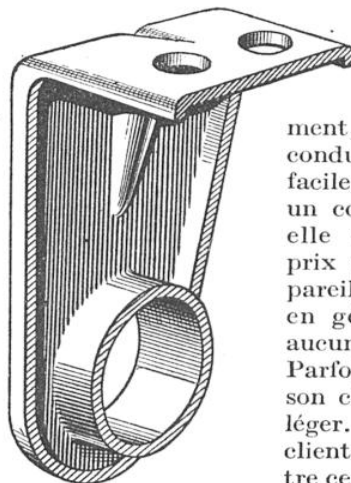
Est-ce à dire qu'en fin de compte il n'y ait pas grand intérêt à rechercher la légèreté dans la construction automobile ? Nous allons voir que si. Seulement,



maintenir dans des limites raisonnables quant au poids total de la voiture. Si l'on risque de la rendre trop légère pour pouvoir lui conserver ses qualités de confort et de tenue de route, pas d'hésitation : il faut alourdir par ailleurs le châssis, soit en le faisant plus robuste à poids égal, soit en améliorant la distribution des masses dans la

voiture, pour le plus grand bien de sa tenue de route.

Malheureusement, cette règle de conduite n'est pas facile à observer pour un constructeur, car elle augmente son prix de revient. En pareil cas, il renonce, en général, à faire aucune modification. Parfois, il préfère que son châssis soit trop léger. Il ne reste au client qu'à choisir entre ces inconvénients.



L'EMPLOI DE LA TOLE EMBOUTIE, A LA PLACE DE LA FONTE, PERMET DE RÉALISER DES GAINS DE POIDS APPRÉCIABLES

A gauche : les deux pièces en fonte mécanique pèsent respectivement 400 grammes (en haut) et 750 grammes (en bas). La tôle emboutie permet, à rigidité et solidité égales, d'abaisser ces poids respectivement à 250 grammes et 500 grammes.

le problème n'est pas aussi simple qu'on peut le croire au premier abord : sa solution réside plutôt dans une judicieuse répartition que dans une diminution du poids global.

Quels organes de l'automobile convient-il de rendre plus légers ?

S'il est possible, sans nuire à la solidité ou à la rigidité du châssis, de substituer à une pièce lourde une pièce plus légère, on en a le droit, mais en prenant garde de se

Dans deux circonstances, toutefois, l'allègement ne comporte aucune restriction, ne demande aucune contre-partie :

1° Cas des masses non suspendues.

On désigne ainsi tout ce qui, dans une voiture, est soumis directement aux chocs de la route, sans interposition des ressorts.

Les organes non suspendus sont donc : les roues et l'essieu avant, d'une part ; les roues et le pont arrière, avec une partie de la transmission, d'autre part.

Le calcul montre — et l'expérience vérifie — qu'une voiture tient d'autant mieux la route et offre d'autant plus de confort que le poids des masses non suspendues est plus faible par rapport au poids total de la voiture.

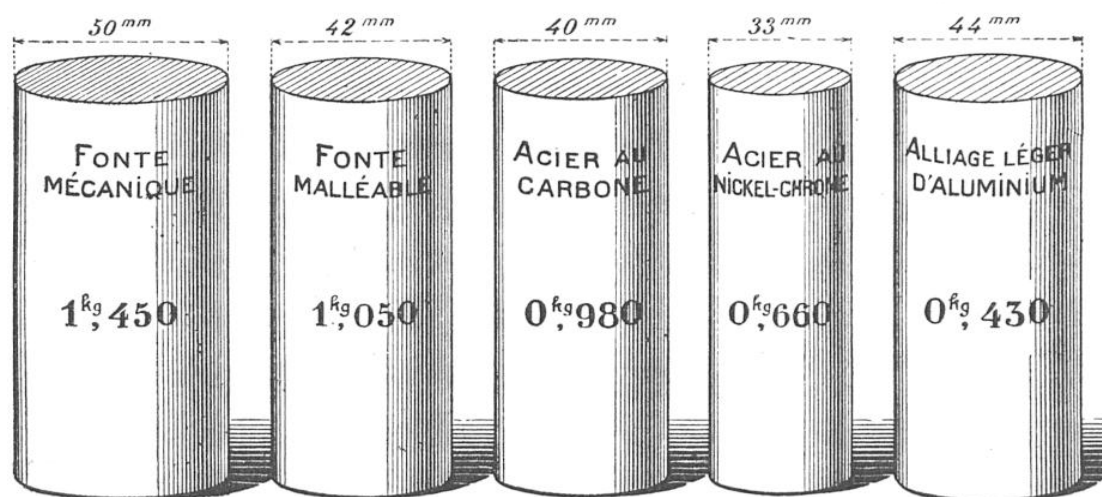
2° *Cas des pièces animées d'un mouvement alternatif rapide* (bielles et pistons).

L'inertie des pièces qui sont astreintes, comme les bielles et les pistons, à un mouvement de va-et-vient prodigieusement rapide entraîne des pertes d'énergie très considérables. D'autant plus que le régime du mo-

connus (pratiquement les aciers classiques), mais par une technique différente de ce qui se pratiquait jusqu'alors pour les pièces correspondantes et permettant d'utiliser moins de métal.

Il peut aussi, sans faire intervenir une technique nouvelle de fabrication, employer des alliages plus légers, ou simplement adopter des métaux particulièrement tenaces pour des usages auxquels on ne les destinait pas jusqu'alors.

Du premier point de vue, le progrès le plus caractéristique est la généralisation



COMMENT VARIENT LE POIDS ET L'ÉPAISSEUR D'UNE MÊME PIÈCE, SUIVANT LE MÉTAL EMPLOYÉ POUR SA FABRICATION

On a choisi, pour cet exemple, une pièce cylindrique de 10 centimètres de longueur destinée à supporter, dans tous les cas, les mêmes efforts de torsion ou de flexion. Ces pièces ne sont pas destinées à travailler au choc. Le premier acier au carbone considéré est un acier demi-dur ordinaire ; l'acier au nickel-chrome est un acier demi-dur spécial ; l'alliage léger d'aluminium est du type « duralumin ».

teur est plus élevé et que le poids des pièces considérées est plus fort.

C'est qu'il est impossible de les équilibrer, comme on le fait pour les pièces qui tournent. Leur fonctionnement donne lieu inévitablement à des bruits et à des vibrations désagréables, qui croissent aussi avec le poids des pièces en mouvement.

De nouvelles techniques d'exécution permettent d'utiliser moins de métal

Nous voilà donc bien fixés sur la mesure dans laquelle on peut alléger l'automobile, et sur les organes auxquels doivent s'appliquer de préférence les efforts de l'ingénieur.

Mais quelles possibilités lui offrent, dans ce sens, les progrès de la métallurgie ?

Plusieurs voies lui sont ouvertes : il peut fabriquer certaines pièces avec des métaux

de la tôle emboutie pour la fabrication de nombre de pièces qu'on usinait auparavant dans de la fonte ou de l'acier forgé. Ce procédé permet des gains de poids très appréciables.

Ainsi, l'embrayage d'une voiture française bien connue pesait plus de 11 kilogrammes, lorsqu'il était de conception classique, c'est-à-dire : carter en fonte nervurée, linguets en acier forgé, etc... ; il est maintenant en tôle emboutie : bien qu'un peu plus puissant, il ne pèse pas 7 kilogrammes.

Telle main de ressort en acier forgé, qui pesait 0 kg 600, peut être remplacée par une pièce en tôle découpée qui ne pèse pas 0 kg 500.

Le carter de pont arrière d'une 10 ch de tourisme, à voie normale, pèse 25 à 30 kilogrammes s'il est en fonte malléable, ainsi

que cela se faisait généralement jusqu'à ces dernières années ; certains constructeurs se sont mis, suivant en cela l'exemple des Américains, à faire des carters de ponts en tôle épaisse emboutie et soudée. La solidité et la rigidité n'ont nullement à en souffrir et le poids du carter ne dépasse pas 20 kilogrammes (rappelons que ce cas est extrêmement intéressant pour la tenue de route, puisqu'il diminue le poids d'un organe non suspendu, dont les pièces intérieures — indispensables — sont assez lourdes déjà).

La fonte malléable remplace la fonte mécanique

L'allègement par utilisation de matières nouvelles est, sinon le plus important, du moins le plus intéressant. Les pièces allégées restent conçues d'une manière analogue, mais sont constituées, soit d'un métal à plus grande résistance, ce qui permet de diminuer leurs dimensions, donc leur poids, soit d'un métal de poids spécifique moins élevé — pratiquement un alliage léger d'aluminium — dont la résistance est suffisante pour que les pièces soient moins lourdes, malgré le léger accroissement de dimensions qui s'impose (1).

Beaucoup de pièces, sur les anciennes voitures, étaient en fonte ordinaire, dite *fonte mécanique*. C'est une matière première éminemment commode, facile à couler, facile à usiner, mais ses qualités mécaniques sont relativement médiocres. C'est un métal très cassant, travaillant fort mal aux chocs. Aussi les dimensions d'une pièce de fonte doivent-elles être très largement calculées, s'il s'agit d'une pièce de sécurité.

Les *fontes malléables* sont obtenues par un traitement spécial, qui leur confère des propriétés mécaniques les rapprochant de l'acier doux ; elles cessent d'être cassantes et travaillent bien à la flexion. Leur résistance à la rupture par traction atteint près du double des fontes mécaniques ordinaires. Conséquence : on peut réduire de plus d'un quart l'épaisseur d'une pièce, primitivement en fonte, que l'on décide de faire en fonte malléable.

Considérons, par exemple, le boîtier de direction d'une 10 ch tourisme. Cet organe vital, soumis à des efforts relativement considérables, a été construit en toutes les

(1) Il est à noter que les gains de poids réalisés ainsi se répercutent indirectement sur les pièces voisines : un arbre plus léger, par exemple, ne nécessite pas des paliers aussi lourds. D'une façon générale, le châssis, support de tous les organes, peut être lui-même d'autant plus léger que l'ensemble de ces organes pèse moins lourd.

matières imaginables et, naturellement, en fonte ordinaire. S'il pesait alors 2 kg 500, il ne pèsera plus, par exemple, que 1 kg 900, lorsqu'on aura adopté la fonte malléable.

Les aciers spéciaux à haute résistance

La résistance des aciers peut être caractérisée par leur limite élastique, c'est-à-dire la tension par millimètre carré au delà de laquelle le métal subit une déformation permanente.

Par des additions convenables de nickel et de chrome principalement, ou de molybdène, de tungstène, etc..., la structure des aciers au carbone ordinaire est profondément modifiée. Les limites élastiques, après traitement, peuvent être plus que doublées. D'autres caractéristiques, il est vrai, comme le coefficient d'allongement et la résilience (ou résistance à la rupture par choc), peuvent être quelque peu diminuées. Mais il n'en est pas moins possible d'obtenir des gains de poids très appréciables en usinant dans ces aciers spéciaux des pièces autrefois fabriquées en aciers ordinaires.

On peut, par exemple, forger un arbre de pont arrière en acier demi-dur au carbone (0,35 % de carbone : limite élastique, 35 kilogrammes par millimètre carré ; résilience, 10 kilogrammètres). Supposons qu'il pèse 5 kilogrammes. Si l'on ajoute au même acier 3 % de nickel et 0,7 % de chrome, on obtient un acier demi-dur au nickel-chrome, dont la limite élastique atteint 65 kilogrammes par millimètre carré, sa résilience ayant peu varié (10 à 15 kilogrammètres) ; les dimensions de notre arbre de pont pourront être diminuées de telle sorte qu'il ne pèsera pas 3 kg 500.

Certains aciers doux au nickel-chrome (0,10 à 0,15 % de carbone), ou au nickel-chrome-molybdène permettent d'obtenir, après traitements, des limites élastiques encore plus élevées et de pousser encore plus l'allègement des organes. On les utilise surtout pour les pièces dites « de sécurité » : leviers divers, pièces de direction. Un levier d'accouplement d'un kilogramme en acier au carbone sera remplacé en toute sécurité par un levier usiné dans un tel acier spécial, dont le poids n'excédera pas 600 grammes.

Les trois types principaux d'alliages légers d'aluminium

Les qualités mécaniques de l'aluminium pur sont si médiocres qu'on ne peut songer à l'employer dans cet état, sinon pour des pièces qui ne remplissent absolument aucun rôle dans la résistance du châssis.

On connaît, en revanche, de nombreux alliages d'aluminium qui, bien que contenant seulement de petites quantités d'autres éléments et gardant, par suite, un faible poids spécifique, possèdent une résistance suffisante pour remplacer l'acier dans la constitution de certains organes.

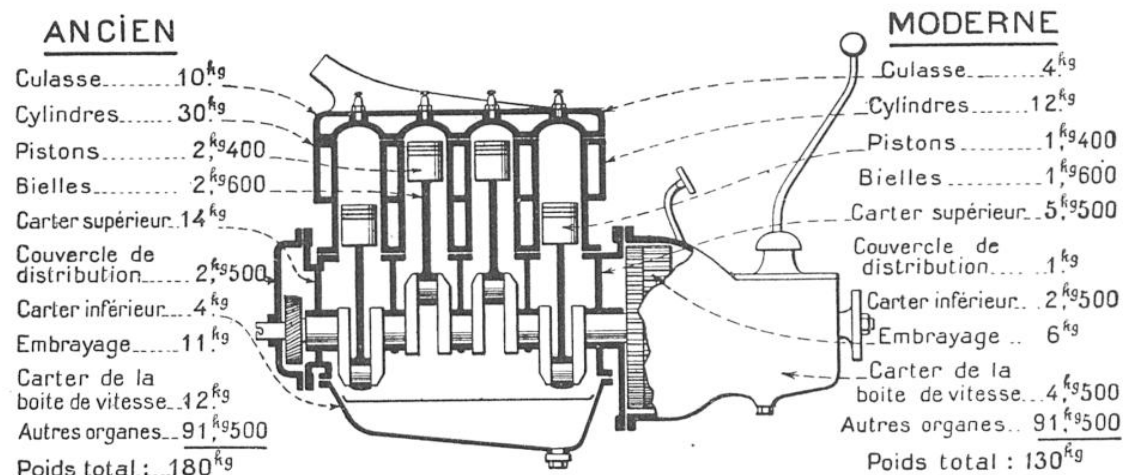
Les principaux corps utilisés pour obtenir ces alliages sont : le cuivre, le nickel, le zinc, le silicium, le magnésium et le manganèse. Leur proportion totale dans l'alliage varie de 3 à 15 %. Certains de ces alliages d'aluminium sont employés en fonderie sans

35 kilogrammes par millimètre carré après traitement, sont utilisables à peu près comme des aciers.

Ceux du second type sont intéressants surtout par leur coefficient d'allongement.

Ceux du troisième ont des qualités intermédiaires entre les deux premiers.

Les trois types se prêtent parfaitement à la fabrication des pièces forgées, matriçées ou estampées. Ils sont, d'ailleurs, d'un usinage facile — plus facile que celui de l'aluminium pur — et deux ou trois fois plus rapide que celui de l'acier ou de la fonte.



ALLÈGEMENT-TYPE RÉALISABLE SUR UN MOTEUR D'AUTOMOBILE, PAR L'EMPLOI DES ALLIAGES LÉGERS ET PAR L'UTILISATION DE LA TOLE EMBOUTIE

Le gain de poids réalisable, dont cette figure donne le détail, atteint ici 50 kilogrammes, soit environ 28 % du poids total du moteur. Les allègements envisagés représentent, bien entendu, la limite extrême de ce que le constructeur peut faire. En pratique, on ne trouve pas tous ces exemples réunis sur une même voiture, pour des raisons d'économie, d'une part, et de suspension, d'autre part.

aucun traitement thermique ; mais les plus intéressants, par leurs caractéristiques mécaniques élevées, sont les alliages d'aluminium qui comportent un traitement thermique.

Connus sous des noms différents, ils peuvent, toutefois, être ramenés à trois catégories principales : les alliages du type *Duralumin*, contenant du cuivre et du magnésium ; les alliages du type *Almasilium*, contenant du magnésium et du silicium ; les alliages du type *L. M.*, contenant du cuivre. Les autres corps ne font que modifier légèrement les qualités de ces trois alliages types.

Ces alliages peuvent être trempés au-dessus de 500°, et leurs qualités sont encore améliorées par un revenu entre 100° et 200° après trempe.

Les alliages du type duralumin, dont la limite élastique peut atteindre jusqu'à

La densité de tous ces alliages est comprise entre 2,5 et 2,9, c'est-à-dire environ le tiers de celle de l'acier.

Les alliages légers d'aluminium dans la construction automobile

Les utilisations possibles des alliages d'aluminium dans un châssis d'automobile sont innombrables.

C'est, d'abord, la fabrication de tous les carters enveloppant le mécanisme, qui ne travaillent pas énormément en raison de leurs dimensions obligatoirement importantes : carters du moteur, de l'embrayage et de la boîte de vitesses, du boîtier de direction et du pont arrière.

Dans ce dernier cas, cette solution est plus particulièrement recommandable, pour les motifs que nous avons exposés plus haut. Rappelons que, sur un carter de pont en

fonte malléable de 25 à 30 kilogrammes, on gagne 5 à 10 kilogrammes par l'usage de la tôle emboutie. Si on coule le carter en un alliage du type duralumin de fonderie, on peut abaisser son poids à 12 ou 15 kilogrammes, c'est-à-dire la moitié de ce que pesait le carter en fonte malléable. On réalise ainsi un bénéfice de 15 % sur le poids non suspendu arrière.

Nous résumons dans le tableau ci-dessous les gains de poids approximatifs sur différents autres carters d'une 10 ch tourisme, dans la construction de laquelle on aurait d'abord ignoré l'aluminium.

Certains constructeurs, s'appuyant sur la remarquable conductibilité de l'aluminium, ont essayé, avec succès, de fondre entièrement le bloc cylindre-carter supérieur en *Alpax* (alliage à 13 % de silicium). Les cylindres sont naturellement alors chemisés de fonte ou d'acier nitruré. La culasse est

évidemment aussi en *Alpax*. On a, dans ce cas, un moteur dont la partie fixe est entièrement en alliage d'aluminium. Dans ces conditions, on peut chiffrer le bénéfice de poids total, pour un bloc-moteur 10 ch, à 40 ou 50 kilogrammes (le quart de son poids primitif).

Citons également des réalisations intéressantes de roues, voire même d'un cadre de châssis en alliage d'aluminium, mais surtout quelques essais de corps d'essieux avant en duralumin forgé, au lieu d'acier demi-dur. On réalise aisément un gain de poids de 7 à 8 kilogrammes sur l'essieu avant d'une 10 ch, masse non suspendue particulièrement nuisible à la tenue de route.

Mais la plus intéressante des applications de l'aluminium à la construction automobile, c'est la réduction du poids des équipages mobiles bielles-pistons, dont le mouvement alternatif, extrêmement rapide, développe

des forces d'inertie dont on se fait difficilement une idée. Toute réduction du poids de ces attelages entraîne automatiquement des accélérations plus vives, une usure moindre des portées du vilebrequin, un accroissement de la puissance du moteur, une diminution des bruits et des vibrations.

De plus, les pistons en aluminium, grâce à leur meilleure conductibilité, fonctionnent à une température maximum de 200° à 250°, tandis que les pistons en fonte sont portés, en certains points, à plus de 400°. Cette importante propriété permet d'augmenter le taux de compression, donc la puissance des moteurs à pistons en aluminium.

Ceux-ci sont presque universellement adoptés maintenant. On emploie, pour les fondre, des alliages très divers : l'*Alpax* (13 % de silicium), l'alliage *anglais* (12 % de cuivre), l'alliage *Y* (4 % de cuivre, 1,5 % de magnésium, 2 % de nickel), etc. Un piston

en fonte de moteur 10 ch, 4 cylindres, pesant par exemple 0 kg 600, sera remplacé par un piston aluminium de 0 kg 350.

Enfin, certains constructeurs équipent avec succès leurs moteurs avec des bielles en alliages légers d'aluminium. Les alliages employés sont du type duralumin forgé, dont les qualités mécaniques sont voisines, comme nous l'avons vu, de celles de l'acier. La solution la plus récente comporte des bielles en une sorte de duralumin au nickel (4 % de cuivre, 0,7 % de nickel, 1 % de fer, 0,8 % de magnésium, 0,8 % de manganèse, 0,6 % de silicium), tourillonnant directement sur un vilebrequin en acier nitruré, sans interposition de régule.

On a obtenu ainsi le maximum de légèreté : une bielle en acier demi-dur au carbone, pour un moteur de 10 ch, 4 cylindres, pèse au moins 600 grammes ; une bielle en alliage léger, pas plus de 400 grammes.

JEAN GARCIN.

Désignation de la pièce	Matière remplacée	Poids primitif	Poids nouveau	Gains de poids
Carter supérieur moteur.....	Fonte	14 kg	5 kg 500	8 kg 500
Carter inférieur moteur.....	Tôle	4 kg	2 kg 500	1 kg 500
Couvercle de distribution.....	Fonte	2 kg 500	1 kg	1 kg 500
Carter boîte de vitesses.....	Fonte	12 kg	4 kg 500	7 kg 500
Carter de direction.....	Fonte	2 kg 500	1 kg 500	1 kg

TABLEAU MONTRANT LES GAINS DE POIDS APPROXIMATIFS RÉALISÉS, PAR L'EMPLOI DES ALLIAGES LÉGERS D'ALUMINIUM, SUR LES DIFFÉRENTS CARTERS D'UNE 10 CH DE TOURISME

QUE SERA LE TANK DE L'AVENIR ?

