

## Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

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

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

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

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

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

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

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

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

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

## NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

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

|                           |                                                                                       |
|---------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| Notice du Volume          |                                                                                       |
| Auteur(s) volume          | [s.n.]                                                                                |
| Titre                     | La science et la vie                                                                  |
| Volume                    | Tome 40. n. 173. Novembre 1931                                                        |
| Adresse                   | Paris : La Science et la Vie, 1931                                                    |
| Collation                 | 1 vol. (p.[353]-438) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm                              |
| Cote                      | SCI. VIE 173                                                                          |
| Sujet(s)                  | Sciences -- Vulgarisation<br>Culture scientifique et technique<br>Presse scientifique |
| Thématique(s)             | Généralités scientifiques et vulgarisation                                            |
| Typologie                 | Revue                                                                                 |
| Note                      | Le volume a été relié, par conséquent il manque la<br>3ème et 4ème de couverture.     |
| Langue                    | Français                                                                              |
| Date de mise en ligne     | 10/12/2019                                                                            |
| Date de génération du PDF | 05/12/2019                                                                            |
| Permalien                 | <a href="http://cnum.cnam.fr/redir?SCVIE.173">http://cnum.cnam.fr/redir?SCVIE.173</a> |



ance et Colonies : 4 fr.

N° 173 - Novembre 1931

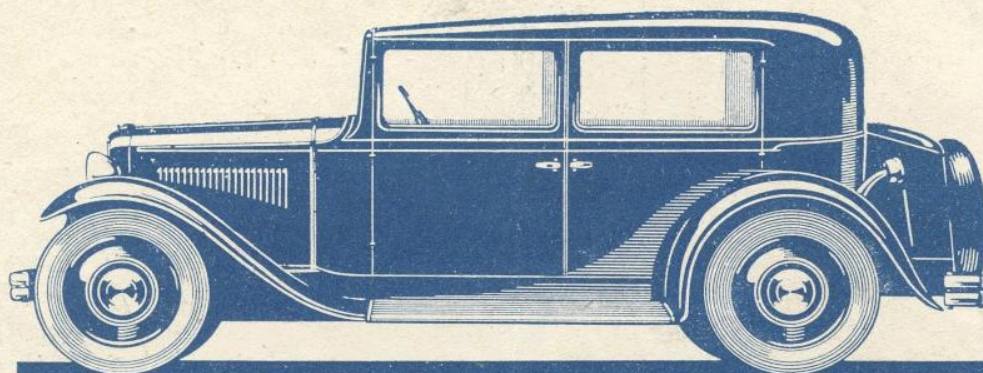
# LA SCIENCE ET LA VIE



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



# SALON 1931



## RENAULT

Qualité dans la conception, qualité des matières premières, sévérité des contrôles, précision de l'usinage, telles sont les caractéristiques des fabrications entreprises aux Usines RENAULT.



Leur organisation modèle leur permet de livrer dans chaque catégorie les voitures les meilleures aux prix les plus modérés.



Les Usines RENAULT sont les Usines d'automobiles les plus puissantes en Europe et les mieux outillées.

### PRESENTE POUR 1932 TROIS 4 CYLINDRES :

Un nouveau modèle :

#### LA MONAQUATRE

Une 7 CV véritablement spacieuse - Un moteur 1300 cm<sup>3</sup> à régime modéré - Une voiture légère mais robuste, très économique tant au point de vue fiscal qu'au point de vue consommation - 4 et même 5 places parfaitement confortables dans la conduite intérieure.

Deux voitures également réputées :

#### LA PRIMAQUATRE

Le plus grand succès automobile de l'année : un moteur 10 CV à gros excédent de puissance et à régime modéré. Une tenue de route absolument remarquable. Des accélérations et des reprises énergiques. Des montées rapides dans les côtes. Des carrosseries confortables offrant des places avant plus spacieuses.

#### LA VIVAQUATRE (10 CV)

La voiture familiale par excellence. Le minimum d'entretien et de consommation pour la plus grande capacité de transport : 5 ou 7 places face à la route. Des carrosseries allongées de 13 c/m, ce qui améliore encore le confort de ce modèle.

Avec ces voitures et ses nouveaux modèles 6 et 8 cylindres Renault présente la seule gamme vraiment complète et réellement capable de répondre à tous les besoins, de satisfaire tous les goûts.