Par le Lieutenant-colonel REBOUL

Aux Etats-Unis, on vient de construire, tout récemment, un nouveau modèle de char de combat, dont la vitesse atteint, sur route (sans être armé), le chiffre fantastique de 96 kilomètres à l'heure et, en terrains variés, plus de 60 kilomètres à l'heure. Ce sont là des résultats vraiment remarquables et qui appellent l'attention, tout particulièrement, sur l'effort poursuivi par les différents pays pour doter une armée moderne d'un matériel mobile à grande puissance offensive. Si l'on a pu réaliser, en 1931, un char de combat présentant ces qualités extraordinaires, laissant loin derrière elles celles que nous étions habitués à constater sur des engins similaires, c'est, d'une part, grâce aux progrès de la métallurgie qui permettent de préparer des aciers à haute résistance à la perforation des projectiles de l'infanterie ; c'est, d'autre part, grâce aux perfectionnements apportés dans la construction des moteurs à explosion et à combustion interne, qui autorisent, aujourd'hui, une puissance motrice relativement considérable sous un faible poids. Ainsi les techniciens des services de l'armement ont pu étudier scientifiquement et réaliser techniquement des chars légers et rapides de reconnaissance, des chars de combat, des chars pour la lutte contre le canon, etc. Aussi, avons-nous posé à notre éminent collaborateur la question suivante : « Dans le combat moderne, quelles sont les qualités que l'on doit exiger d'un tank moderne ? »

DE tout temps, l'homme a cherché à produire dans le combat l'effet maximum, soit par la vitesse, qui lui permet de surprendre l'ennemi ou de lui échapper par la rapidité de ses déplacements, soit par la création d'un *organe de protection* dont le résultat est d'annihiler l'effet des armes de l'adversaire. A travers les âges, les peuples ont cherché à réaliser tantôt l'une, tantôt l'autre de ces conceptions. Avec la cuirasse en acier fondu ou chromé, dont étaient dotés avant guerre nos régiments de cuirassiers, a disparu le dernier engin de protection individuelle.

Pour résister aux projectiles actuels, il faut des épaisseurs de métal telles qu'elles doivent être transportées à l'aide de forces très supérieures à celles dont dispose le moteur humain.

D'une part, le *moteur à explosion* qui, sous un faible volume et sous un poids réduit, développe une grande puissance ; d'autre part, la *chenille*, qui répartit presque uniformément sur le sol et, en tout cas, sur une très large surface le poids total de l'engin, ont permis de résoudre le problème.

Né pendant la guerre, le char cuirassé a naturellement été conçu pour satisfaire aux besoins les plus fréquents et les plus impérieux révélés par les combats en cours. Il s'agissait pour nous alors de réduire au silence les engins automatiques ennemis situés à proximité de nos tranchées. La distance qu'on demanda aux chars de par-

courir à l'origine par leurs propres moyens fut donc faible ; leur vitesse pouvait être relativement réduite.

Mais, peu à peu, on s'aperçut que le char de combat pouvait rendre des services dans toutes les phases du combat, tant dans la prise de contact que dans la poursuite.

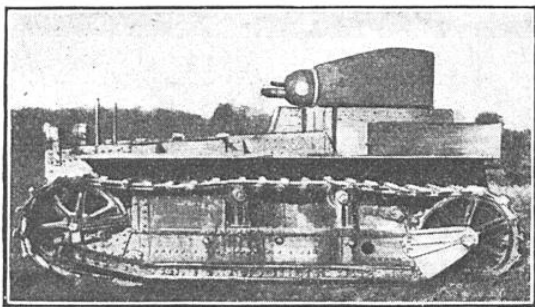
A la vérité, on ne peut demander à un même engin de réunir les qualités diverses auxquelles doit répondre un matériel susceptible d'être employé, avec un rendement suffisant, dans les diverses périodes de la bataille. Parfois, il faudra lui demander d'être capable d'une grande vitesse, parfois d'être en situation de résister au tir prolongé des armes antitanks.

Les qualités essentielles des chars de combat

Le cuirassement. — Tout d'abord, la protection assurée au char cuirassé doit être la plus grande possible, mais elle est fonction de la nature même de la mission la plus généralement confiée à ce type d'engins.

Ceux destinés à aller chercher le renseignement, à appuyer les reconnaissances, doivent être à l'abri des balles perforantes des armes à petit calibre, c'est-à-dire de 8 millimètres environ. L'épaisseur du blindage du char *Renault F. T.*, qui est de 16 millimètres à l'avant et de 16 millimètres sur les côtés, est suffisante dans ce cas.

Ces engins n'auront pas, en effet, à soutenir de combats sérieux. Ils n'auront pas

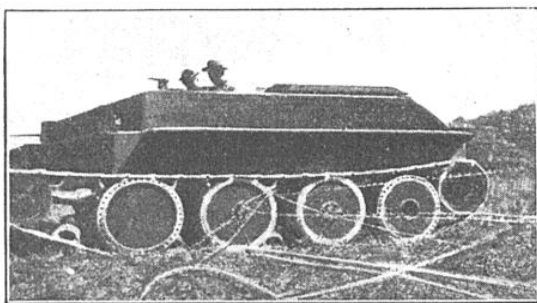


TANK LÉGER RAPIDE AMÉRICAIN « T-1-E-1 »
DE 7 T 5, MUNI D'UN MOTEUR DE 90 CH

à s'engager à fond, sans ordre particulier, contre des formations importantes.

Ceux qui, par contre, devront mener une lutte importante sur le champ de bataille devront être plus fortement cuirassés (1). Une mitrailleuse de 13 millimètres tirant à très grande vitesse une balle de grande densité peut arriver à percer la plupart de nos blindages actuels. Elle traverse une plaque de 22 millimètres du meilleur acier à 600 mètres de distance, si elle la frappe normalement, et de 16 millimètres à 200 mètres sous une incidence d'environ 20°. Il faut prévoir, d'autre part, que l'ennemi pourra mettre en action, contre nos chars, des armes comme le minenwerfer léger ou des mitrailleuses de 20 millimètres. Or, l'obus ordinaire du minenwerfer léger traverse une plaque de 10 millimètres à 1.300 mètres. La mitrailleuse *Erlikon*, qui est le type des armes automa-

(1) L'épaisseur minimum, pour arrêter une balle de mitrailleuse normale allemande à noyau d'acier (*Spitzgeschoss mit Kern*), est de 14 à 15 millimètres pour une plaque en acier nickel-chrome, et de 20 millimètres pour une plaque en acier ordinaire.



NOUVEAU TANK AMÉRICAIN « CHRISTIE », EN
POSITION SUR CHENILLES, MUNI D'UN MOTEUR
LIBERTY DE 400 CH

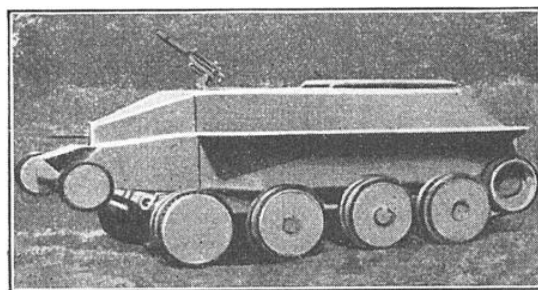
A travers champs, ce tank atteint une vitesse de
64 kilomètres à l'heure.

tiques de 20 millimètres, a encore une plus grande force de pénétration. Elle traverse une plaque de 15 millimètres à 1.200 mètres et une de 30 millimètres à 500 mètres.

En 1917 et en 1918, les Allemands employaient contre nos chars un engin très dangereux aussi bien pour ceux à qui il était confié que pour les chars qu'il atteignait ; c'étaient les charges concentrées de grenades, qui crevaient 20 millimètres du meilleur acier à 15 mètres.

Dans certains cas — plus rares —, les chars devront pouvoir engager la lutte contre des canons que leur propre artillerie aura été incapable de détruire. Pour arriver à en triompher, ils devront résister aux obus de rupture de l'artillerie de campagne.

La vitesse. — La vitesse de ces divers engins doit, bien entendu, être aussi grande



NOUVEAU TANK AMÉRICAIN « CHRISTIE », DE
7 T 8, EN POSITION DE ROUTE (SANS LES CHENILLES DONT IL EST MUNI POUR LA MARCHÉ
SUR LES TERRAINS VARIÉS)

Ce tank peut atteindre, sur route, une vitesse de
96 kilomètres à l'heure.

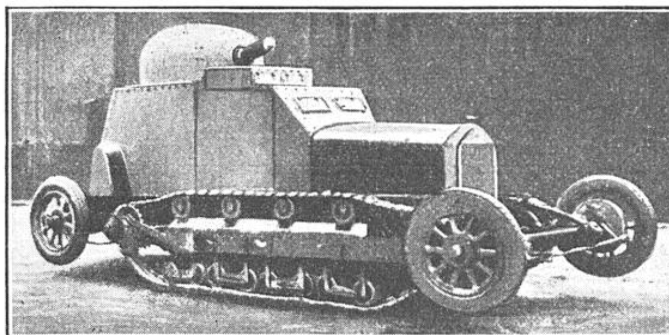
que possible, de même qu'il est à souhaiter que leur protection soit maximum. Mais, là encore, en étudiant les conditions de leur emploi, nous sommes amenés à envisager des vitesses différentes pour chacun d'eux.

Ceux qui travaillent au profit des éléments de reconnaissance doivent pouvoir les renseigner sans ralentir la vitesse de ces formations. Or, elles marchent normalement à 15 ou 20 kilomètres à l'heure. Les chars qui les accompagnent doivent donc atteindre une vitesse de 40 kilomètres à l'heure à travers tous terrains.

Les engins qui interviendront dans la bataille pour réduire un nid de résistance n'auront pas besoin de dépasser une vitesse de 15 à 20 kilomètres à l'heure, mais, au même titre que les matériels précédents, ils devront être capables d'effectuer de longues marches en colonne pendant plusieurs journées consécutives.

Le passage à travers champs, à n'importe quelle période de l'année, nécessite, étant donnés les poids résultant du cuirassement, que ces engins soient sur chenilles. Toutefois, ce système de propulsion dégrade les chaussées et exige une plus grande consommation d'essence. Les chenilles s'abîment vite. Aussi serait-il à souhaiter que ces chars puissent, sur route, utiliser un système de roues et n'employer les chenilles qu'à travers champs, sous la réserve que le temps nécessaire pour passer d'un dispositif à l'autre, soit court. Leur transport sur route, grâce à l'intermédiaire d'un camion, n'est qu'une solution provisoire. Elle exige trop de personnel et trop de matériel.

Les chars destinés à la lutte contre le canon ennemi devront avoir une vitesse comparable à celle du char normal du champ de bataille. En effet, pour éviter une superposition de coups au but qui pourraient arriver à percer leur cuirasse, quelle que soit leur épaisseur, il faut qu'ils puissent s'avancer rapidement sur l'objectif qui leur est assigné. Très pesants et très coûteux, ils seront, jusqu'au dernier moment, maintenus hors de la zone de combat immédiate. Alertés par T. S. F. et renseignés sur l'emplacement exact de la batterie ou de la pièce qui, jusque-là, a résisté aux projectiles de notre artillerie, ils iront droit au but.



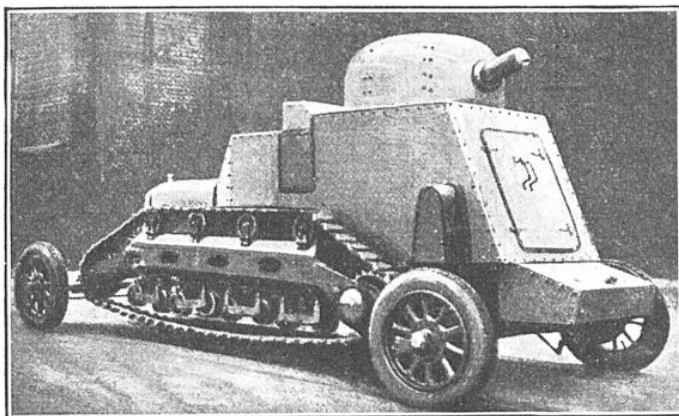
LE CHAR ANGLAIS « WOLSELEY-VICKERS », EN POSITION SUR CHENILLES, ATTEINT LA VITESSE DE 24 KILOMÈTRES, A L'HEURE A TRAVERS CHAMPS

Leur duel devra être de courte durée. Leur vitesse ne sera jamais trop grande.

L'aptitude à franchir les obstacles. — En plus de l'arme antitank, construite spécialement pour traverser leurs blindages, les chars ont un autre ennemi à vaincre : l'obstacle passif. Celui qui peut être créé le plus efficacement contre eux, sur n'importe quel terrain — au prix, il est vrai, d'un long labeur et d'une grosse dépense de main-d'œuvre — est le fossé large et profond, à condition encore que les bords de la tranchée soient maintenus verticaux et ne s'écroulent pas. Les engins cuirassés ne doivent pas être arrêtés par de pareils obstacles. Ceux de reconnaissance se heurteront uniquement à des obstacles naturels. Si ceux-ci sont trop larges, ils les contourneront, mais ils doivent être capables de franchir des fossés à bord franc de 1 mètre à 1 m 50.

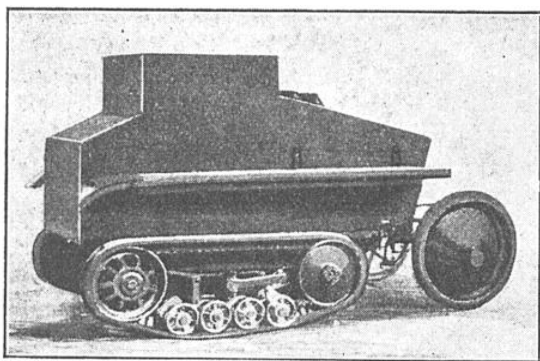
Les chars appelés à agir sur le champ de bataille peuvent être amenés à opérer contre des organisations soigneusement établies, pourvues de fossés antitanks. Le minimum qu'on doive leur imposer comme capacité de franchissement doit être de 4 m 50 à 5 mètres. Ce ne sont pas là des chiffres exagérés. Les tranchées antitanks, en béton, de la ligne Hindenburg, mesuraient 4 mètres de large.

Un autre obstacle, difficile à franchir par les chars, est constitué par la grosse futaie, mais c'est là un obstacle impossible à créer. Il appartiendra au commandement d'éviter d'engager des chars de combat dans une



LE CHAR ANGLAIS « WOLSELEY-VICKERS », EN POSITION SUR ROUES, ATTEINT LA VITESSE DE 56 KILOMÈTRES A L'HEURE SUR ROUTE

De 5 m 33 de long, 2 m 34 de large et 2 m 60 de haut, ce char pèse 8 t 5 et est muni d'un moteur de 120 ch.



TANK ANGLAIS « CROSSLEY-MARTEL », POUR UN SEUL HOMME D'ÉQUIPAGE

Armé d'une mitrailleuse unique et pesant 2 t 2, ce tank est muni d'un moteur de 16 ch

haute futaie. S'il y est contraint, il n'y laissera pénétrer que des chars très lourds — capables par leur masse de renverser les obstacles quels qu'ils soient — et étroits pour leur permettre de se glisser entre les plus gros troncs.

L'armement. — Ces engins coûteux doivent recevoir un armement puissant et à munitions légères. Contre les tirailleurs abrités dans une tranchée intacte, contre les servants d'une mitrailleuse surgis au dernier moment d'un abri profond, il leur suffit de disposer d'une mitrailleuse sûre à grand débit. Contre les défenseurs d'un abri bétonné ou d'une casemate, les chars, grâce à leur cuirassement, pourront s'approcher de très près et démolir la batterie par des coups d'embrasure. Il leur suffit, pour cela, de disposer d'un canon à vitesse initiale même réduite, comme le canon de 75 raccourci, semi-automatique. Pourvu d'un faible recul, il occupe une place peu importante à l'intérieur, d'autant plus que, avec le poids élevé du char, il est facile d'absorber la force vive du recul de ce canon et de la limiter.

Mitrailleuse ou canon de 75 raccourci sont inefficaces dans la lutte contre le tank ennemi ou contre l'abri bétonné de grosses dimensions. Dans le premier cas, il faut, pour percer la cuirasse, un canon long tirant à très grande vitesse, du calibre le plus élevé qu'il soit possible. Pour des raisons de poids et aussi d'économie, il semble qu'on ne puisse guère dépasser le calibre de 47 millimètres.

Le poids. — La question de poids est capitale en matière de chars. Il faut tenir compte des limites de charge des ponts existants et des véhicules des voies ferrées. Celles des

ponts, évaluées en charges par essieux, sont à augmenter en raison de la meilleure répartition des poids due aux chenilles. La pression unitaire de celles-ci ne dépasse pas celle d'un cheval. Pratiquement, on peut dire que tout pont peut porter un char de 7 à 8 tonnes.

Tout pont d'une route un peu fréquentée est accessible aux chars de 15 tonnes.

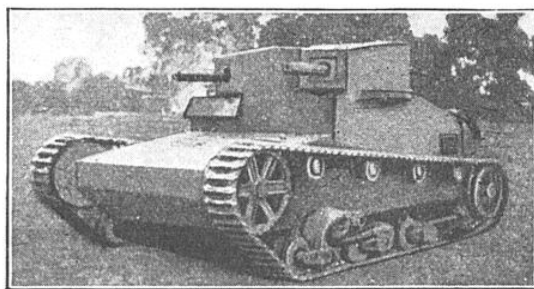
Tout pont comportant une double voie charretière peut être utilisé par les chars de 20 tonnes.

Toutes les voies ferrées peuvent, sans fatigue pour leur matériel, transporter des poids de 20 tonnes. Au-dessus, il faut prévoir des dispositifs spéciaux.

Dans le poids du char intervient largement celui de la cuirasse. Ce dernier représente du quart au septième de la charge totale : aussi, une augmentation, même insignifiante, de l'épaisseur de la cuirasse est-elle extrêmement sensible dans le poids total.

Les qualités accessoires

Telles sont les qualités principales à remplir par le char de combat. Il en est d'autres, moins importantes peut-être, mais qu'on ne peut pas négliger cependant, car de leur réalisation dépend le plus ou moins grand rendement de l'engin. Ainsi, il doit permettre à ses occupants de bien voir le terrain environnant. Les fentes de visée qu'on fait très étroites pour empêcher les mitrailleurs ennemis de les prendre comme objectif ne permettent pas toujours à l'équipage d'apercevoir suffisamment ce qui se passe autour de lui. Le char doit être très maniable. Il faut qu'il puisse virer sur place, soit qu'il veuille prendre immédiatement à partie une arme



LE CHAR ANGLAIS « VICKERS LÉGER » DE 12 TONNES. LE « VICKERS LOURD » PÈSE 35 TONNES

De 4 m 56 de long, 2 m 30 de large et 2 m 20 de haut, ce char, équipé d'un moteur de 80 ch, peut atteindre une vitesse de 35 kilomètres à l'heure à travers tous terrains et grimper des pentes de 45 degrés.

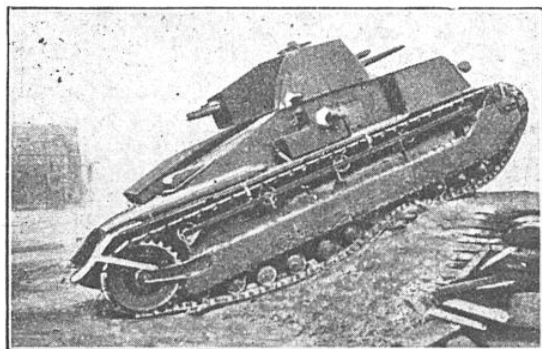
automatique ou un canon, soit qu'il veuille, en se reportant derrière une crête qu'il a franchie imprudemment, se soustraire à un tir dirigé contre lui. Il faut qu'il puisse, sans trop de fatigue ni pour son équipage, ni pour ses organes, parcourir par ses propres moyens de grosses étapes de 100 à 150 kilomètres par jour. Son moteur doit tenir le moins de volume possible. Afin de permettre des démarrages rapides, il doit posséder un gros excédent de puissance. Actuellement, les moteurs dont on dispose — ils représentent de 6 à 8 ch par tonne du poids véhiculé — donnent satisfaction, mais il faudrait qu'ils ne puissent point provoquer un incendie. Malgré les précautions prises jusqu'ici, ce danger subsiste toujours (1). Enfin, il serait utile que le char soit étanche aussi bien contre l'eau, de manière à pouvoir franchir des cours d'eau de faible profondeur, que contre les gaz.

Voici les principaux types adoptés

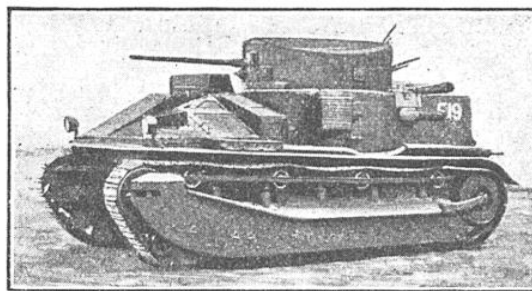
Il n'est pas possible, évidemment, de réunir dans un même engin, toutes les qualités requises pour le char idéal. Parmi ses caractéristiques principales — cuirassement, aptitude à franchir les obstacles, armement, poids, vitesse — on est conduit à donner la préférence à l'une et à sacrifier partiellement les autres, suivant l'usage auquel l'engin est destiné. Ainsi, on a été conduit à adopter trois types principaux de chars.

A. Le char léger. — Muni de deux mitrailleuses jumelées ou d'un canon de 37, il est à l'abri de tous les projectiles des armes normales de la compagnie d'infanterie. Il devrait être capable de franchir des fossés à bords francs de 1 m 50 au minimum et devrait pouvoir réaliser une vitesse minima de 40 kilomètres à l'heure à travers tous

(1) L'emploi du moteur Diesel supprimerait tout danger d'incendie.



TANK LÉGER ANGLAIS « VICKERS MARK C »



TANK ANGLAIS « MEDIUM VICKERS MARK II »

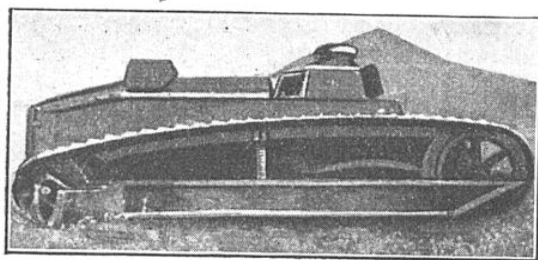
terrains ; il comporte un équipage de deux à trois hommes.

B. Le char de bataille. — Il est plus fortement armé que le précédent : il porte un canon de 75 raccourci ou un canon de plus faible calibre, mais à très grande vitesse initiale, ou des mitrailleuses jumelées de gros calibre. Il devrait résister aux armes lourdes de l'infanterie et pouvoir franchir les tranchées les plus larges que l'ennemi puisse organiser comme défense antitank sur le champ de bataille. Il peut se contenter d'une vitesse de 15 kilomètres à l'heure à travers tous terrains et comporte un équipage minimum de deux hommes. Il ne devrait pas dépasser le poids de 12 à 15 tonnes.

C. Le char lourd. — Il est destiné à l'attaque de positions très fortes ou à la lutte contre des canons de gros calibre installés sur des affûts moteurs. Le cuirassement de tels engins présente de très grosses difficultés. Il faut, en effet, prévoir des épaisseurs de blindage d'au moins 10 centimètres et, par suite, des poids vraiment exagérés. Ceux de 60 tonnes auxquels on arrive ne fournissent pas encore une protection suffisante. Le transport de ces mastodontes, extrêmement coûteux, constitue un problème délicat. Sur les champs de bataille, ils constituent des cibles très visibles qui se déplacent lentement et sur lesquels l'artillerie ennemie peut concentrer le feu de ses pièces lourdes.

La construction et l'emploi des tanks dans les divers pays

Les trois nations qui se sont le plus occupées des chars de combat ont toutes trois résolu les divers problèmes que pose leur construction de façon différente. Les Etats-Unis s'attachent à réaliser des vitesses aussi grandes que possible et, plus spécialement, des vitesses en tous terrains. Ils sacrifient quelque peu le cuirassement. En France, au contraire, nous prions le plus cette qualité. Nous nous souvenons des leçons de notre



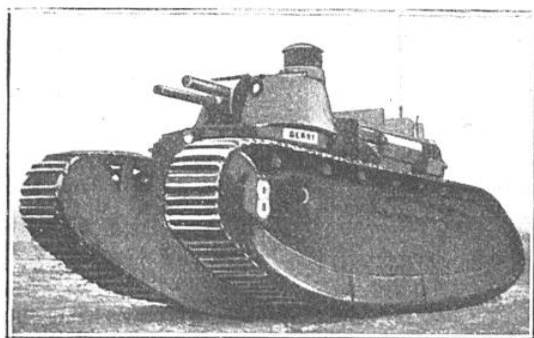
TANK FRANÇAIS « DELAUNAY-BELLEVILLE », DE 13 TONNES, ÉQUIPÉ D'UN MOTEUR DE 100 CH

histoire militaire. Elles nous ont appris que, pendant les périodes de paix, on sacrifie toujours la puissance à la mobilité, alors que, pendant les guerres, on recherche avant tout la puissance. Nous voulons éviter cette erreur.

La bonne solution est certainement un juste milieu ; un char très vite doit pouvoir « encaisser » un grand nombre de coups. Sa vitesse, quelque grande qu'elle puisse être, ne pourra pas le faire sortir de la gerbe des projectiles d'un canon à tir rapide qui l'aura pris dans sa trajectoire. D'autre part, le char le plus fortement cuirassé, s'il ne se déplace pas à plus de 8 ou 10 kilomètres à l'heure, ne pourra pas échapper à l'artillerie ennemie. Il constituera pour elle une trop belle cible. A ce point de vue, nous devons souhaiter que la vitesse de nos chars, à travers tous terrains, soit sensiblement augmentée.

Les Anglais semblent dans la bonne voie (1) : ils tiennent le milieu entre les deux solutions extrêmes : la nôtre (cuiras-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 163, page 30.



CHAR LOURD FRANÇAIS « 2 C », DE 63 TONNES, ARMÉ D'UN CANON DE 75 MM ET DE 4 MITRAILLEUSES HOTCHKISS

Ce char, de plus de 10 mètres de long, peut abriter un officier et dix hommes et atteint, avec ses deux moteurs de 500 ch, une vitesse de 12 kilomètres à l'heure en tous terrains.

sement) et celle des Américains (vitesse).

La conception des deux armées britannique et française reste différente quant à l'emploi du char. En France, nous continuons à estimer que celui-ci doit rester un moyen de plus mis à la disposition de l'infanterie ; en Angleterre, on tend vers leur généralisation ; on voudrait substituer à l'infanterie des unités entièrement motorisées (1).

Les Etats-Unis semblent se rapprocher de cette dernière conception. Ainsi, ils ont, à diverses reprises, rassemblé dans des camps des unités mécaniques de toutes armes, comprenant : des chars lourds et légers, de



TANK FRANÇAIS « RENAULT M 27 » DE 8 TONNES, MUNI D'UN MOTEUR DE 60 CH ET POUVANT ATTEINDRE UNE VITESSE DE 18 KILOMÈTRES À L'HEURE

l'artillerie à tracteurs ou portée, des troupes sur camions.

Les progrès réalisés aux Etats-Unis

Pendant la guerre, les Américains s'étaient bornés à copier les chars en usage dans les armées française et anglaise (*Renault* et *Mark V*) ; ils avaient sorti assez difficilement d'usine, en fin 1918, un modèle légèrement différent, le *Mark VIII*. Après l'armistice, ils continuèrent leurs études. Un moment, ils purent croire qu'ils arriveraient, avec un seul type, à exécuter toutes les missions qui peuvent incomber au char sur le champ de bataille. Ils pensaient y parvenir avec un poids d'environ 15 tonnes. Le modèle qu'ils sortirent, le *Medium T* modèle 1926, qui pèse déjà 23 tonnes, ne leur donna pas satisfaction.

En présence de ces résultats, ils renoncèrent au type unique et se mirent à étu-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 163, page 35.

dier plus spécialement le char léger. A ce point de vue, ils ont, dès 1927, mis au point un matériel déjà réussi, le *T-1-E-1*. Ses caractéristiques sont :

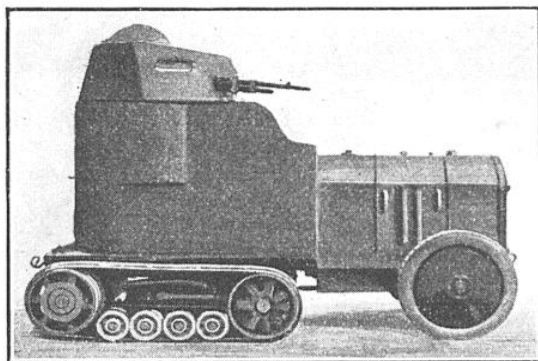
Poids : 6 t 5 ;

Longueur : 5 m 80 ;

Moteur : 8 cylindres de 90 ch ;

Trois vitesses : première, 2 km 400 à l'heure ; deuxième, 20 km 900 ; troisième, 32 km 100.

En octobre 1928, quatre de ces chars ont, en trois jours, parcouru uniquement sur des routes pavées, 240 kilomètres par leurs propres moyens, soit 80 kilomètres de moyenne par jour. Une étape fut même de 115 kilomètres. Cet engin répond à la



AUTOCHENILLE FRANÇAISE « M 23 », ARMÉE D'UNE MITRAILLEUSE

plupart des qualités requises pour le char léger. Du reste, il a encore été amélioré dans le *T-1-E-2*.

Un ingénieur civil américain, Walter Christie, a sorti un char de 7 tonnes 8 sans armement, qui, sur route, fait du 96 kilomètres à l'heure et, en terrains variés, du 64 kilomètres-heure. Avec son armement, il pèse de 12 à 15 tonnes.

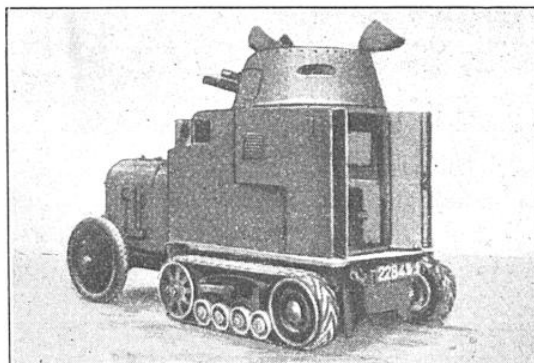
Les Américains pensent qu'ils n'auront pas besoin, sur le champ de bataille, de chars lourds pour détruire des organisations défensives ou d'autres chars. Ils comptent beaucoup, pour cette dernière mission, sur des canons placés sur affûts moteurs. Depuis longtemps, ils travaillent la question. Ainsi, ils ont sorti :

En 1919, un affût autopropulseur pour canon de 75 du poids de 8 tonnes ;

En 1921, un affût autopropulseur pour canon de 155 du poids de 22 tonnes ;

En 1923, un affût autopropulseur pour canon de 120 du poids de 11 tonnes.

Mais il semble qu'ils aient reconnu que

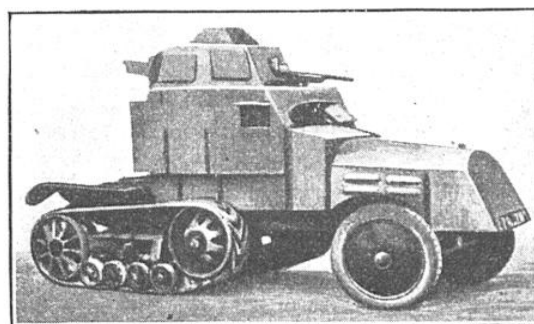


AUTOCHENILLE FRANÇAISE « M 23 », ARMÉE D'UN CANON

ces canons pourraient être de suite détruits par ceux des engins cuirassés. Ils modifieraient sur ce point leur conception. Des expériences seraient en cours chez eux. Très prochainement, nous verrons, dit-on, sortir de leurs usines plusieurs modèles entièrement nouveaux des diverses catégories de chars.

Les progrès réalisés en France

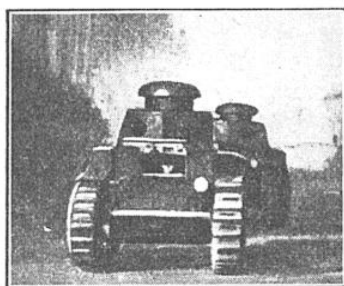
En France, nous avons fait, il y a quelques années, un gros effort. Le type 2 C est une première solution de l'engin lourd. Des modifications doivent lui être apportées pour en faire une arme vraiment pratique. Le *Renault 1927* représente, lui, une grosse amélioration par rapport au type 1917. Il est cuirassé à 30 millimètres dans les parties vives ; il est donc à l'abri des mitrailleuses de 13 millimètres. Malgré ce cuirassement et le canon court de 75 millimètres qu'il porte, son poids reste inférieur à 8 tonnes ; il peut, par suite, être transporté sur camions lourds du modèle commercial. Son



AUTOCHENILLE FRANÇAISE « M 1926 », DE 2 T 5, AVEC CHENILLE EN CAOUTCHOUC

Sur le modèle plus récent de 1928, la chenille est en fonte (chenille Kégresse).

moteur de 60 ch lui permet d'atteindre 18 kilomètres à l'heure. Sa chenille est mieux conçue que l'ancienne. Trois ressorts, placés sur chaque côté, absorbent la plupart des réactions, de telle sorte que le tireur peut faire feu avec précision, l'appareil marchant. Il n'exige qu'un équipage de deux hommes. Il serait à souhaiter que son moteur fût plus puissant pour qu'il ait un plus gros excédent de puissance et que l'engin entier puisse se déplacer sur route par ses propres moyens sans immobiliser un camion spécial. Ce sont là des desiderata qui n'enlèvent pas



NOUVEAU TANK LÉGER RUSSE, ARMÉ D'UN CANON HOTCHKISS DE 37 MILLIMÈTRES ET D'UNE MITRAILLEUSE HOTCHKISS

à ce char ses qualités.

Des progrès restent à réaliser au point de vue moteurs, chenilles, étanchéité. Certains sont annoncés. Ceux qui semblent devoir se produire le plus rapidement sont ceux relatifs au cuir-

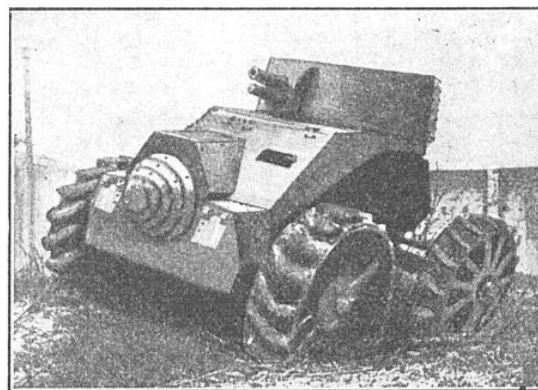
assement même de l'appareil. Les aciers employés et qui contiennent tous du nickel et du chrome, parfois même du molybdène, du vanadium ou du zirconium ont été fortement améliorés. Une augmentation, peut-être peu importante, d'épaisseur de la cuirasse ou de sa capacité de résistance aux différents projectiles permettra aux chars d'encaisser plus facilement. Combien, pendant la guerre, ont été mis hors de combat par des projectiles tangents, c'est-à-dire possédant tout juste la force de pénétration suffisante ?

Le tank économise les vies humaines

Le char d'assaut, né au cours de la guerre, nous a permis, en 1917 et en 1918, de neutraliser ou de détruire les armes à tir rapide de l'ennemi et d'arriver à le chasser de ses positions en réduisant le chiffre de nos pertes. Dans un prochain conflit, il continuerait à remplir ce rôle, mais d'autres lui se-

raient également dévolus : reconnaissance du contour apparent de l'ennemi, groupement principal de ses forces, rupture de son front, exploitation de sa défaite. Il ne pourrait s'acquitter, toutefois, de ces missions qu'à condition de subir des perfectionnements importants. Il devrait, pour cela, présenter les qualités que nous avons énumérées.

Les Allemands ont regretté, dès le début de 1918, de n'avoir pas davantage de tanks à leur disposition. Ainsi, Ludendorff écrit,



TANK ITALIEN « ANSALDO », A QUATRE ROUES MOTRICES ET DIRECTRICES, VU DE L'AVANT

Ce tank est équipé d'un moteur de 110 ch.

dans ses *Souvenirs de guerre* : « Je fis une enquête sur les causes de notre échec du 18 juillet 1918. Il est dû, en grande partie, à l'avance rapide, dans les hauts champs de blé, de nombreux chars d'assaut d'un modèle nouveau. Ils augmentèrent l'effet de surprise. » Si les Allemands n'ont pas poussé plus rapidement leurs études, s'ils n'ont commandé, avant l'armistice, qu'un petit nombre d'*A-7-V Wagen* (1) et d'*A-7-VU Wagen* (1), c'est que leur industrie, trop surchargée, était incapable d'assurer encore cette fabrication. Ils se plaignent beaucoup de cette lacune dans leur matériel. Tirons, de ce fait, un enseignement. Essayons d'avoir les types de chars répondant le mieux aux nécessités du champ de bataille. Ce faisant, le cas échéant, on épargnerait bien des vies humaines.

Lieutenant-colonel REBOUL.

(1) Ce sont divers types de chars en Allemagne.

VOICI LES NOUVEAUX BASCULEURS POUR DÉCHARGER LES WAGONS RAPIDEMENT ET ÉCONOMIQUEMENT

Par Jean MARCHAND

Affirmer que, chaque jour, la manutention mécanique se substitue, dans tous les domaines, à la main-d'œuvre humaine est une superfétation. La mécanique réalise, en effet, des économies de temps et d'argent, que toutes les industries apprécient comme il convient. Ainsi, une bonne exploitation de chemins de fer exige des opérations nombreuses et rapides pour exécuter toutes les manœuvres nécessaires. Parmi celles-ci, le déchargement des wagons est l'une de plus importantes, et le nouveau basculeur, que représente notre couverture, constitue précisément l'un des récents appareils aujourd'hui adoptés par les grands réseaux anglais. On arrive ainsi à décharger des wagons de 20 tonnes d'un seul coup ! C'est là évidemment un moyen pratique d'augmenter le rendement. En Amérique, il existe un autre genre de basculeurs, utilisé de préférence pour le déchargement des wagons de grains, car ces derniers sont couverts, et le précédent système ne s'applique pas à ce genre de véhicules. Ces basculeurs américains permettent de vider huit wagons à l'heure, quelle que soit leur capacité, et cela jusqu'à 90 tonnes par wagon. Ces exemples suffisent à montrer quelle est la puissance de la mécanique appliquée aujourd'hui à la manutention dans toutes les industries, alors qu'autrefois de telles opérations nécessitaient beaucoup d'hommes et beaucoup de temps.

Le problème de la manutention est un de ceux qui préoccupent le plus, à juste titre, les ingénieurs chargés de l'organisation rationnelle d'une exploitation industrielle. Toutefois, si, dans tous les domaines, la solution de ce problème est un facteur capital de rendement, il est évident que, pour les entreprises de transport, elle est le but même vers lequel doivent tendre les efforts de tous. Les chemins de fer sont, par conséquent, les premiers intéressés à mettre en œuvre les derniers progrès de la technique.

N'est-il pas décevant, au siècle de la mécanique appliquée, de voir, par exemple, des ouvriers décharger, à grand renfort de coups de pelle, à la fois pénibles et lents, des wagons de charbon ou de sable ? Certes, il existe des wagons-basculants, mais on conçoit qu'ils ne peuvent vider leur contenu qu'à un niveau inférieur à celui de leurs châssis. Le problème du déchargement des wagons est depuis longtemps résolu pour les matériaux tels que les masses métalliques, les caisses, etc. De même, les bennes preneuses, qui sont surtout utilisées pour le déchargement des navires, sont également employées pour les matières pulvérulentes, telles que le charbon. Ces engins sont aujourd'hui suffisants dans la plupart des cas.

Deux systèmes sont utilisés en Angleterre pour basculer les wagons

On a cependant pensé qu'une manutention plus rapide serait réalisée si le wagon tout entier pouvait être basculé dans des trémies, d'où des dispositifs de manutention mécanique (godets, tapis roulants, etc.) emporteraient les matériaux vers leur nouvelle destination. En fait, ces basculeurs de wagons sont aujourd'hui construits, notamment en Angleterre et en Amérique.

Le basculeur anglais, représenté figures 1 et 2, est capable de manipuler des wagons de 10 tonnes. La charpente de l'appareil est constituée par deux grands anneaux d'acier reliés ensemble de façon à former une carcasse robuste. Ces anneaux reposent sur quatre rouleaux d'acier et supportent, à leur partie inférieure, dans leur position normale, une section de rails. Un moteur électrique commande la rotation du système par l'intermédiaire d'engrenages réducteurs de vitesse.

Quant au wagon, lorsqu'il s'est engagé dans l'appareil, il est maintenu au moyen d'un dispositif de cramponnage constitué par des charpentes métalliques venant s'appuyer sur ses bords. En réglant convenablement

la tension des câbles d'acier qui commandent cette charpente, il est facile de fixer le wagon d'une manière absolue.

Ainsi, il suffit d'avoir ménagé une trémie sous l'appareil pour que le déchargement s'opère d'un seul coup. Un seul homme est nécessaire pour effectuer la manœuvre. Signalons qu'un appareil de ce genre est capable de basculer des wagons de 20 tonnes.

Un autre dispositif a été imaginé : c'est celui que représente la couverture de ce numéro. Ici, le wagon ne pivote pas en

de décharger 12 wagons de 12 tonnes à l'heure. Ce dispositif, d'un rendement élevé, est à la fois simple et robuste.

**Les wagons de grains
pesant jusqu'à 90 tonnes
sont automatiquement déchargés
aux États-Unis et au Canada**

Cependant, de tels appareils ne seraient pas applicables au vidage des wagons couverts et fermés, comme ceux qui sont uti-

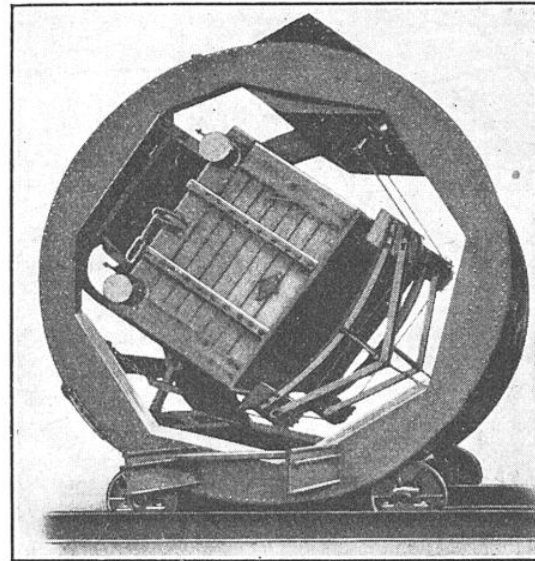
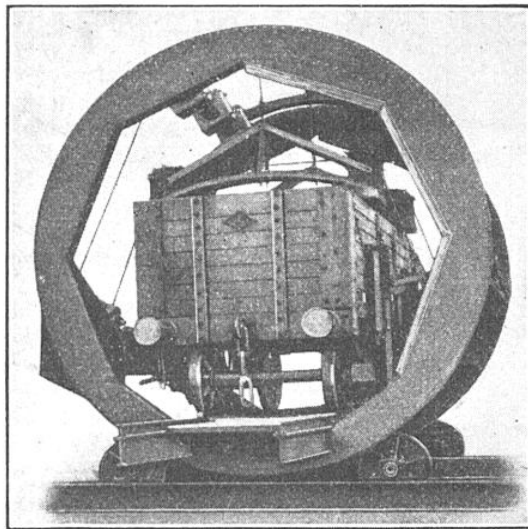


FIG. 1 ET 2. — ENSEMBLE DE L'APPAREIL UTILISÉ EN ANGLETERRE POUR LE DÉCHARGEMENT RAPIDE DES WAGONS PAR BASCULEMENT

A gauche : l'appareil en position normale. A droite : la charpente métallique a roulé sur les galets qui la supportent, et le wagon laisse tomber son contenu dans une fosse ménagée entre les rails.

quelque sorte sur lui-même, mais l'ensemble, wagon et basculeur, tourne autour d'un axe parallèle à la voie et placé latéralement, de sorte que le déchargement s'effectue en dehors du gabarit de cette voie.