4172

**51-53, CHAMPS-ÉLYSÉES, PARIS ET BILLANCOURT-SEINE**



**Où en sommes-nous en radiodiffusion ?**

*Comment les postes émetteurs ont, depuis dix ans, augmenté à la fois leur puissance et leurs qualités d'émission. . . . .*

**Jean Bodet . . . . . 355**  
Ancien élève de l'Ecole Polytechnique, Ingén. E. S. E.

**L'évolution de la construction navale dans le monde.**

*Voici un exposé clair et précis, qui permet de pénétrer dans le domaine assez ardu de la construction navale militaire, d'en comprendre l'évolution et d'en dégager les tendances . . . . .*

**André Lamouche . . . . . 365**  
Ingénieur en chef du Génie Maritime.

**C'est de la collaboration internationale que résulte le progrès scientifique.**

*La conférence des grands réseaux électriques de 1931 a permis aux techniciens de tous les pays d'échanger leurs idées et d'exposer leurs derniers travaux. Transportera-t-on demain l'énergie électrique par courant continu à très haute tension? Voilà, entre autres, un captivant problème . . . . .*

**Jean Labadié . . . . . 374**

**L'œuvre du physicien Michelson.**

*Expérimentateur éminent, le célèbre physicien américain partage avec Einstein l'honneur d'avoir renouvelé les principes directeurs de l'optique, de la physique et de la mécanique . . . . .*

**L. Houllevigue. . . . . 383**  
Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

**La fusée à essence, moteur à réaction directe, sera-t-elle bientôt un moyen de locomotion pratique ?**

*Le célèbre professeur roumain Oberth expose ici ses travaux sur la propulsion par fusée, les recherches qu'il poursuit et les résultats intéressants qu'il a déjà obtenus . . . . .*

**H. Oberth. . . . . 388**

**Les avions torpilleurs remplaceront-ils bientôt les torpilleurs ?**

*De plus en plus, l'aviation coopère à l'action navale. L'avion torpilleur modifiera-t-il la tactique et la stratégie navales actuelles ?*

**Laboureur. . . . . 393**  
Capitaine de corvette (R.).

**Nouvel élévateur flottant pour décharger 500 mètres cubes de déblais à l'heure.**

*L'outillage des ports fait appel à des moyens mécaniques d'autant plus puissants que le tonnage des navires augmente. Voici un des plus modernes élévateurs flottants du monde, en service à Rouen, pour assurer les travaux de dragage indispensables à l'entretien de cette importante voie fluviale. . . . .*

**Paul Lucas . . . . . 400**

**La terre frémit sous les trépidations de la vie moderne.**

*La détection et l'étude de ces frémissements au service de la protection des ouvrages d'art. . . . .*

**E. Rothé . . . . . 403**  
Directeur de l'Institut de Physique du Globe de Strasbourg.

**250.000 tonnes de soie artificielle par an!**

*Comment on prépare la « soie de viscose », dont la production atteint 88 % de la fabrication mondiale de soie artificielle . . . . .*

**H. Tatu . . . . . 413**  
Chef de Laboratoire à l'Institut de chimie industrielle de Lyon.

**Voici le plus moderne et le plus grand cinéma du monde.**

*Les progrès de la technique de la projection lumineuse et sonore et la recherche de la meilleure acoustique dans une grande salle de cinéma moderne . . . . .*