L'appareil est constitué par une puissante carcasse métallique, de forme générale cylindrique et terminée par une partie plane qui, normalement, est horizontale et supporte les rails. Quant à la machinerie, elle est située en sous-sol, à droite du dessin. Lorsque le wagon est engagé sur les rails du basculeur, des moteurs électriques tirent sur des câbles qui obligent l'ensemble à pivoter. Bien entendu, le wagon est maintenu en place par une charpente métallique qui l'empêche de tomber. Ce basculeur peut être utilisé pour des wagons de 20 tonnes et est capable

lisés, aux États-Unis et au Canada, pour le transport du blé. Ces wagons, du type ordinaire, ont leurs portes latérales à glissières maintenues ouvertes et les ouvertures sont obturées au moyen de panneaux étanches en bois, coulés à l'intérieur du wagon. Les portes normales ne fermeraient pas le wagon avec une étanchéité suffisante, et les grains de blé fuiraient par les interstices. L'importance du trafic des grains dans ces pays a nécessité l'emploi d'appareils spéciaux pour le déchargement des wagons.

On utilisa tout d'abord la pelle mécanique Clark, sorte de pelle en bois tirée par un câble enroulé sur un treuil. Ce procédé long et coûteux a aujourd'hui cédé la place aux basculeurs.

Les commissionnaires du port de Montréal

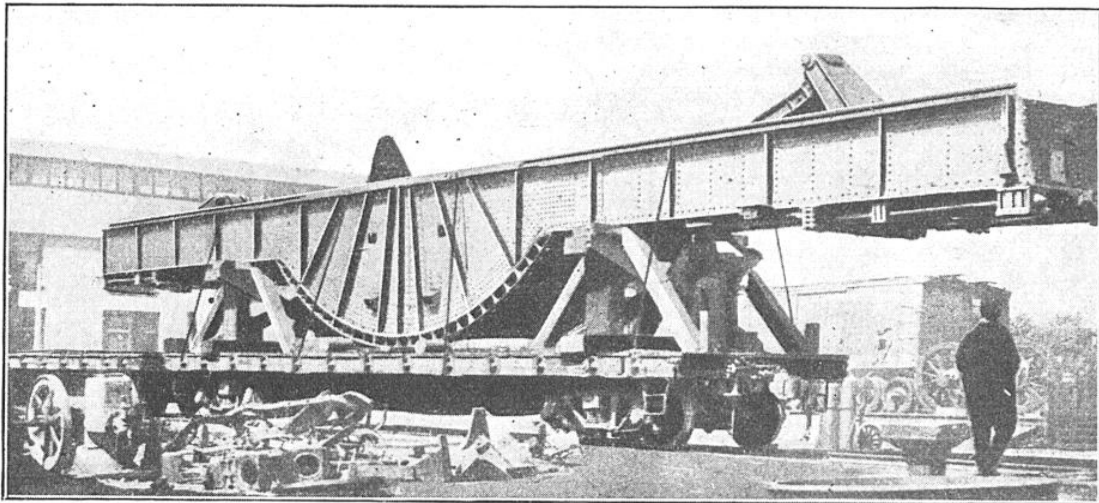


FIG. 3. — ENSEMBLE DU CHASSIS MÉTALLIQUE UTILISÉ AUX ÉTATS-UNIS ET AU CANADA POUR LE VIDAGE DES WAGONS DE GRAINS

Ce châssis est représenté ici en cours de montage. Dans sa position normale, la plate-forme supérieure qui porte une voie de roulement se trouve au niveau des rails. La partie arrondie repose alors sur d'autres rails sur lesquels elle peut rouler.

avaient fait établir un appareil consistant en une grande plate-forme d'acier, sur laquelle le wagon était fixé et que l'on pouvait incliner alternativement vers les deux bouts et les deux côtés du wagon. Ce dispositif représentait déjà un grand progrès sur les pelles mécaniques en usage jusqu'alors.

Voici cependant un basculeur, en service à Port-Arthur (Ontario), qui répond, avec une manœuvre plus simple, aux conditions exigées : ne pas endommager le wagon, s'appliquer à tous les types de wagons, permettre l'enlèvement de la porte latérale sans la détruire, vider tout le grain sans perte, ni travail manuel.

Dans ce dispositif, le grain est vidé par les portes latérales du wagon, grâce à des parois-guides

mécaniques, bien que le balancement se fasse uniquement dans le sens longitudinal.

Le basculeur proprement dit est constitué

par une plate-forme sur laquelle reposent la voie et le wagon à basculer. Cette plate-forme présente, à sa partie inférieure, la forme d'un berceau qui est situé, en dessous, dans une fosse spécialement creusée pour le recevoir, ainsi que la machinerie.

Les deux poutrelles principales ont 20 m 67 de long, y compris le berceau courbe de 4 m 50 de rayon. Fixé dans sa position horizontale, l'appareil peut subir le passage d'une locomotive de 190 tonnes. Le berceau en acier roule sur des rails horizontaux encastrés dans un massif de béton. Des creux correspondant à des saillies sphériques de la voie de roulement

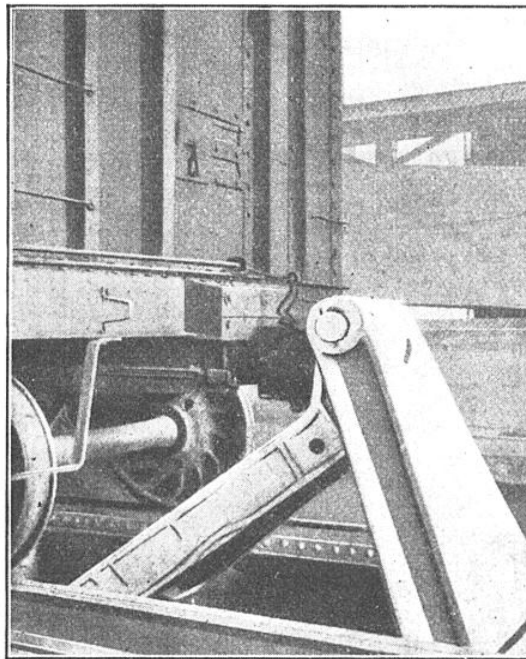


FIG. 4. — LE DISPOSITIF DE FIXATION DU WAGON SUR LA PLATE-FORME CONSISTE EN DEUX BUTÉES QUE L'ON VERROUILLE LORSQUE LE WAGON EST EN PLACE

empêchent le glissement. Ce système présente, sur le dispositif à tourillon, l'avantage d'assurer, au cours de la rotation, un équilibre constamment stable. Le point d'appui se déplaçant dans le sens inverse du mouvement. Des wagons de 11 m 50 à 15 m 50 de long peuvent être déchargés mécaniquement par cet appareil.

Lorsque le wagon est engagé sur la plate-forme, il est amené automatiquement au centre du dispositif, au moyen de butées à

neau cède et 10 % de grain s'échappe. On incline alors le berceau et on introduit mécaniquement dans le wagon, par la porte entr'ouverte, une paroi-guide, large tôle perpendiculaire au plancher du wagon et faisant 45° avec l'axe longitudinal de celui-ci. On incline davantage et le grain s'écoule sur cette tôle : 40 % du grain est ainsi déchargé. On recommence dans l'autre sens et l'opération est terminée. Il est très rare qu'une troisième opération soit nécessaire.

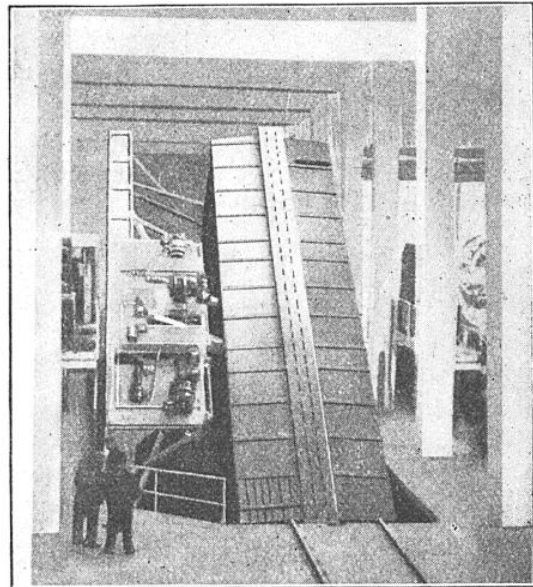
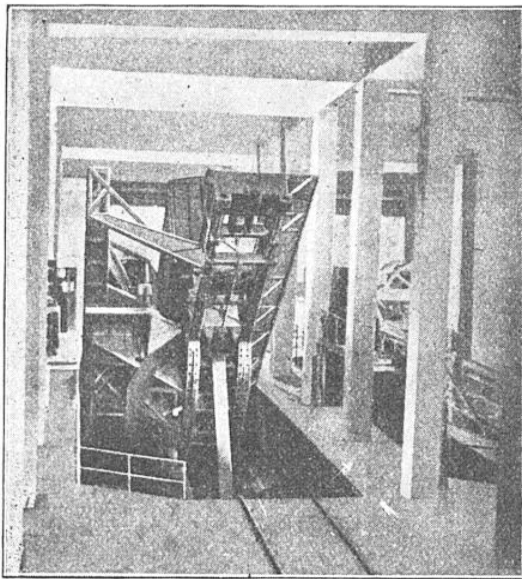


FIG. 5 ET 6. — LE WAGON EST INCLINÉ ET SE DÉCHARGE AUTOMATIQUEMENT

A gauche : *Vue par-dessous de l'appareil. On remarque le béliet qui fait pivoter le châssis. A droite : Vue par-dessus montrant la plate-forme où se trouvent les moteurs qui font fonctionner les parois-guides. Celles-ci, en pénétrant dans le wagon à 45° sur son axe longitudinal, obligent le grain à s'écouler dans la fosse prévue à cet effet.*

rabattements et à pinces qui, en même temps, l'immobilisent. Le mouvement de bascule est assuré au moyen de béliets à crémaillère, actionnés par un moteur électrique de 75 ch. Un moteur de 11 ch actionne les verrous immobilisant le basculeur dans sa position horizontale, pour que le wagon puisse s'engager sur la plate-forme sans la faire pivoter. Un autre moteur de 22 ch actionne les butées de fixation du wagon. Enfin, un dernier moteur de 22 ch manœuvre le mécanisme d'ouverture des portes.

Ce mécanisme comprend deux bras poussoirs articulés, qui exercent, sur les panneaux obturateurs, une pression uniformément répartie, de 5 tonnes chacun. Le pan-

Quatre minutes suffisent pour le déchargement d'un wagon, sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir de la main-d'œuvre pour autre chose que mettre en marche le mécanisme. Comme il faut environ trois minutes pour remplacer le wagon vide par un plein, on voit que l'on arrive à décharger en moyenne huit wagons de 90 tonnes par heure.

Ainsi, quel que soit le problème posé, la mécanique appliquée apporte, aujourd'hui, une solution élégante pour le plus grand rendement des exploitations et, dans le domaine de la manutention, notamment, la machine remplace de plus en plus la main-d'œuvre.

JEAN MARCHAND.

IL EST DÉSORMAIS TRÈS FACILE DE MESURER UN MICRON

Par BAUDRY DE SAUNIER

LE *micron* est, tous nos lecteurs le savent, le *millième de millimètre*. C'est une unité de mesure si petite que l'œil humain à nu ne peut apercevoir d'objet qui n'ait au moins 200 microns de diamètre.

Or, en cherchant le moyen de mesurer avec une extrême précision la section des gicleurs qu'elle monte sur ses carburateurs, la maison Solex vient de découvrir un procédé d'application générale qui permet, sans erreur et sans difficulté, d'évaluer au micron près les dimensions des objets. Je vais rapidement l'exposer.

D'abord, quelle nécessité y a-t-il à évaluer, avec une extrême précision, la section d'un gicleur de carburateur ?

D'une façon générale, les gicleurs de carburateurs pour automobiles ont un orifice dont le diamètre mesure, pour le ralenti, de 40 à 80 centièmes de millimètre ; pour la marche normale, de 1 à 2 millimètres. De l'extrême précision de ces perçages dépendent, au premier chef, la consommation du moteur et, par conséquent, sa bonne marche.

Par exemple, prenons deux gicleurs de ralenti, dont l'un mesure 40 centièmes et l'autre, 45. La section du premier est donc de 0,125 millimètre carré ; celle du second, de 0,159, soit une différence de près de 22 % pour 5 centièmes de millimètre ! Autrement dit, la section augmente de près de 5 % par centième d'écart de perçage !

Le fabricant de carburateurs a donc, s'il veut livrer à sa clientèle des appareils de débits identiques, la nécessité impérieuse de vérifier et de calibrer avec la plus grande minutie possible ses gicleurs. Et cette minutie doit dépasser le centième de millimètre, on le voit.

Comment peut-il y parvenir ?

En passant dans le trou du gicleur des aiguilles très exactement calibrées ? Non, car le calibrage de ces aiguilles n'est jamais suffisamment précis, et, d'autre part, les passages successifs de ces aiguilles agrandissent toujours, d'une façon appréciable, la section du gicleur.

En mesurant une quantité de liquide que

débiterait le gicleur dans un temps donné ? Non, car le procédé serait extrêmement lent dans son application, très incommode aussi, et la viscosité du liquide, la capillarité, l'influence de la température, etc., seraient causes d'erreurs à peu près inévitables.

Solex a imaginé de faire passer à travers le gicleur dont il cherche à évaluer la section, de l'air comprimé ; et en même temps, pour la commodité et la précision de la lecture du résultat obtenu, d'étendre sur une échelle de plusieurs centimètres le centième à mesurer. On sait que le meilleur palmer oblige l'opérateur à choisir, à la loupe, entre deux traits voisins, cette même estimation.

La figure 1 montre schématiquement le procédé. De l'air, comprimé à une valeur qui demeure rigoureusement constante, traverse successivement deux gicleurs séparés l'un de l'autre par une petite chambre. Le premier est dit gicleur d'entrée ; le second est le gicleur à mesurer.

Si, à l'aide d'un manomètre à eau, on mesure la pression qui existe entre ces deux gicleurs successifs, on voit que, pour une variation d'un centième de millimètre dans le calibrage du gicleur de sortie, la colonne d'eau de ce manomètre monte ou descend instantanément de plusieurs centimètres, pour se stabiliser au niveau trouvé.

On se trouve ainsi en possession d'un procédé de mesure qui étend le centième sur plusieurs centimètres de la colonne d'eau d'un manomètre et permet ainsi d'évaluer toutes les fractions de ce centième de millimètre, c'est-à-dire pratiquement le millième ou micron, et même au delà.

Pour estimer la section d'une série de gicleurs venant du perçage, on commence par graduer le manomètre en montant à la sortie de l'appareil, à son débouché, une échelle de gicleurs étalons. Il n'y a plus, dès lors, qu'à leur substituer le gicleur à mesurer, en l'appliquant par exemple sur le débouché à l'aide d'un joint plastique étanche. Et on lit la cote qu'indique le manomètre.

— Les applications de ce procédé dépassent beaucoup l'industrie pour laquelle il a

été imaginé. Elles sont à peu près universelles.

En effet (fig. 2), au lieu de mesurer un orifice tout entier, comme il vient d'être expliqué, on peut ne mesurer que le passage laissé à l'air comprimé autour d'un tampon calibré que l'on fait pénétrer dans cet orifice.

L'opération inverse donne des résultats tout aussi exacts. Au lieu de mesurer l'écart

avec précision les dimensions de cette pièce.

Enfin si, au lieu de se faire vis-à-vis, les deux débouchés sont dos à dos (fig. 4), s'ils sont disposés en T, on peut, au lieu de mesurer l'épaisseur d'une pièce, évaluer l'intervalle qui sépare deux parois, par conséquent l'alésage d'un tube cylindrique, etc.

Je me suis amusé à placer entre les mâchoires de l'appareil une carte de visite gravée : la différence d'épaisseur entre la

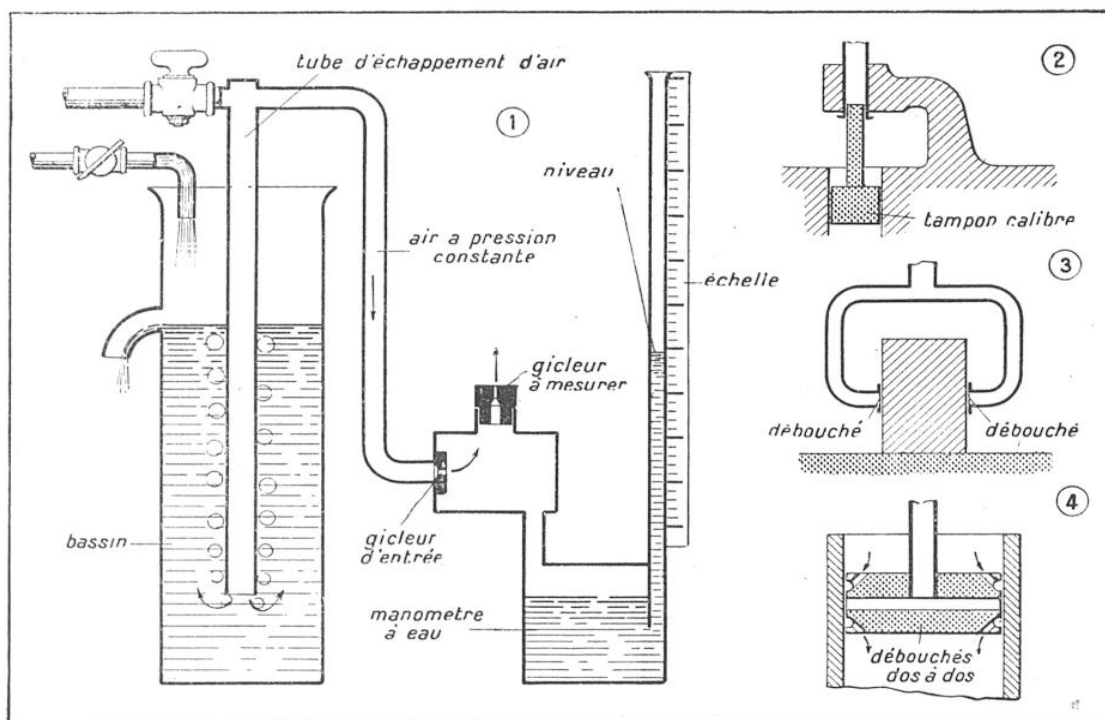


SCHÉMA DE LA MÉTHODE « SOLEX » POUR LA MESURE D'UN GICLEUR DE CARBURATEUR A UN MICRON PRÈS. A DROITE, EXEMPLES D'APPLICATIONS DE LA MÊME MÉTHODE A LA MESURE PRÉCISE DES DIMENSIONS DE DIFFÉRENTES PIÈCES

des dimensions des orifices dans lesquels on fait pénétrer un tampon calibré, on peut tout aussi bien mesurer l'écart des dimensions des tampons que l'on introduit dans un trou calibré.

Ainsi, au lieu de mesurer des orifices, on arrive à mesurer des pièces engagées dans un orifice donné. Le procédé consiste, en somme, à mesurer l'écart entre la paroi du tube de débouché et la paroi de la pièce à mesurer.

Il en résulte (fig. 3) que, si on fait déboucher l'air devant deux points opposés de la paroi d'une pièce, par les extrémités d'une sorte de fourche, il suffit de régler ces « débouchés-mâchoires » assez près des faces de la pièce (sans les faire toucher), pour mesurer

partie vierge du bristol et la partie encrée est de 2 microns.

Plus surprenant encore ! Si l'on se place debout devant un moteur d'automobile et qu'on le serre vigoureusement entre ses deux poings, comme si on cherchait à l'écraser, on voit par le manomètre que les cylindres fléchissent de 1 à 2 microns ! Si on remplace l'effort des bras par celui d'un serre-joint, même en bois, on aperçoit la colonne d'eau indiquer une variation de 7 à 8 millièmes de millimètre ! Et l'on reste alors assez perplexe devant la complexité des phénomènes qui peuvent réellement se passer dans un moteur en fonctionnement !

BAUDRY DE SAUNIER.

DU CHOIX ET DE L'ENTRETIEN DE L'ACCUMULATEUR EN T. S. F.

Par Lucien CHRÉTIEN

INGÉNIEUR DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE D'ÉLECTRICITÉ

Le développement des industries de la T. S. F. a posé aux constructeurs d'accumulateurs un délicat problème : réaliser des batteries qui puissent être mises entre les mains de n'importe qui, c'est-à-dire robustes et de longue durée. Aujourd'hui, grâce aux progrès de la technique et moyennant certaines précautions extrêmement faciles à observer par l'utilisateur, les accumulateurs, aussi bien pour le chauffage du filament que pour la tension-plaque, sont susceptibles d'assurer des auditions d'une grande pureté, sans nécessiter de remplacement pendant plusieurs années.

L'essor de la téléphonie sans fil a commencé avec la découverte de la lampe à trois électrodes.

Actuellement, on peut dire que tout appareil de T. S. F. comporte des lampes à plusieurs électrodes. Les auditeurs qui utilisent un récepteur à galène sont, si l'on veut, des amateurs en cours d'évolution. Ce sont des auditeurs d'appareils à lampes en « puissance ».

Mais, quel que soit son rôle dans l'appareil récepteur, la lampe est toujours constituée par une surface chargée d'émettre des électrons : la cathode, une autre surface chargée de recevoir ces électrons : l'anode, et d'autres électrodes internes : grilles ou écrans, chargés de régler le débit des électrons.

Pour que la circulation des électrons depuis la cathode jusqu'à l'anode puisse avoir lieu, deux conditions sont nécessaires :

1° La surface émettrice, constituée le plus souvent par un filament, doit être portée à une température suffisante ;

2° L'anode doit être portée à une tension positive suffisante par rapport à la cathode.

Pour alimenter une lampe à plusieurs électrodes, il faut donc une source destinée à élever la température de la cathode, ou source de chauffage, et une source de courant destinée à fournir la tension nécessaire à l'anode, ou source de tension plaque.

Pour être complet, il faudrait évidemment tenir compte des sources chargées de fournir les tensions de polarisations aux grilles ou écrans ; mais le courant débité étant, dans ce cas, très peu important, on emploie en général des piles.

La source de chauffage

Le rôle de la source de chauffage est, comme nous l'avons dit plus haut, de porter

la cathode à une température suffisante pour que puisse commencer l'émission des électrons. C'est avec intention que nous écrivons « cathode » : dans certaines lampes modernes, spécialement étudiées pour l'emploi avec du courant alternatif, le « filament » et la « cathode » sont deux éléments distincts, électriquement isolés.

Mais il ne sera question ici que de lampes dans lesquelles le filament remplira le rôle de cathode, et nous emploierons indistinctement les deux termes.

Pour que le fonctionnement de la lampe soit bon, il est essentiel que la température du filament soit constante. Cette condition sera évidemment remplie si le courant de chauffage est lui-même constant. Cela suppose donc une tension d'alimentation invariable. C'est un des gros avantages des accumulateurs de pouvoir fournir une tension constante pendant la plus grande partie de leur décharge.

Avec les anciennes lampes à filament de tungstène pur, dont la consommation atteignait, par lampe, 0,7 ampère, il ne pouvait être question d'employer des piles dont le débit est beaucoup trop faible. Les lampes actuelles consomment, certes, beaucoup moins ; mais il faut néanmoins remarquer que la tendance est d'utiliser des lampes à forte pente, et, malgré l'emploi d'oxydes spéciaux, cela suppose une consommation assez importante.

On peut donc dire qu'aujourd'hui deux solutions sont en présence pour le « chauffage » des lampes normales : accumulateurs ou courant redressé et filtré.

Néanmoins, ce dernier procédé offrira toujours l'inconvénient d'une liaison directe entre le réseau d'électricité et l'appareil

récepteur ; inconvénient particulièrement grave dans les villes ou agglomérations industrielles.

Ainsi donc, quand on désire réaliser une réception la plus pure possible, la moins brouillée par les parasites industriels, c'est encore aux accumulateurs qu'il faut s'adresser.

Il est, certes, possible de réaliser d'excellentes alimentations sur le secteur électrique ; mais il faut reconnaître que ces dispositifs sont tout nouveaux et que l'accumulateur a pour lui un long passé.

Accumulateurs de chauffage

On adopte généralement un accumulateur de 30 ou 40 ampères-heure. On peut remarquer que cette capacité est très largement calculée. Un accumulateur de 40 ampères-heure peut normalement fournir un courant de 4 ampères. Or, les appareils les plus sensibles ne demandent généralement pas une intensité supérieure à 0,5 ampère. Mais, précisément à cause de cela, il convient de veiller à la bonne santé des éléments et à ne pas les laisser « sulfater », par une décharge beaucoup trop poussée.

Bien qu'en principe les accumulateurs de chauffage soient constitués d'identique façon, on peut cependant distinguer des différences dans la présentation extérieure ou dans le montage des plaques.

En tenant compte de l'aspect, on distinguera les accumulateurs en bacs transparents : celluloïd ou verre ; ou en bacs opaques : matières moulées, ébonite, etc.

On tend actuellement à délaisser quelque peu le celluloïd, presque universellement employé il y a quelques années. Le gros défaut de cette matière est de se décoller : le bac étant, en effet, constitué par des feuilles épaisses de celluloïd collées ou soudées à l'acétone, ou à l'acétate d'amyle.

Un autre défaut du celluloïd encore plus important peut-être, est d'être, à la longue, décomposé par l'acide et de fournir des produits nitreux qui détruisent les plaques.

Les préférences actuelles semblent aller

aux bacs en verre épais qui n'est nullement plus fragile que le celluloïd, et qui présente l'avantage d'une plus grande transparence et d'une apparence plus propre.

Les bacs en verre sont généralement moulés avec des nervures internes qui servent de séparateurs et maintiennent rigidement les plaques et, dans une certaine mesure, empêchent leur déformation.

Nos préférences vont aux bacs transparents qui permettent d'exercer une utile surveillance sur les accumulateurs : on voit quand il faut ajouter un peu d'eau distillée ; on voit l'aspect des plaques, et on peut agir dès les premières traces de sulfatation.

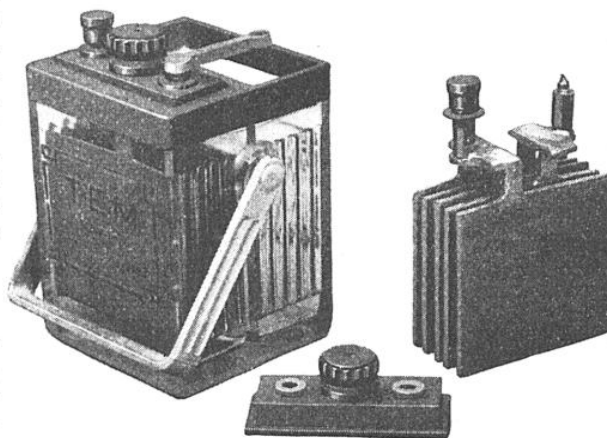
Les bacs en matière opaque ont pour eux le seul avantage d'une solidité plus grande.

En se plaçant à un autre point de vue, on peut distinguer des accumulateurs à plaques épaisses ou à plaques minces. Le type extrême des premiers est représenté par « l'accu-pile » qui ne comporte qu'une seule plaque positive et une seule plaque négative. On peut, naturellement, réaliser toutes les transitions entre les deux extrêmes.

La capacité d'un accumulateur est déterminée par le poids de la matière active. Il pourrait donc, à première vue, sembler indifférent d'utiliser des plaques minces ou des plaques épaisses. Mais l'intensité du courant que peut supporter une plaque sans danger, aussi bien à la charge qu'à la décharge, est déterminée par la surface des plaques. Il est évident que dans les accumulateurs à plaques minces, la surface est, à poids égal, beaucoup plus grande.

Un accumulateur à plaques minces pourra donc se charger et se décharger plus rapidement. Si l'on veut soumettre un accu-pile à un régime trop fort, on constatera, à la décharge, que la tension baisse et, à la charge, que le courant fourni n'est pas absorbé entièrement.

Par contre, les accumulateurs à plaques épaisses ont l'avantage de réduire les chances de sulfatation, le phénomène se produisant d'autant plus rapidement que la surface est plus grande.



BATTERIE PORTATIVE « TEM », DE 4 VOLTS, 30 AMPÈRES-HEURE, EN BAC VERRE RENFORCÉ

Un « accu-pile » pourra rester plusieurs mois sans être chargé.

Pour choisir entre les deux systèmes, on pourra s'inspirer des considérations suivantes : un service régulier et rapide de charges et de décharges sera rempli avec avantage par un accumulateur à plaques minces. Un « accu-pile » présenterait, au cours d'une décharge assez intense, des variations de tension. Exemple : mise en service, 4,2 volts ; au bout d'une heure, 3,9 volts ; au bout d'une heure et demie, 3,7 volts. Après une heure de repos, la tension serait remontée d'elle-même à 4,2 volts.

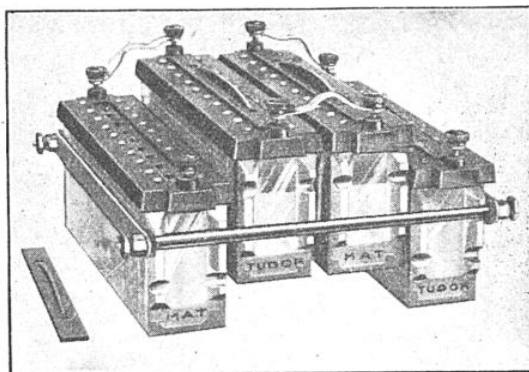
Un accumulateur à plaques épaisses aura généralement une durée de vie beaucoup plus longue.

La source de tension anodique

Si la forme du courant de chauffage importe assez peu, il n'en est nullement ainsi de la source du courant anodique.

On peut, sans trop de modifications, alimenter les filaments en courant alternatif ; mais il faut du courant rigoureusement continu pour les circuits anodiques.

L'accumulateur, source de courant parfaitement régulière et stable, sera donc la source idéale, si nous n'envisageons que les résultats. En effet, si l'on étudie les conditions que doit remplir une source de tension anodique pour permettre le meilleur fonctionnement possible d'un récepteur, on arrive aux conclusions suivantes : résistance intérieure aussi faible que possible et constance de tension fournie.



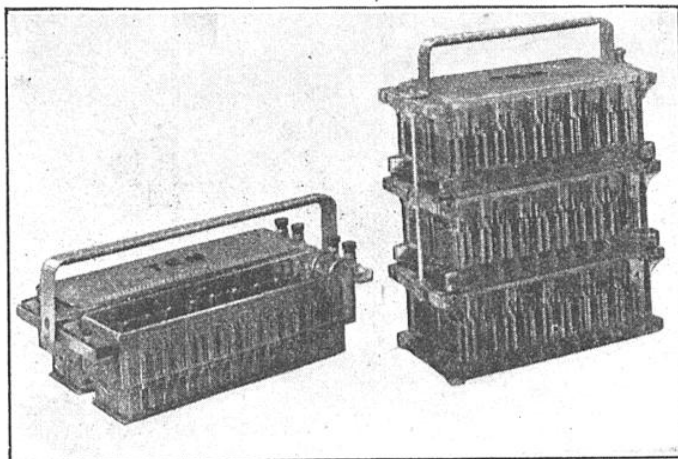
BATTERIE DE TENSION PLAQUE « ISOLAIR »
(TUDOR) 80 VOLTS, 2,5 AMPÈRES-HEURE

Les piles électriques ont pu supporter la comparaison avec les accumulateurs, tant qu'il s'agissait de fournir des courants peu intenses. Pour donner un courant inférieur à 15 milliampères, on peut encore envisager l'emploi d'une pile, mais une seule lampe de puissance, comme celles qu'on emploie actuellement, demande déjà un courant de l'ordre de 15 milliampères... Il n'est pas rare d'arriver à une consommation totale de 30 à 35 milliampères pour un récepteur à six ou sept lampes. Un accumulateur fournit facilement et économiquement ce courant, mais une pile, même de « forte capacité », ne peut donner le même résultat. On arrive, d'ailleurs, à des prix presque semblables pour une batterie d'accumulateurs et pour une batterie de pile. La première a pour elle l'avantage d'une grande durée, à condition d'être soignée et entretenue comme il convient. Les piles ont leur emploi tout indiqué dans les récepteurs portatifs et chez les amateurs qui font passer le souci de la tranquillité avant celui de l'économie.

Le problème important : l'isolement

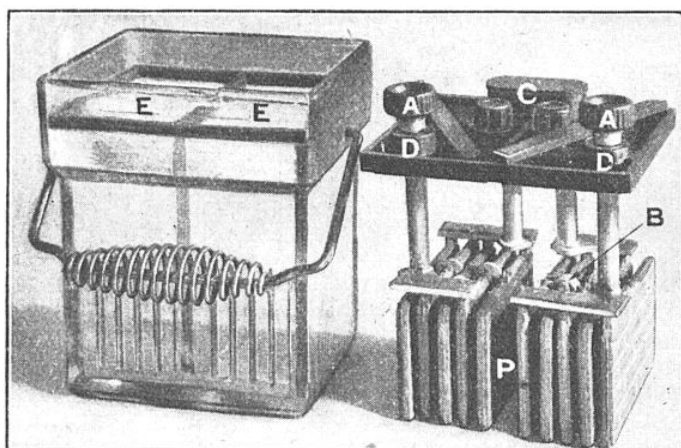
L'intensité du courant fourni par une batterie anodique dépasse rarement 35 milliampères. Il pourrait sembler qu'une capacité de 0,3 ampère-heure soit suffisante. Mais il faut tenir compte des pertes inévitables par défaut d'isolement.

Les accumulateurs renferment de l'acide sulfurique dilué ; des gouttes de liquide sont toujours entraînées par le bouillonnement



BATTERIES PORTATIVES « TEM » POUR TENSION PLAQUE,
EN BACS VERRE

A gauche, batterie de 80 volts, 2 ampères-heure ; à droite, batterie de 120 volts, 6 ampères-heure.



ACCUMULATEUR « ETERN » DE 4 VOLTS, AVEC BAC EN VERRE NERVURÉ, A GRANDE RÉSERVE D'ÉLECTROLYTE AU-DESSUS DES PLAQUES POUR ÉVITER LA SULFATATION

A, bornes inattaquables par l'acide ; B, bague séparatrice en caoutchouc ; C, boîte de connexion ; D, blindage des joints de bornes ; E, encoches de verrouillage du couvercle ; P, faisceaux de plaques épaisses.

d'électrolyse et vont détruire l'isolement. D'autre part, la tension des batteries anodiques est toujours relativement grande : 80, 120 ou même 160 volts. Les fuites par défaut d'isolement croissent proportionnellement à la tension. La grosse difficulté est donc d'assurer un isolement suffisant pour éviter les pertes.

Dans des batteries de modèle courant, les éléments sont constitués par des petits tubes de verre plongés dans un bain d'huile isolante. Cette solution est excellente quand l'accumulateur reste à poste fixe et est chargé sur place. La présence de l'huile rend, en effet, le transport difficile.

De plus, on évite de rapprocher des bornes présentant entre elles des différences de potentiel élevées, ou, encore, on augmente la longueur des lignes de fuite par une forme appropriée du support. Il faut remarquer que les fuites de courant ont toujours lieu en surface.

Le défaut d'isolement provient généralement d'une imprégnation des supports et des barres reliant les éléments par les gouttelettes d'acide entraînées pendant la charge. On peut noyer com-

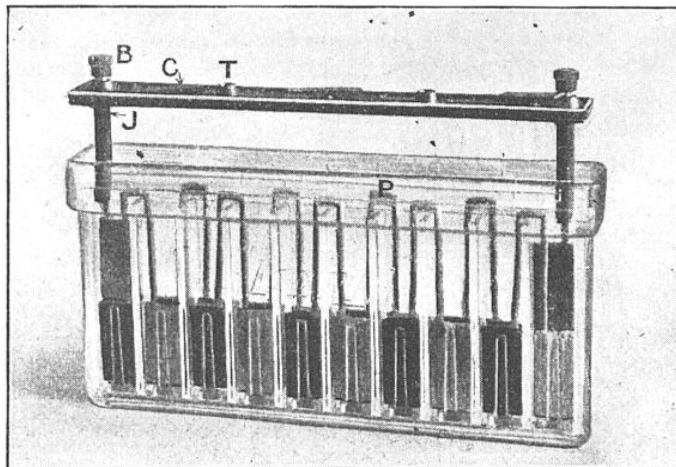
plètement ces barrettes dans une matière isolante. Dans ce cas, les bacs sont directement moulés dans un bloc de verre. La batterie devient alors facilement transportable. Par contre, l'examen des plaques et du niveau du liquide est beaucoup plus difficile. Nous préférons l'emploi d'éléments avec plaques accessibles. On peut facilement peser la densité de l'électrolyte, examiner les plaques et les changer s'il y a lieu.

Le choix d'une batterie

Toutes les solutions adoptées par les différents constructeurs sont bonnes, mais aucune n'est parfaite. Il faudra toujours veiller à l'isolement ; recouvrir le liquide de chaque élément d'une couche légère d'huile de vaseline pour réduire l'évaporation et éviter la projection.

Il est toujours préférable de charger soi-même sa batterie, avec un appareil approprié et d'ailleurs peu coûteux. Le facteur « facilité de transport » n'est donc pas si important qu'il peut d'abord sembler.

Les batteries à plaques démontables, constituées par de simples cavaliers, per-



ÉLÉMENT DE BATTERIE DE TENSION-PLAQUE « ETERN » DE 20 VOLTS, A GRANDE RÉSERVE D'ÉLECTROLYTE AU-DESSUS DES PLAQUES

B, borne inattaquable aux acides ; C, taquet de verrouillage du couvercle amovible ; P, plaque jumelée + et - sans soudure, disposée de manière à éviter les décharges partielles ; J, tube d'ébonite enrobant le collecteur et supprimant les décharges totales ; T, trou d'évacuation des gaz.

mettent une visite rapide et un remplissage commode. En cas de besoin, il est possible de remplacer un groupe de plaques.

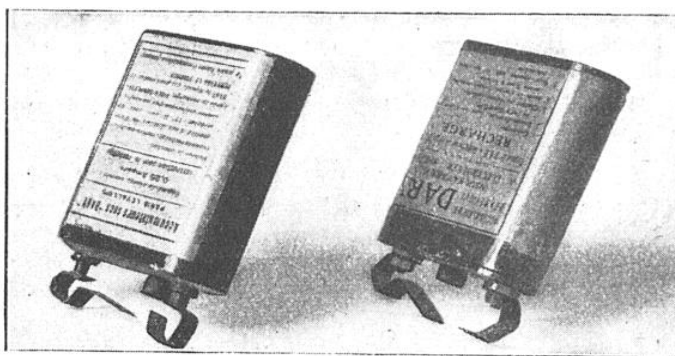
Enfin, après une durée fort longue, il est possible de remplacer complètement les plaques et d'avoir ainsi, à peu de frais, une batterie neuve. On peut également, de temps en temps, démonter la batterie pour en vérifier l'isolement.

Les batteries à plaques encastées ne sont pas démontables, mais sont d'un transport plus commode. Si la batterie ne peut pas être chargée sur place, c'est cette solution qu'il convient d'adopter.

On aura toujours avantage à prendre une batterie de forte capacité : au moins 1,5 ampère-heure. Une batterie plus petite se décharge trop rapidement.

Généralement, un appareil de T. S. F. comporte une alimentation sous 80 volts pour les circuits d'amplification à haute fréquence et la détection, et une alimentation sous 160 volts (ou 120) pour les étages de puissance.

Dans ce cas, le circuit 80 volts peut fournir une intensité de 30 milliampères et l'autre circuit une intensité de 15 milliampères seulement. Il serait illogique de prévoir deux



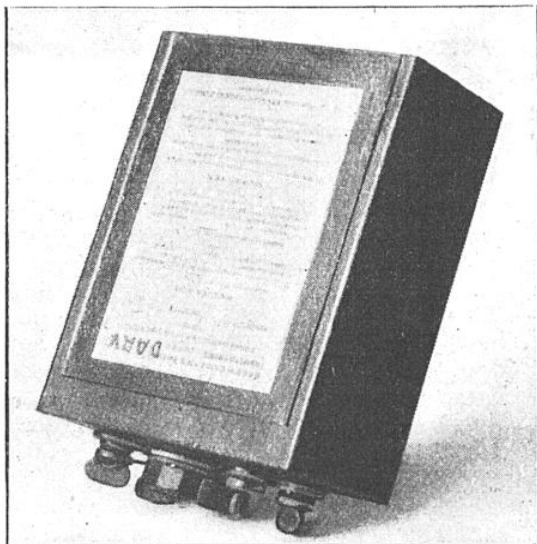
A GAUCHE, ACCUMULATEUR SEC INSULFATABLE « DARY »
A DROITE, ACCUMULATEUR HERMÉTIQUE INSULFATABLE « DARY ». CES ACCUMULATEURS POUR LAMPES DE POCHÉ, T. S. F., SONNERIES, ETC., TIENNENT LA CHARGE INDÉFINIMENT A CIRCUIT OUVERT

batteries de même capacité. On pourra choisir, par exemple, une batterie de 3 ampères-heure pour le circuit 80 volts et une batterie de 1,5 ampères-heure pour l'autre batterie.

Les chargeurs d'accumulateurs

Les chargeurs d'accumulateurs sont nombreux et utilisent des principes fort divers : lames vibrantes, redresseurs électrolytiques, à gaz ionisés, à vapeur de mercure, à oxy-métal, etc. Nous n'avons nullement l'intention d'en faire ici l'étude. Tous les systèmes sont en principe équivalents ; la qualité ne peut venir que du soin apporté à la réalisation. Toutefois, signalons qu'un accumulateur s'accommode fort bien d'un régime de charge très lent. Les charges à forte intensité occasionnent souvent des gonflements de la matière active, et réduisent la durée de l'accumulateur. Il y a donc avantage à charger plus longuement et à intensité réduite.

On doit apporter un soin particulier au choix d'un redresseur destiné à charger une batterie de tension anodique. En effet, beaucoup de ces appareils ne peuvent fournir qu'une tension d'une cinquantaine de volts. On est donc amené pour la charge à découper la batterie en groupes de 40 volts que l'on dispose en parallèle. Une telle méthode offre un inconvénient sérieux. Si un élément quelconque a commencé à se sulfater, sa résistance intérieure augmente. Le courant de charge dans la section correspondante sera, en conséquence, plus réduit. Il aurait fallu l'inverse pour la guérison. On constatera donc que le groupe sulfaté se chargera moins ; et, lors de l'utilisation, sa sulfatation augmentera. Faute de surveillance, le groupe entier deviendra rapidement inutilisable.



ACCUMULATEUR SEC INSULFATABLE « DARY », POUVANT FONCTIONNER DANS TOUTES LES POSITIONS, POUR RÉCEPTEURS TRANSPORTABLES ET TOUTES AUTRES APPLICATIONS

Les appareils chargeant la totalité de la batterie disposée en tension, n'offrent pas cet inconvénient. Les éléments sont tous forcément traversés par une même intensité de courant.

Batteries spéciales

Les accumulateurs utilisant un autre couple que celui de l'accumulateur Planté ont, en T. S. F., un intérêt particulier, à cause de leur absence de sulfatation. Nous devons signaler particulièrement l'accumulateur fer-nickel. La décharge de telles batteries peut être poussée jusqu'à l'extrême limite. On peut même sans inconvénient les mettre en court-circuit. Enfin, les éléments étant entièrement métalliques, la rupture des blocs n'est pas à craindre. Ces batteries auraient certainement un emploi beaucoup plus répandu, si elles ne présentaient un inconvénient fort sérieux : leur prix élevé.

Entretien d'une batterie de T. S. F.

L'entretien des batteries de T. S. F. ne diffère pas, en principe, de celui des batteries d'automobile ou d'éclairage. Cependant, les inconvénients d'une batterie en mauvais état ont immédiatement des répercussions plus sensibles.

Ainsi, par exemple, un mauvais contact dû à une borne salie par les sels grimpants, se traduit par des crachements dans le haut-parleur. Une batterie de tension anodique dont la résistance est trop élevée peut produire des oscillations parasites de l'am-

plicateur qui rendent toute réception impossible.

Une batterie d'accumulateurs sera d'un emploi d'autant plus économique qu'elle sera mieux entretenue.

On aura donc soin d'enduire copieusement les bornes de vaseline pour éviter leur attaque par l'acide de l'électrolyte. On surveillera régulièrement la tension de la batterie avec

un bon voltmètre. Nous recommandons particulièrement l'emploi d'un voltmètre à cadre mobile.

Dès qu'on remarquera une baisse de niveau dans le liquide, on complètera avec de l'eau distillée, ou plus simplement avec de l'eau de pluie très propre.

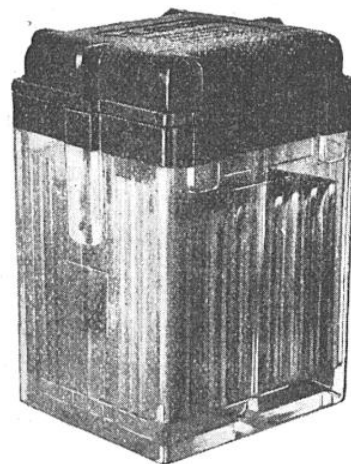
A ce propos, nous recommanderons de ne pas utiliser l'eau de pluie venant des toits, mais celle recueillie directement dans des récipients non métalliques, tels que verre, porcelaine, grès, ébonite, etc.

Il ne faudra jamais pousser la décharge au-dessous de 1,8 volts par élément, soit 3,6 volts pour une batterie de 4 volts, 72 volts pour une batterie de 80 volts et 144 volts pour une batterie de 160 volts. Il est préférable de charger « trop » plutôt que trop peu.

Il ne faut jamais laisser une batterie plus de deux mois sans la charger, même si on ne l'utilise pas. Encore, devons-nous dire que, pour les batteries de tension anodique, cette durée doit être réduite à cinq semaines.

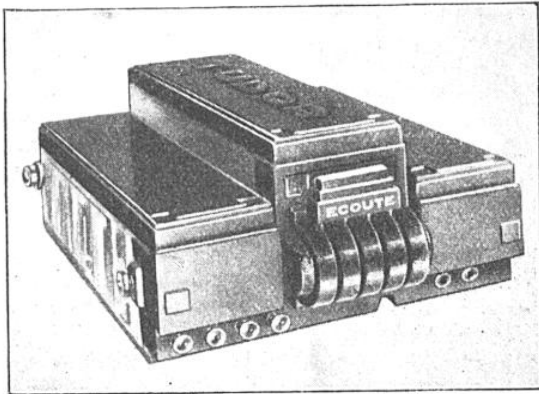
Si l'on s'astreint à ces quelques précautions et soins, les batteries, si elles sont de bonne qualité, pourront faire un service de plusieurs années. A cette condition, elles seront d'un emploi économique et assureront des auditions impeccables.

LUCIEN CHRÉTIEN.



LE « NOUVEAU RADIO 2 » (TUDOR) EST MUNI D'UN CONTRÔLEUR DE CHARGE CONSTITUÉ PAR DES BOULES DE COULEURS DIFFÉRENTES

Lorsque la boule blanche flotte, on approche de la fin de charge. Lorsque la boule rouge tombe, il est nécessaire de recharger sans délai.



BLOC « ISOCHARGE » (TUDOR), COMPRENANT UN ACCUMULATEUR 4 VOLTS, UN ACCUMULATEUR 80 VOLTS, LES REDRESSEURS APPROPRIÉS ET UN TABLEAU DE CHARGE

La manœuvre d'un seul interrupteur permet à volonté la charge et l'écoute, une position intermédiaire ouvrant tous les circuits.

CE QUE L'ON EXIGE D'UN ACCUMULATEUR POUR AUTOMOBILE

Par A. CAPUTO

Parmi les applications les plus importantes des accumulateurs, leur emploi sur les véhicules automobiles est certainement celui qui exige des batteries le maximum d'endurance, de souplesse et de solidité. Soumises aux chocs de la route, à des régimes de charge et de décharge anormaux, elles assurent aujourd'hui, sans défaillances, les services que l'on exige d'elles : éclairage, démarrage, allumage, alimentation des appareils avertisseurs sonores ou lumineux, des pompes à essence à commande électrique, ouverture automatique du toit de certaines voitures, allume-cigares, etc. L'accu constitue donc pour l'automobiliste un organe indispensable de toute voiture moderne. Une autre application de la batterie, que nous avons laissée ici volontairement de côté, est celle de la traction électrique sur les véhicules industriels.

DANS son emploi sur l'automobile, la batterie d'accumulateurs est appelée à jouer le rôle qui exige certainement d'elle le plus de souplesse et d'endurance, tant au point de vue mécanique qu'électrique.

Au point de vue mécanique parce qu'elle est constamment soumise à des trépidations, à des chocs.

Au point de vue électrique, parce qu'on lui impose quotidiennement d'établir de véritables records de débit instantané au moment des « pointes » résultant des démarrages du moteur ; parce qu'on la recharge irrégulièrement et parfois sans mesure.

Par ailleurs, l'établissement des voitures de série obligeant les constructeurs à la plus stricte économie dans le budget des accessoires, on choisit trop souvent une batterie juste suffisante aux besoins de l'installation. Elle travaillera donc sans répit et à pleine charge.

Quelques particularités de fabrication de la batterie pour automobiles

Pour résister aux chocs, le bac de la batterie d'automobile doit être constitué par une matière robuste, ce qui élimine *a priori* le verre ou le celluloïd.

On a essayé de grouper les éléments dans une boîte en bois, mais la pratique a démontré que les bacs risquaient ainsi de s'entrechoquer et de se détériorer rapidement.

On s'adressa donc à l'ébonite, à certaines résines, à des asphaltes, qui se sont aujourd'hui substitués entièrement au verre et au celluloïd.

Tous les éléments sont rassemblés dans des alvéoles. Actuellement, la batterie d'automobile se présente sous la forme d'un bloc

simple et net, sans joints multiples, muni de poignées pour sa manutention. Sous un couvercle amovible se présentent des jonctions robustes aisément accessibles. Chaque élément possède un bouchon percé d'un évent. De la sorte, plus de fuites, de projections de liquide acidulé, et plus de détériorations de boîtes fragiles.

Les plaques sont préparées avec le plus grand soin, car les trépidations du véhicule et le régime électrique défavorable auxquels elles sont soumises risqueraient d'en désagréger la matière active.

La batterie et l'éclairage

C'est l'éclairage qui fut le premier à bénéficier de l'emploi des accumulateurs à bord de l'automobile.

La faveur qui accueillit cet avènement s'explique aisément : désormais, plus de manipulations ennuyeuses et malpropres du carbure de calcium utilisé pour la production de l'acétylène, du pétrole employé dans les lampes à mèche des lanternes. En même temps disparurent les inconstances d'appareils dont l'alimentation était précaire, qui craignaient le vent et ne fournissaient qu'un bien piètre éclairage.

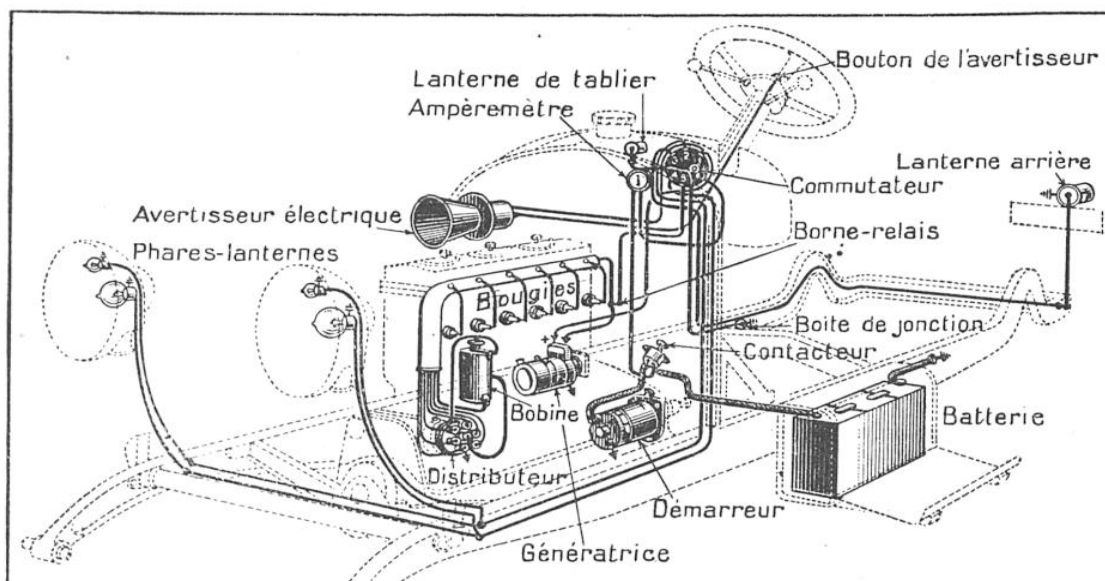
Quoi de plus facile et de plus naturel d'ailleurs, que de recharger la batterie par les moyens du bord ? Une petite dynamo actionnée par le moteur constitue donc aujourd'hui la source du courant nécessaire à la recharge et peut, en outre, alimenter, durant la marche, les phares, projecteurs et lanternes. Toutefois, la pratique a montré que ce problème, si simple théoriquement, exigeait, de la part des constructeurs, un appareillage spécial.

En effet, le moteur de l'automobile est soumis à de continuelles variations de vitesse de rotation. L'induit de la dynamo étant relié à l'arbre-moteur, la tension de la génératrice et l'intensité du courant qu'elle débite sont ainsi constamment variables et, dans certains cas, risquent d'atteindre des valeurs dangereuses pour l'installation.

Nous ne pouvons examiner ici en détail tout ce qui fut tenté pour obvier à ces inconvénients. Qu'il nous suffise de rappeler que des dynamos spéciales ont été étudiées, dans le but d'assurer la recharge normale de la

de 40 ampères-heure, dont le régime de charge normal est de 4 ampères environ, devra supporter parfois 10 et même 15 ampères.

Ne quittons pas ce sujet de l'éclairage de la voiture sans noter qu'à l'alimentation des phares et lanternes vint s'ajouter, par la suite, celle de plafonniers égayant l'intérieur des carrosseries; de réflecteurs disposés devant le conducteur et lui permettant de lire la nuit les indications de ses instruments de contrôle; de baladeuses lui assurant une commodité appréciée, lors d'un changement de roue, la nuit, ou d'une vérification de mécanisme.



LA BATTERIE D'ACCUMULATEURS A BORD D'UNE AUTOMOBILE ASSURE, A LA FOIS, L'ALLUMAGE ET LE DÉMARRAGE DU MOTEUR, L'ÉCLAIRAGE DES PHARES, DE LA LANTERNE DE TABLEAU ET DE LA LANTERNE ARRIÈRE ET LE FONCTIONNEMENT DE L'AVERTISSEUR ÉLECTRIQUE

batterie, et de distribuer aux lampes un courant de tension constante. Certaines de ces batteries sont à régulation directe de la tension et peuvent être séparées de la batterie. Dans les autres, la régulation agit sur l'intensité du courant, et elles ne peuvent fonctionner sans être reliées à la batterie qui forme *tampon*.

Bien que d'un prix plus élevé, le premier système nous paraît préférable, car le courant de charge se trouve automatiquement limité, tandis que pour les secondes il peut se produire une surcharge préjudiciable à la durée des plaques en provoquant l'évaporation de l'eau de l'électrolyte.

Retenons donc simplement que la liaison entre la dynamo et la batterie est délicate au point de vue du rendement de l'installation. Il peut arriver, par exemple, qu'une batterie

C'est encore à l'électricité du bord que l'on doit la sécurité de pouvoir modifier les conditions d'éclairage au moment des croisements et d'éviter ainsi l'éblouissement. Le changement d'orientation du faisceau lumineux eût été très difficile à réaliser avec tout autre système d'éclairage.

Une épreuve terrible pour la batterie : le démarrage du moteur

Puisqu'on avait à sa disposition une source d'électricité, vite considérée comme inépuisable, n'était-il pas tout indiqué de chercher à mettre en route le moteur de la voiture au moyen d'un petit moteur électrique auxiliaire ? Plus de manivelle, plus de gymnastique fatigante.

Le moteur électrique ou *démarrreur* est, soit séparé de la dynamo et attaque, dans ce

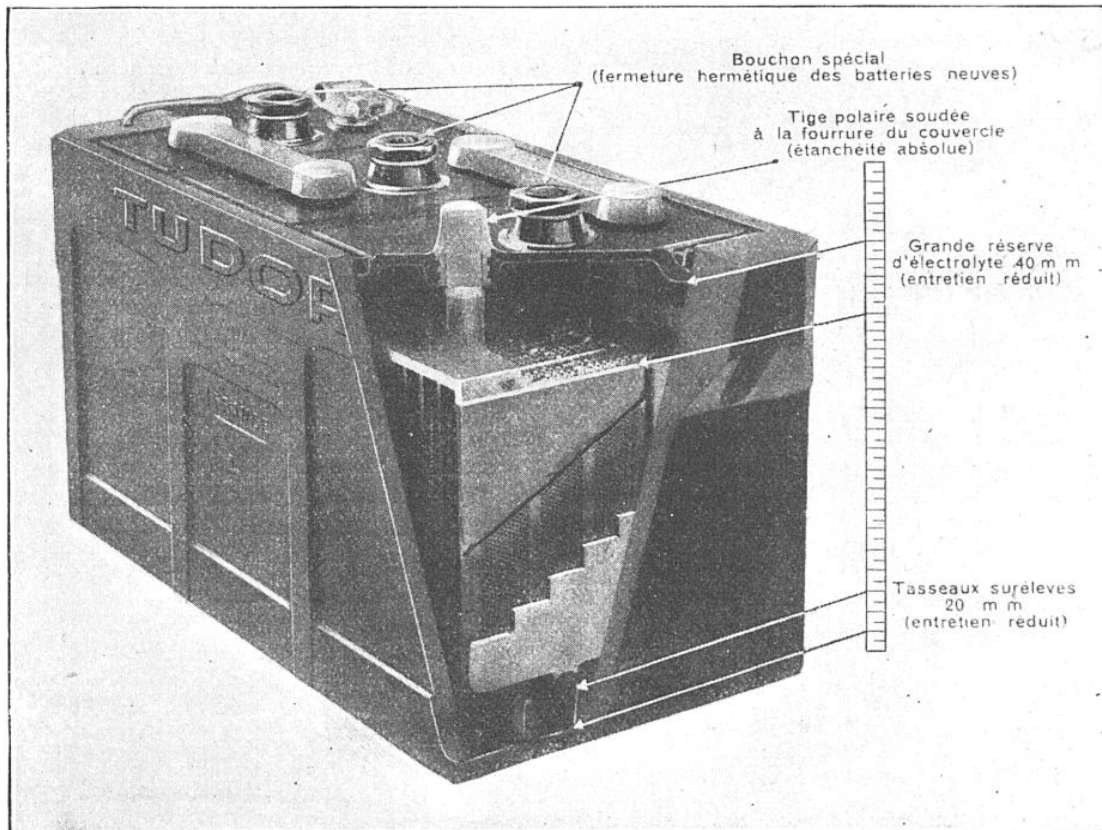
cas, une couronne dentée fixée sur le volant du moteur à explosions, soit combiné avec la génératrice et placé en bout du vilebrequin.

On s'efforce d'atteindre, pour le moteur à explosions, une vitesse d'environ 100 tours-minute.

La besogne est rude pour la batterie. En conditions normales, c'est un millier de

Le départ du moteur sera d'autant plus franc et rapide que la vitesse de rotation sera plus grande et l'impulsion plus énergique. Il importe donc d'avoir une batterie de bonne capacité, bien rechargée.

Sur les voitures de luxe, on tend aujourd'hui à se servir de deux batteries, toutes deux rechargées par la génératrice. Les



COUPE D'UNE BATTERIE « TUDOR » SERVANT AU DÉMARRAGE DES MOTEURS ET A L'ÉCLAIRAGE DES PHARES DES AUTOMOBILES

L'ensemble, formant un bloc compact, est très robuste et pratiquement insensible aux chocs et vibrations de la voiture. La composition et le choix des matières spéciales constituant la matière active des plaques assurent, avec le maximum de capacité et de puissance pour un encombrement réduit, la plus longue durée. La grande réserve de liquide au-dessus des plaques espace les remplissages et réduit l'entretien de la batterie.

watts qui sont nécessaires. Si le temps est froid, les pistons gommés par l'huile figée, 2.000 watts pourront être exigés. La batterie est donc appelée à débiter soudain de 120 à plus de 200 ampères durant plusieurs secondes.

On s'explique la fatigue et l'épuisement qui en résultent, lorsque le conducteur réitère la manœuvre à maintes reprises pour forcer au départ un moteur récalcitrant, dont l'allumage ou la carburation ne sont pas au point.

batteries sont séparées et peuvent être branchées diversement sur les circuits d'éclairage et de démarrage. L'une d'elles peut, par exemple, ne servir qu'au démarrage. Chacune peut alimenter un groupe de projecteurs et lanternes. Au moment du démarrage, on couple les batteries en série. Si elles fournissent chacune 12 volts, le démarrage ayant lieu sous 24 volts; pour une même puissance exigée, le courant débité sera deux fois plus faible. Le démarreur doit

être, bien entendu, étudié à cet effet. On emploie généralement cette disposition avec un démarreur calé en prise directe sur le vilebrequin. Les départs sont excellents dans les plus mauvaises circonstances atmosphériques.

Une autre fonction de la batterie : l'allumage du moteur

Aux premiers temps de l'automobile et après les antiques brûleurs apparut la *bougie* électrique, à laquelle on envoyait du courant à haute tension par l'intermédiaire d'une bobine et d'un trembleur. Le primaire de la bobine était parcouru par le courant de la batterie. Celle-ci était rechargée périodiquement par les moyens usuels, dans une station.

Vint ensuite la magnéto, qui fournit directement le courant à haute tension et groupait en un même appareil : source, transformateur et distributeur. Elle connut longtemps la faveur des constructeurs.

Cependant, la sécurité procurée par les équipements électriques actuels a redonné à l'allumage par batterie une vogue qui semble devoir durer, et des millions de voitures circulent ainsi équipées.

Comme la tension du courant ne dépend plus de la vitesse de rotation de l'induit de la magnéto, l'étincelle est chaude, même aux plus basses allures du moteur. Ainsi, les départs sont rendus plus faciles, de même que le fonctionnement du moteur à l'extrême ra-

lenti à vide (il tourne sans bruit). A faible vitesse et en charge, le moteur est rendu plus souple en « prise directe », condition très recherchée.

Cette attribution de l'allumage ne complique pas, d'ailleurs, le rôle de la batterie, car le débit de courant est négligeable.

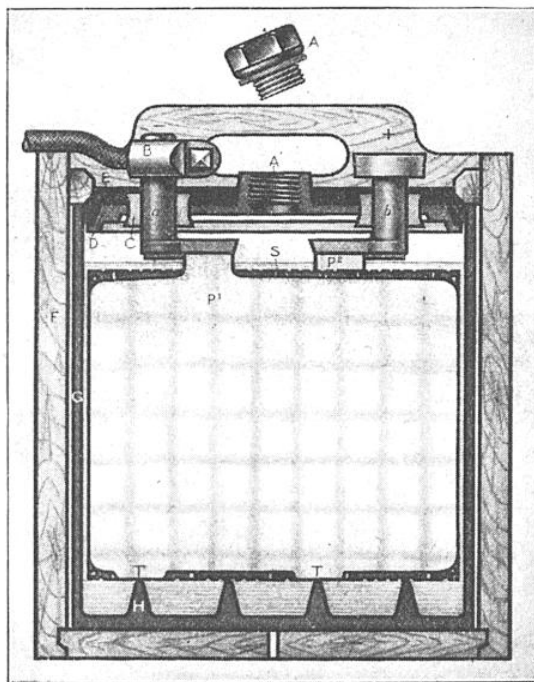
L'alimentation de multiples appareils annexes

La batterie d'accumulateurs est, à bord de l'automobile, un élément de confort.

Nous avons déjà signalé qu'elle pourvoit à l'alimentation de plafonniers, de réflecteurs éclairant le tableau d'instruments de bord, de baladeuses.

Nombreux sont encore les agréments que la batterie permet de se procurer. Sur le volant, bien à portée de la main du conducteur, voici le bouton ou la manette de commande des avertisseurs, celui de ville discret à note grave, celui de route puissant au cri impérieux. Relié à la pédale de frein, un contact déclenche l'indication de « stop » généralement appuyée par l'éclairage d'une lampe rouge. C'est encore l'indicateur de changement de direction lors des virages qui apporte un élément supplémentaire de sécurité.

La fantaisie se donne libre cours. Un allume-cigare vient voisiner avec les instruments de contrôle. Certains motifs d'enjôlement de bouchon de radiateur portent une petite lampe de couleur. La nuit, l'ouverture de la por-



COUPE D'UN ÉLÉMENT D'ACCUMULATEUR « DININ » POUR AUTOMOBILE, LOGÉ DANS UN BAC EN ÉBONITE ET PLACÉ DANS UN COFFRE DE PROTECTION EN BOIS

Lorsque la batterie est installée à l'intérieur du châssis, on prévoit, pour la recevoir, un coffre en tôle. Elle peut être disposée à l'extérieur du châssis sur un simple support, le bac en ébonite ne réclamant pas nécessairement une protection supplémentaire, car il est robuste et entièrement étanche. A, bouchon-évent, qui se visse en A'; B, une prise de courant avec son câble, fixée à la tige polaire a du faisceau des plaques négatives; C, manchon en caoutchouc; D, couvercle en ébonite; E, brai formant joint étanche entre le couvercle et les parois du bac; F, caisse en bois; G, bac en ébonite; H, tasseaux en ébonite sur lesquels reposent les faisceaux de plaques; P¹, une plaque négative; P², une plaque positive; S, un séparateur de plaque en ébonite; T T, talons par lesquels les plaques reposent sur les tasseaux dans le fond du bac.

tière suffit pour allumer une lampe qui éclaire le marchepied et guide le passager.

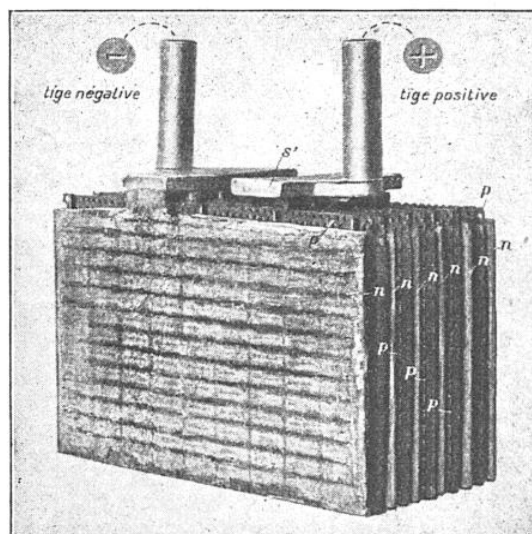
Dans ce domaine, le progrès est rapide. On a déjà étudié des indicateurs de niveau d'essence à transmission électrique et on réalise maintenant des pompes à essence à commande électrique d'une rare ingéniosité. Elles alimentent le carburateur directement, sans l'intermédiaire de nourrice, du réservoir arrière à la cuve du flotteur.

On commence d'apprécier le « toit qui s'ouvre », grâce auquel, par temps chaud, on assure une agréable aération de la voiture fermée et, pour les excursions en montagne, on crée la vision libre en hauteur. Certains dispositifs sont mus par moteur électrique ; une pression sur un contact suffit pour ouvrir le toit, une autre pression le referme.

Tension et capacité des batteries d accumulateurs pour automobile

Les équipements électriques de voitures sont établis le plus généralement pour des tensions de 6 ou 12 volts. Avec 6 volts, il suffit de trois éléments pour constituer la batterie, qui est, de ce fait, sensiblement moins coûteuse. Exceptionnellement, comme nous l'avons noté, le démarrage du moteur s'opère sous 24 volts. Selon l'importance de la voiture, la capacité de la batterie varie de 45 à 120 ampères-heure.

On ne peut donner d'indications précises sur la capacité utile de telle batterie pour telle installation ; néanmoins, on a toujours intérêt à en posséder une de grande capacité, qui se fatiguera moins et se montrera, par



ENSEMBLE DES PLAQUES D'UN ACCUMULATEUR AU PLOMB POUR ÉQUIPEMENT AUTOMOBILE

Le groupe est constitué par six plaques négatives et cinq plaques positives, isolées les unes des autres par des séparateurs en ébonite perforés ; a, tige polaire positive ; b, tige polaire négative ; s', barrette de faisceau perforée, dans laquelle les queues des plaques ont été soudées ; p, plaques positives ; n, plaques négatives.

suite, plus économique et plus vigoureuse.

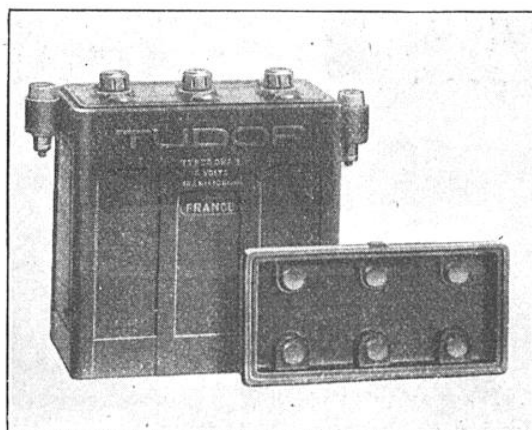
Voici, à titre indicatif, quelques données sur la consommation des lampes de phares :

TENSION NORMALE	PUISSANCE EFFECTIVE	CONSOMMATION
6,8 volts	40 bougies	3,25 ampères
6,8 —	50 —	4,3 —
6,8 —	75 —	6,4 —
13,5 —	50 —	2,15 —
13,5 —	75 —	3,2 —
13,5 —	110 —	4,8 —

L'emplacement de la batterie sur la voiture

Longtemps, le constructeur de châssis n'a pas manifesté envers la batterie les égards qui lui sont dus.

Elle doit être, en effet, directement accessible, car, périodiquement, il est indispensable de rétablir le niveau de l'électrolyte dans les éléments. Les surcharges prolongées, la chaleur dégagée par le moteur, la température ambiante provoquent une évaporation de l'eau. Tous les quinze jours ou tous les mois, une visite est prudente.



BATTERIE DE MOTOCYCLETTE « ACCUBLOC TUDOR », 6 VOLTS, 14 AMPÈRES-HEURE, AYANT LES CARACTÉRISTIQUES DE LA BATTERIE ADOPTÉE PAR LE BUREAU DE NORMALISATION DE L'AUTOMOBILE



BATTERIE « ACCUWATT » NORMALISÉE TYPE « CITROËN », CORRESPONDANT AUX TYPES ADOPTÉS PAR LES PRINCIPALES MARQUES D'AUTOMOBILES

Les batteries sont trop souvent dissimulées, soit sous les planchers, soit dans des coffres de côté trop exigus. Leur emplacement type est dans un coffre fixé au longeron du châssis, vers la jonction de l'aile avant et du marchepied. La batterie peut, d'ailleurs, être fixée simplement sur le support, car elle est solide et étanche. C'est une simple question de ligne qui exige sa dissimulation.

Le progrès se manifeste dans les plus petits détails. Ainsi, le remplissage à l'eau distillée, qui était assez délicat, est devenu un jeu, grâce à une bouteille spéciale qui règle automatiquement le niveau de l'électrolyte et que tout automobiliste devrait posséder.

Signalons enfin qu'il est bon d'avoir recours, de temps en temps, aux nombreuses stations de service installées par les garagistes ou les fabricants d'accumulateurs, pour y faire vérifier sa batterie. C'est une précaution qui peut éviter bien des ennuis.

Les maladies de la batterie d'automobile

Des circonstances, hélas! assez nombreuses, risquent de provoquer une défaillance de la batterie, défaillance qui, hâtons-nous de le dire, peut être évitée, si les précautions nécessaires sont prises.

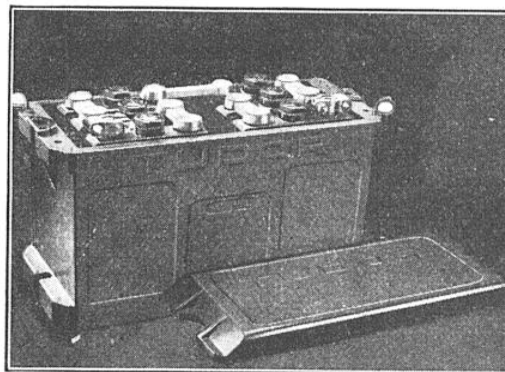
Si, par exemple, on réclame d'une batterie épuisée des démarrages successifs du moteur, la surface des plaques peut se désagréger. Des particules de matière active se détachent et tombent au fond du bac, risquant, à la longue, de provoquer un court-circuit d'un élément.

Une insuffisance de charge entraîne la sulfatation. Ceci peut provenir souvent d'un mauvais contact des balais sur le collecteur de la génératrice qu'il faudra donc vérifier.

Ne pas entretenir le niveau de l'électrolyte dans les éléments est très préjudiciable pour les plaques négatives. La partie des plaques restant au contact de l'air se désagrége et la matière active peut se détacher jusqu'à vider entièrement les alvéoles. La partie immergée souffre, elle aussi, car l'électrolyte qui la baigne est concentré du fait de l'évaporation de l'eau et la matière active est dissoute peu à peu.

La surcharge n'est pas moins à redouter. Elle entraîne d'abord tous les effets indiqués ci-dessus pour un niveau d'électrolyte trop bas et une trop grande concentration de la solution acidulée, mais l'activité des réactions, le dégagement d'oxygène, la perte d'antimoine subie par les grilles, sont autant de motifs d'accélération de la destruction des plaques.

Ainsi que nous le disions au début de cet article, la batterie d'accumulateurs pour automobile doit donc être un athlète,



BATTERIE D'ACCUMULATEURS « TUDOR », 12 VOLTS, 45 AMPÈRES-HEURE, POUR ÉQUIPEMENT AUTOMOBILE

puisque'il lui faut montrer à la fois souplesse et endurance, vivacité et robustesse, puisqu'elle doit subir les plus mauvais traitements et répondre sans défaillance à toutes les exigences.

Il faut le constater : la batterie d'accumulateurs modernes joue son rôle délicat et pénible avec un succès remarquable.

Si elle doit beaucoup à l'automobile, qui a exigé d'elle des progrès incessants, l'automobile lui doit une part de sa commodité et de son confort.

A. CAPUTO.

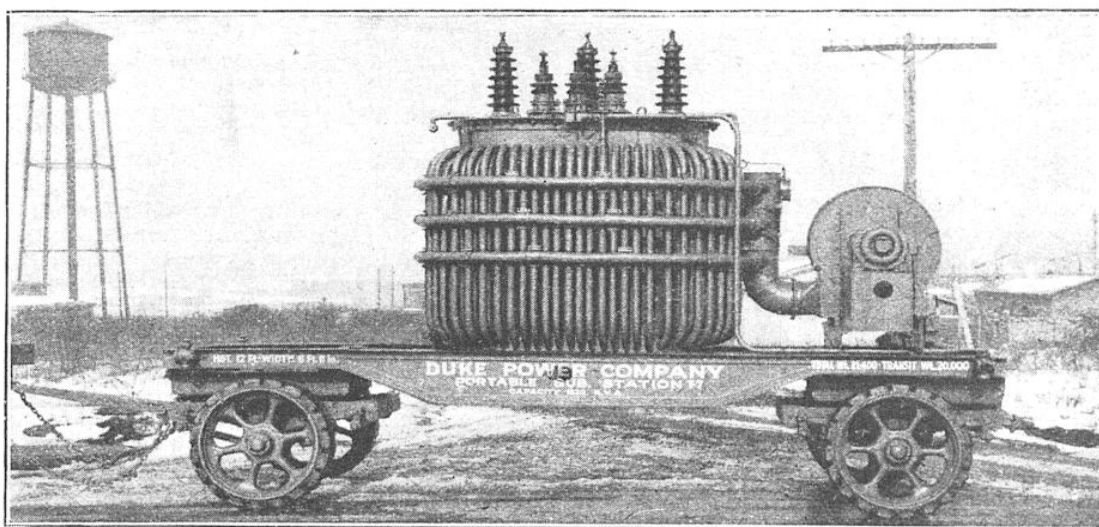
UN POSTE DE TRANSFORMATION SUR ROUTE

LE développement de l'industrie textile dans l'État de la Caroline du Nord (États-Unis), avec des usines très distantes les unes des autres, a eu pour conséquence, au point de vue de l'électrification du pays, la multiplication des stations de transformation de faible puissance unitaire, au lieu de l'installation de quelques stations de grande puissance dans les principaux centres de production. En 1928, le nombre

déplacé suivant les besoins du moment.

C'était là un problème délicat à résoudre, où la question de poids jouait le principal rôle. En effet, les règlements américains limitent à 9 tonnes le poids maximum des véhicules, y compris leur chargement.

Après une étude minutieuse, on vient d'adopter un poste monté sur quatre roues, comprenant un transformateur capable de livrer une puissance de 750 kilowatts,



CE TRANSFORMATEUR DE 1.320 KILOWATTS, PESANT 6 T 5, PEUT ÊTRE REMORQUÉ PAR UN TRACTEUR DE 4 TONNES, A UNE VITESSE DE 25 KILOMÈTRES À L'HEURE

de ces postes isolés, le plus souvent éloignés des lignes de chemin de fer, dépassait deux cents, avec des puissances variant entre 300 et 1.500 kilowatts.

En cas de panne de l'une de ces sous-stations, il était indispensable de prévoir des postes de secours mobiles, pour permettre aux usines de continuer, néanmoins, de fonctionner avec une durée d'immobilisation minimum. Dans l'impossibilité d'utiliser pour cela des postes sur rail et disposant d'un réseau routier permettant un facile accès à toutes les sous-stations existantes, la compagnie chargée de la distribution de l'énergie électrique réussit à mettre au point un poste de secours mobile qui, à la remorque d'un tracteur ordinaire, peut être facilement

lorsque son refroidissement s'effectue naturellement, et 1.320 kilowatts avec un ventilateur visible sur la droite de la figure.

Mais le poids de cet ensemble atteint 1 t 8 en ordre de fonctionnement, de sorte qu'avant de le déplacer, il est indispensable de vider le transformateur d'une partie de son huile de refroidissement. Ceci n'est, d'ailleurs, pas un gros désavantage, car il est nécessaire de vérifier les connexions du poste avarié avant de brancher le transformateur du poste de secours, et on a donc amplement le temps de le remplir à nouveau. D'autre part, cette huile, transportée sur le tracteur, en augmente le poids, donc en facilite l'adhérence, ce qui n'est pas inappréciable, étant donné la lourde charge qu'il remorque.

LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

L'abonné au téléphone restera le maître de ses communications

COMBIEN de contestations surgissent entre les abonnés et l'administration des P. T. T., au moment du règlement de comptes, depuis que le régime des communications taxées a été mis en vigueur ! Or, on sait que le nombre de communications est enregistré automatiquement par l'Administration, au moyen de compteurs spéciaux, dont les indications sont photographiées, afin d'éviter toute erreur (1).

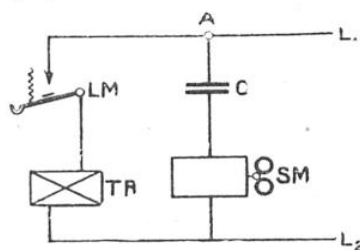


FIG. 1. - INSTALLATION ORDINAIRE D'UN POSTE TÉLÉPHONIQUE D'ABONNÉ

L_1 , L_2 , ligne; C, condensateur; SM, sonnerie magnétique; LM, téléphone; A, point où l'on insère le « Télestop » dans le circuit.

recevoir des communications, en interdit toute demande lorsque l'abonné est absent. Par ailleurs, l'emploi généralisé de cet appareil facilite l'exploitation du réseau téléphonique, en évitant les conversations longues et oiseuses de personnes auxquelles la facture ne sera pas présentée.

Voici en quoi consiste ce dispositif. La figure 1 représente schématiquement un poste d'abonné, la figure 2 le montage de l'appareil, la figure 3 l'installation complète. On voit que le dispositif comprend un électroaimant en fer à cheval, comportant deux enroulements e et E , ce dernier d'une résistance faible (23 ohms) étant alimenté par un condensateur. Une palette M peut être attirée par cet électroaimant. Voici le fonctionnement du système : le décrochage du téléphone en LM, qui ferme le circuit à gauche de la figure 3, ne produit rien,

puisque la palette M n'est pas normalement en contact avec l'électroaimant. Aucune communication ne peut être demandée.

Supposons, au contraire, que le poste soit appelé du dehors. Le courant alternatif d'appel, destiné à actionner la sonnerie, arrive par L_1 , passe par l'enroulement e , le condensateur C, la sonnerie SM et revient à la ligne L_2 . La sonnerie retentit. En même temps e attire la palette M et le contact se ferme en 4. Le moment d'inertie de cette palette est calculé pour qu'elle ne suive pas les oscillations du courant. Le circuit est établi. Bien entendu, si l'appel est sans réponse, tout revient au repos lorsque la sonnerie s'arrête. Si, au contraire, on décroche le téléphone, le courant continu de la batterie centrale se substitue au courant alternatif d'appel (qui cesse) et maintient la palette M attirée. La conversation peut alors s'établir normalement. Le condensateur qui alimente l'enroulement E a pour but de faciliter le passage des modulations du courant qui pourraient être gênées par le coeffi-

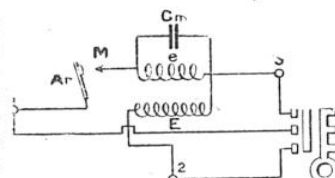


FIG. 2. - SCHÉMA DU « TÉLESTOP »

E , e , enroulements de l'électroaimant en fer à cheval; C_m , condensateur; A_r , armature mobile munie d'une petite masse M .

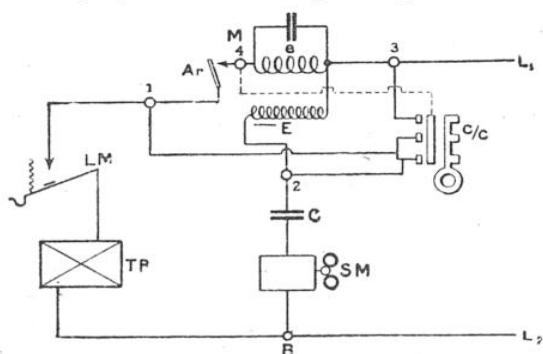


FIG. 3. - INSTALLATION DU POSTE D'ABONNÉ AVEC LE « TÉLESTOP »

La clef c/c retirée, on ne peut que recevoir des communications, non en demander.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 141, page 215.

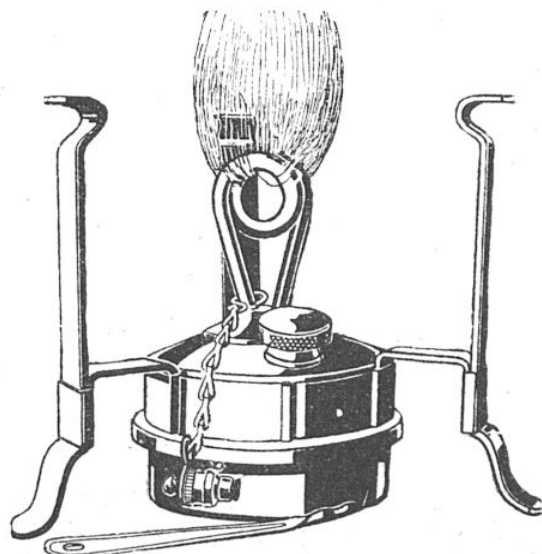
cient de self-induction de cet enroulement.

Lorsque la conversation est terminée, il suffit de raccrocher l'appareil pour couper le courant. La palette *M* revient au repos et l'ensemble reprend l'état initial. Cependant, il est nécessaire que le retour au repos de la palette *M* se fasse avec un certain retard, pour éviter qu'une conversation soit coupée si, par exemple, la substitution du courant continu au courant alternatif n'est pas instantanée, ou si, par suite d'un changement de fiche ou de toute autre cause, le courant vient à être interrompu pendant un instant très court. A cet effet, une masse additionnelle est fixée sur la palette *M* pour augmenter son inertie.

Remarquons encore, sur les figures 2 et 3 (à droite), une clef qui permet de mettre hors circuit le dispositif lorsque l'abonné le désire. Cette clef court-circuite les points 1, 2 et 3 et rétablit l'installation, comme si l'appareil n'existait pas. Cette clef, métallique, présente trois dents, dont on peut faire varier l'écartement, de sorte que les risques de « truquage » n'existent pas. Enfin, signalons que, lorsqu'on retire la clef, le point 3 étant libéré du court-circuit avant les points 1 et 2, l'armature *M* est attirée, de sorte qu'il est possible de retirer la clef sans interrompre la conversation.

Ce réchaud-chalumeau à essence ne comporte pas de mèche

ON sait que, pour augmenter la température d'une flamme, il suffit de lui insuffler de l'oxygène. C'est le principe du chalumeau. Ainsi la simple flamme d'une bougie, sur laquelle on souffle avec un tube recourbé, devient assez chaude pour fondre un métal tendre.

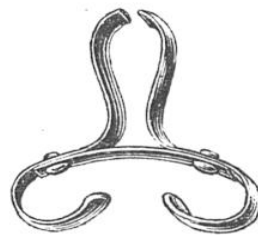


ENSEMBLE DU RÉCHAUD-CHALUMEAU

Dans le réchaud ci-contre, le même principe est mis en œuvre. Sur un récipient contenant de l'essence est fixé un tube enroulé une fois sur lui-même et percé d'un petit trou à la partie inférieure de la boucle ainsi formée (le trou est percé sur le haut, bien entendu). Si, avec une allumette, on chauffe le serpentin, les vapeurs d'essence s'allument et viennent réchauffer la partie supérieure du serpentin, d'où un dégagement plus abondant de vapeurs. Immédiatement, le chalumeau ainsi constitué fonctionne et donne une flamme très chaude. D'un encombrement très réduit, ce réchaud est tout désigné pour les voyageurs, les excursionnistes, etc. Aucune mèche à régler, aucune pompe à actionner. Aucun danger ne résulte de son fonctionnement puisque l'appareil est fermé par un bouchon étanche. Sa consommation d'essence très faible le rend économique. Pour l'éteindre, il suffit de souffler la flamme. On dévisse un peu le bouchon pour que la pression redevienne normale et, lorsque l'appareil est froid, on revisse à fond le bouchon.

Une pince vraiment pratique

VOICI un petit appareil d'une extrême simplicité de conception, mais dont les nombreuses applications en font un dispositif essentiellement pratique. C'est une petite pince qui permet de fixer n'importe quoi sur n'importe quel support. Elle se compose de deux branches métalliques, plusieurs fois recourbées, unies entre elles par un ressort d'acier, dont la tension maintient les deux branches de la pince normalement fermées.



L'« AIGLON », PETITE PINCE A RESSORT D'ACIER

Qu'il s'agisse de maintenir plusieurs photographies en éventail, de suspendre un chapeau, une clet à un support quelconque, de fixer un rideau, une serviette, etc., cette pince s'applique à tous les usages.

Sa construction, à la fois simple et robuste, la rend pratiquement inusable. Son peu d'encombrement permet de la conserver sur soi, toujours prête à rendre de petits, mais inappréciables services.

V. RUBOR.

Adresses utiles pour les « A côté de la science »

Le « Téléstop » : SOCIÉTÉ GÉNÉRALE DE TÉLÉPHONIE, 10, rue Duvergier, Paris (19^e).

Réchaud à essence : RÉCHAUD-CHALUMEAU, 13, rue d'Armenonville (Neuilly-sur-Seine).

Pince pratique : L'AIGLON, 62, avenue Gambetta, Paris (20^e).

UN POSTE DE T. S. F. UNIVERSEL POUR ONDES TRÈS COURTES

JUSQU'À présent, seuls les sans-filistes très expérimentés pouvaient goûter le plaisir de la réception des ondes très courtes, qui étaient très difficiles à capter, et il fallait pour cela des appareils assez compliqués. Grâce au nouveau récepteur que nous allons décrire, qui est d'une très grande simplicité et d'un rendement parfait, la réception des ondes très courtes devient facile et agréable.

Cet appareil est d'une sensibilité et puissance remarquables et a donné des résultats excellents dans les pays les plus divers. Il a été particulièrement étudié pour résister à l'humidité des climats tropicaux par le commandant Péri, ex-chef de service radio de l'Indochine.

La particularité de ce poste est qu'il couvre, avec une *self unique fractionnée*, la gamme de 10 à 100 mètres. Tous les éléments non utilisés de cette *self* sont mis automatiquement *hors circuit*, de sorte que les effets de capacité et les pertes d'énergie par bouts libres sont rigoureusement supprimés.

Les carcasses et transformateurs basse fréquence sont séchés dans le vide, imprégnés sous pression et noyés dans un isolant spécial qui seul, jusqu'à présent, a pu résister à l'humidité des climats tropicaux.

Le constructeur a prévu un condensateur variable à démultiplication directe de très grande précision et, notamment, de rapport 1 sur 114, ce qui permet de rechercher les stations *mondiales* avec la plus grande facilité.

La *self fractionnée*, de construction très ingénieuse, est composée de deux groupes principaux : le groupe de réaction et le bloc d'accord.

Le groupe d'accord comprend 15 spires et est fractionné en trois groupes, qui sont respectivement de 2 spires $1/3$, 3 spires et 9 spires $2/3$.

Le premier groupe assure la réception de la gamme 10 à 25 mètres.

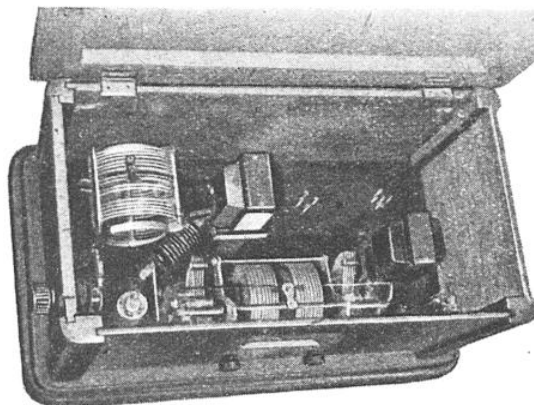
Le deuxième, de 5 spires $1/3$, assure la réception de 20 à 40 mètres.

Enfin, la totalité des 15 spires assure la réception de la gamme 40 à 100 mètres.

Les amateurs les moins expérimentés peuvent entreprendre eux-mêmes le montage, le constructeur mettant à leur disposition le schéma de montage, qui est, d'ailleurs, très simple.

Naturellement, le constructeur est à la disposition des sans-filistes pour les guider et conseiller jusqu'à réussite complète du montage, qui peut, bien entendu, être effectué par les soins du constructeur.

Cet appareil fonctionne sur une antenne intérieure de 4 à 5 mètres. Pour les amateurs possédant une grande antenne, il est préférable de ne pas la brancher directement, mais de brancher sur le poste un fil d'environ 1 mètre de longueur, sur lequel la descente d'antenne sera enroulée de quatre à cinq tours. Pour le réglage du poste, se tenir très près de l'accrochage à l'aide du condensateur



VUE INTÉRIEURE DU NOUVEAU POSTE UNIVERSEL POUR ONDES TRÈS COURTES MONTRANT, À GAUCHE, LA SELF D'ACCORD FRACTIONNÉE, PERMETTANT LA RÉCEPTION DES ONDES COMPRISSES ENTRE 10 ET 100 MÈTRES

d'accord. Une fois l'émission trouvée, tourner lentement le potentiomètre jusqu'à ce que les sifflements et crachements disparaissent ; la puissance désirée est uniquement obtenue par le jeu du potentiomètre.

Il est à remarquer que ce montage possède les avantages particuliers de pouvoir descendre jusqu'à 4 mètres, avec une petite *self* additionnelle, et monter jusqu'à 1.800 mètres à l'aide de deux *sels* supplémentaires, réalisant ainsi un poste idéal *toutes ondes*. La réaction est excessivement souple sur toute la gamme et l'accrochage très silencieux.

Cet appareil est visible à l'Exposition coloniale, Section Métropolitaine, classe T. S. F., au Stand des ÉTABLIS RADIO-SOURCE.

Pour devis et renseignements : ÉTABLISSEMENTS RADIO-SOURCE, 82, avenue Parmentier, Paris (11^e).

UN NOUVEAU PHONOGRAPHE PORTATIF

Vous avez peut-être envié, au cours de vos vacances, les joies que le phonographe portatif procurait à ceux qui avaient eu la précaution d'emporter avec eux un appareil de ce genre. Vous avez probablement songé non seulement aux vacances futures, mais encore aux courts déplacements que vous alliez encore effectuer en attendant l'été prochain, et vous avez pensé que, vous aussi, vous pourriez profiter des avantages d'un de ces appareils, à la condition qu'il ne fût ni trop lourd, ni trop cher. C'est à votre attention que nous décrivons ci-dessous le « Parisonor », dont le poids, 4 kg 500, permet de l'emporter facilement. Extérieurement, il se distingue des phonographes portatifs par la forme cylindrique de la boîte, à l'avant de l'appareil, forme qui permet de canaliser les ondes sonores d'une

façon très régulière jusqu'à la « fosse » de sortie de la boîte. Là, les ondes sonores, rabattues par le couvercle, sont diffusées en conservant leur sonorité et leur pureté.

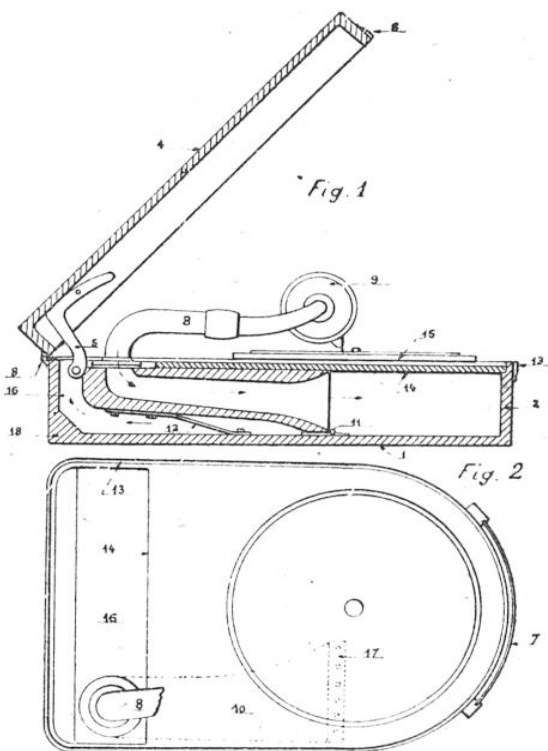


FIG. 1 ET 2. — COUPE ET PLAN DU « PARISONOR »
1, fond de la boîte ; 2, partie avant cylindrique ; 3, articulation du couvercle ; 4, 5, compas de réglage de l'ouverture ; 6, dispositif de fermeture ; 7, poignée ; 8, bras acoustique ; 9, diaphragme ; 10, cornet ; 11, articulation du cornet ; 12, ressort de rappel ; 13, fermeture ; 14, plateau de fixation du moteur ; 15, plateau de disque ; 16, fosse de sortie des sons ; 17, lèvre interne du cornet ; 18, tasseau de bois réfléchissant les ondes sonores.

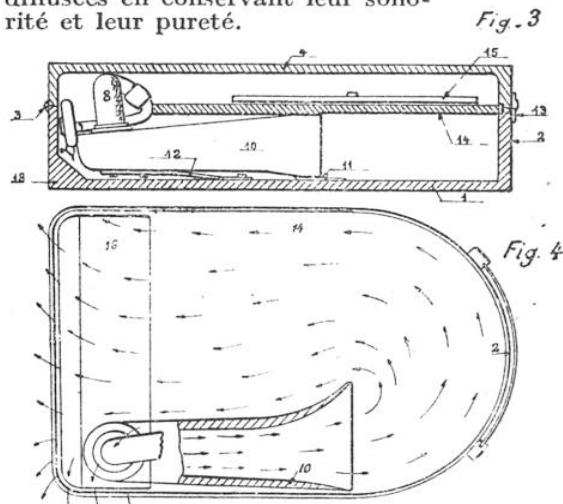


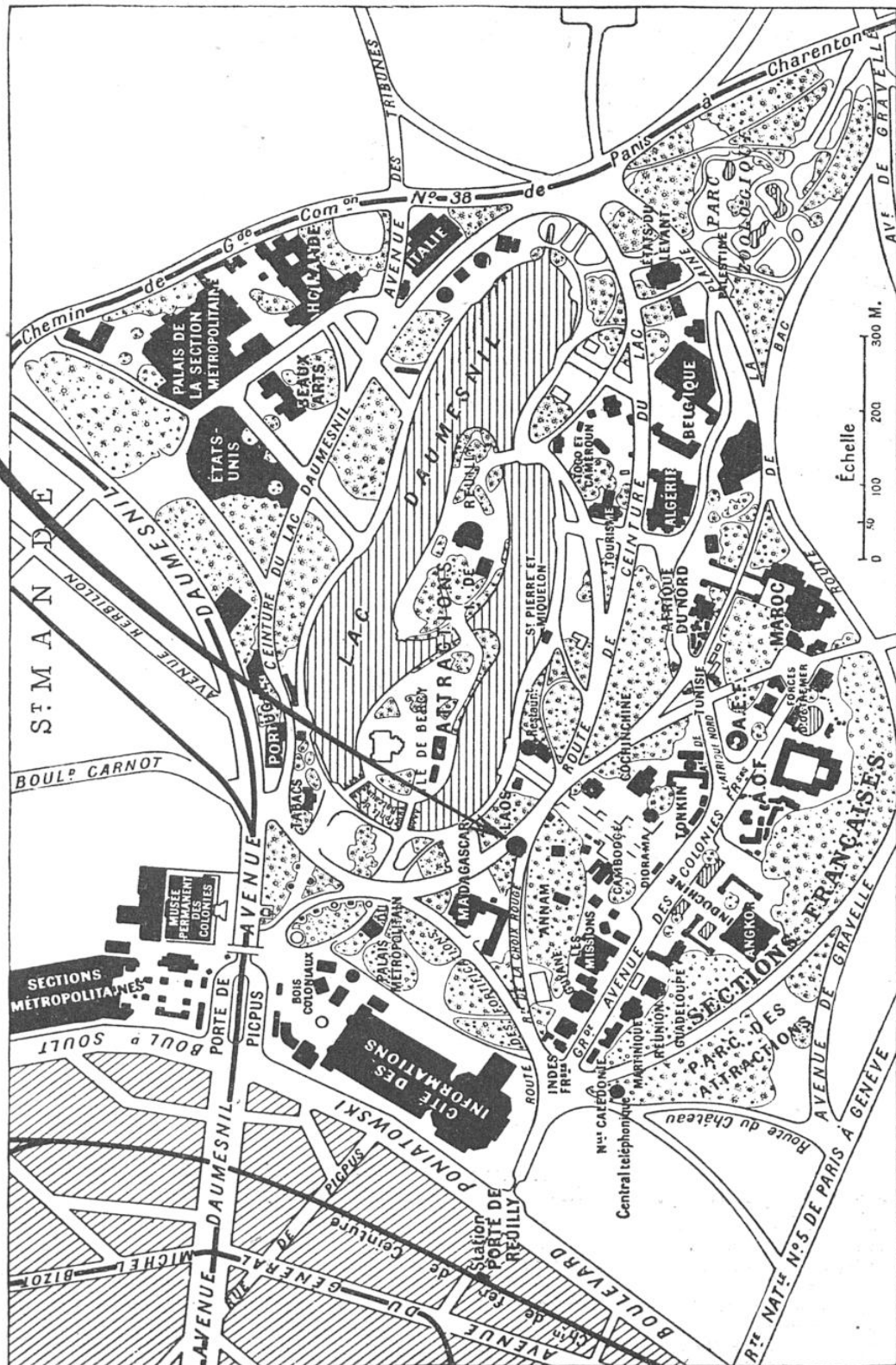
FIG. 3 ET 4. — TRAJET DES ONDES SONORES DANS LE « PARISONOR »

Les chiffres correspondent aux mêmes indications que pour les figures 1 et 2. On voit que les ondes sonores rencontrent des sections constamment croissantes et qu'elles sont canalisées par la partie avant cylindrique de la boîte, sans risque de phénomènes d'écho ou de réflexions néfastes. Sur la figure 3, on voit le bras acoustique 8 escamoté dans la fosse 16.

Intérieurement, remarquons que le bras acoustique surmonte le cornet dont l'extrémité est articulée sur le fond de la boîte. Un ressort tend à ramener vers le haut le cornet et le reproducteur, mais ceux-ci s'éclipsent automatiquement dès que l'on ferme le couvercle. Ils se remettent en place de la même façon à l'ouverture. Ainsi les ondes sonores produites par le diaphragme traversent d'abord le cornet, évasé sur deux dimensions, puis sont canalisées par la face avant de la boîte et sont renvoyées vers l'arrière d'où, comme nous l'avons dit, elles sortent par la fosse ménagée à cet effet. Elles rencontrent donc constamment des sections de plus en plus grandes, et tout risque de déformation est supprimé.

L'ensemble de l'appareil est établi en bois, excellent matériau pour conserver aux sons toute leur pureté. Ajoutons que le couvercle peut contenir facilement une dizaine de disques. En se reportant aux schémas et à leurs légendes, on comprendra aisément comment fonctionne ce nouveau phonographe véritablement portatif.

PAVILLON NITROLAC



SUPER ÉMAIL-DEUX HEURES NITROLAC

Laque huile express

Applicable au pinceau par tous

Donne une surface brillante et lavable

**La laque Nitrolac 2 heures est la solution
simple de l'émaillage de tous objets**



EN VENTE CHEZ LES MARCHANDS DE
COULEURS, EN BOITES DE 1/4, 1/10, 1/20



Une visite au **Pavillon Nitrolac**, à l'**Exposition Coloniale**,
ou au **Stand Nitrolac**, au **Salon de l'Automobile**
(salle F - stand 31), vous permettra d'admirer de
magnifiques applications du **Super Émail NITROLAC**



**Les services techniques de NITROLAC
sont à votre entière disposition**



NITROLAC

Société anonyme au Capital de 2.000.000 de francs

41, rue Marius-Aufan -- LEVALLOIS-PERRET (Seine)

Téléphone { CARNOT 54-84
PEREIRE 22-17
PEREIRE 05-04

Adresse télégraphique :
NITROLAC-PARIS
Inter : PEREIRE 24-51

CHEZ LES ÉDITEURS

ÉCONOMIE POLITIQUE

LES INÉGALITÉS ÉCONOMIQUES, par R. Gibrat. Prix franco : France, 65 fr. 50 ; étranger, 68 francs.

M. Gibrat, l'un des plus jeunes et des plus distingués ingénieurs du corps des Mines, vient d'écrire un volume fort original sur les inégalités économiques et les applications d'une loi nouvelle aux inégalités des richesses, à la concentration des entreprises, aux populations des villes, aux statistiques des familles, etc... Cette loi nouvelle, il l'appelle *la loi de l'effet proportionnel*. Le savant auteur espère que le lecteur qui ouvrira ce livre le fera avec l'idée que l'économie est une science plutôt qu'une simple variété de littérature. A ce titre, elle doit prendre place dans la résolution de l'équation des inégalités humaines. La nouvelle loi de M. Gibrat est essentiellement une loi statistique ; elle ramène simplement les courbes des répartitions économiques à une courbe célèbre, dite la courbe en cloche (Gauss). Voilà une thèse remarquable que les économistes, soucieux des problèmes de demain, doivent étudier aujourd'hui.

CHIMIE INDUSTRIELLE

SYNTHÈSES ET CATALYSES INDUSTRIELLES, par Paul Pascal. Prix franco : France, 73 francs ; étranger, 79 francs.

L'emploi des méthodes de synthèse par catalyse se développe de plus en plus en chimie industrielle minérale. Les fabrications des dérivés du soufre, de l'azote et du chlore y font sans cesse appel, soit qu'elles aient en vue la préparation des acides sulfurique, azotique ou chlorhydrique, soit qu'il s'agisse de la fabrication du chlore, de l'hydrogène, soit qu'elles veuillent réaliser la synthèse de l'ammoniaque.

Ces procédés, parfois délicats, exigent une pureté particulière des corps mis en œuvre et un réglage minutieux des conditions thermoélastiques ou topochimiques des réactions ; ils ne peuvent être étudiés et compris qu'à la lumière de la physico-chimie moderne.

Ce livre est le résultat d'un compromis bien équilibré entre l'étude théorique complète des réactions ou des équilibres et la description détaillée et raisonnée des points essentiels de la fabrication. Il constitue, par sa forme même, l'initiation aisée de tous ceux qui veulent, au laboratoire ou à l'usine, dominer les réactions qu'ils ont à contrôler ou à réaliser.

T. S. F.

COURS ÉLÉMENTAIRE DE TÉLÉGRAPHIE ET TÉLÉPHONE SANS FIL, par F. Bedeau. 1 vol. de 424 p., 330 fig. Prix franco : France, 62 fr. 75 ; étranger, 67 fr. 50.

Ce livre s'adresse aux personnes qui, ayant quelques connaissances scientifiques, désirent savoir où en est, aujourd'hui, cette science passionnante qu'est la T. S. F. et connaître les montages les plus modernes.

En général, la difficulté d'une telle initiation provient moins de la complexité des théories exposées que du fait qu'elles s'appuient continuellement sur les connaissances supposées acquises non seulement dans un cours d'électricité générale, mais bien dans un traité complet de physique.

Le livre de M. Bedeau se suffit à lui-même. L'auteur, en effet, a condensé en un seul volume non seulement tout ce qui est relatif à la science des télécommunications, mais encore l'exposé — dans ce qu'elles ont d'essentiel — des théories utilisées pour l'édification de cette science.

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 45 fr.	Envois recommandés....	{ 1 an..... 55 fr.
chis.....	{ 6 mois... 23 —		{ 6 mois... 28 —

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après :

Australie, Bolivie, Chine, Danemark, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodésie, Suède.

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 80 fr.	Envois recommandés....	{ 1 an.... 100 fr.
chis.....	{ 6 mois... 41 —		{ 6 mois.. 50 —

Pour les autres pays :

Envois simplement affran-	{ 1 an..... 70 fr.	Envois recommandés....	{ 1 an..... 90 fr.
chis.....	{ 6 mois... 36 —		{ 6 mois... 45 —

Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris.

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris-X^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

Directeur : G. BOURREY. — Gérant : M. LAMY.

Paris. — ImD. HÉMERV. 18, rue d'Enghien.