**Jean Marchand . . . . . 420**  
Ingénieur I. E.

**La radiodiffusion française compte un nouveau poste à grande puissance . . . . .**

**J. B. . . . . 425**

**Le phonographe et la vie. . . . .**

**F. Faillet . . . . . 427**

**Quelques nouveautés en automobile. . . . .**

**J. M. . . . . 430**

**Les A côté de la science (inventions, découvertes et curiosités) . . . . .**

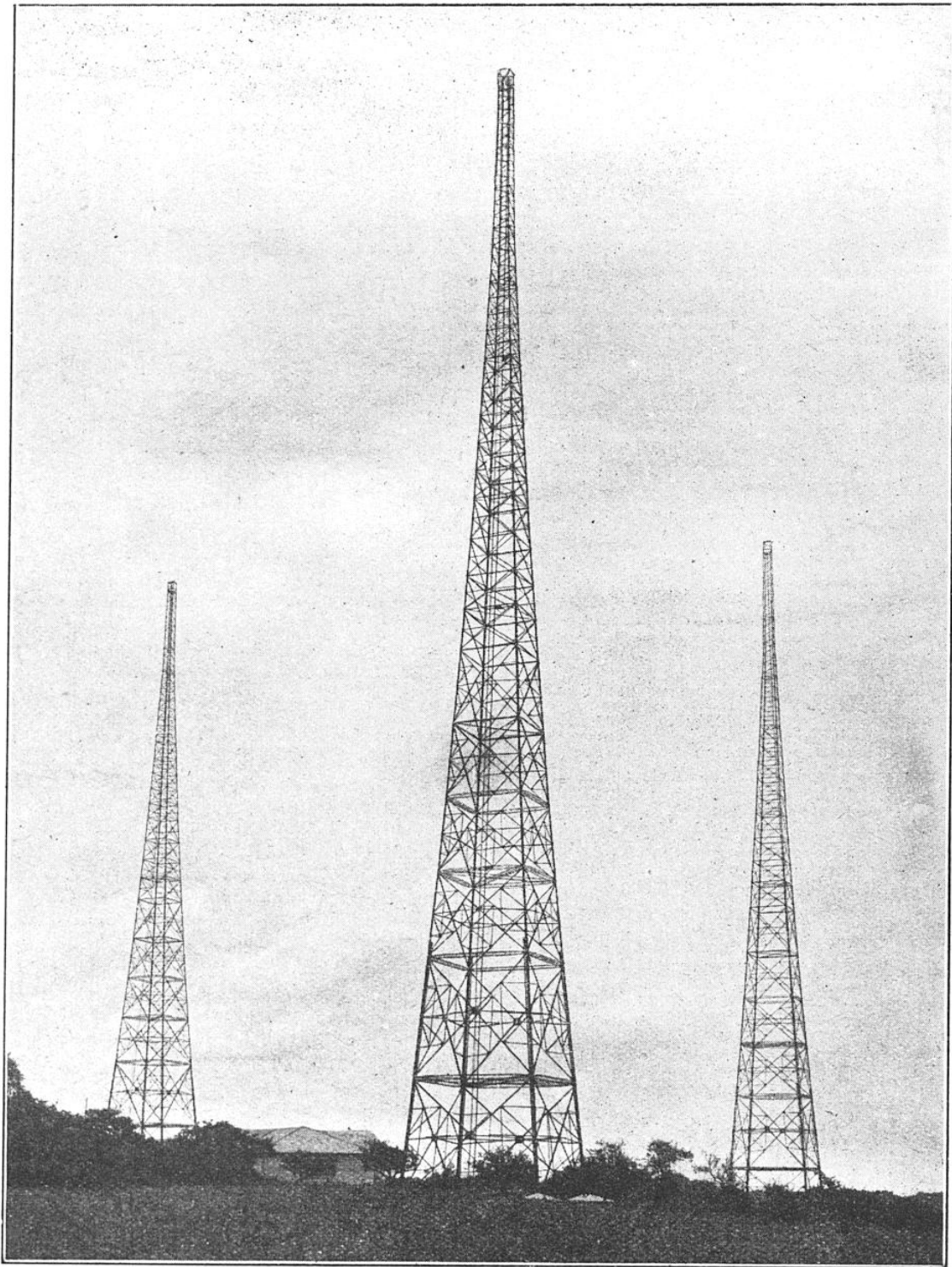
**V. Rubor . . . . . 434**

**Le programme naval de l'Italie . . . . .**

**S. et V. . . . . 438**

Le dragage des grands ports fluviaux modernes est une opération essentielle pour assurer l'entretien des voies navigables et la circulation des navires de fort tonnage. Les chalands remplis de déblais, extraits au moyen de dragues puissantes, doivent donc être déchargés le plus rapidement possible pour ne pas paralyser cette circulation. Le port de Rouen vient d'être doté, à cet effet, d'un des plus puissants élévateurs flottants du monde, capable de décharger 500 mètres cubes de déblais à l'heure, ce qui est un record. On trouvera, à la page 400, la description de cet appareil géant, que représente la couverture de ce numéro.





LE POSTE DE RADIODIFFUSION COLONIALE A ONDES COURTES DE PONTOISE, PRÈS PARIS, D'UNE PUISSANCE DE 15 KILOWATTS, PEUT ALIMENTER, SUR TROIS LONGUEURS D'ONDES DIFFÉRENTES, TROIS ANTENNES DESSERVANT DEUX DIRECTIONS SUIVANT LES COLONIES INTÉRESSÉES

# 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<sup>e</sup> — Téléph. : Provence 15-21

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

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

Tome XL

Novembre 1931

Numéro 173

## OÙ EN SOMMES-NOUS EN RADIODIFFUSION?

Par Jean BODET

ANCIEN ÉLÈVE DE L'ÉCOLE POLYTECHNIQUE  
INGÉNIEUR DE L'ÉCOLE SUPÉRIEURE D'ÉLECTRICITÉ

*Il y a déjà dix ans — c'était en 1921 — qu'à l'occasion du centenaire du physicien français Ampère eut lieu la première émission, en France, de radiodiffusion, suivant de près celle effectuée en Amérique l'année précédente. Depuis cette date, l'industrie radioélectrique a rapidement progressé : actuellement, le nombre des récepteurs peut être évalué, rien qu'en France, à plus de 500.000. Dans le monde entier, on l'évalue à au moins 30 millions ! Si la radiodiffusion a conquis le public, c'est surtout aux perfectionnements apportés successivement dans la construction des postes d'émission, et plus particulièrement aux nouveaux procédés qui ont permis de réaliser les puissantes stations modernes, qu'elle le doit. Les plus récents progrès en radiodiffusion ont, notamment, porté sur la stabilité des émissions, aujourd'hui obtenue avec une précision du cent millième grâce à l'emploi de maîtres-oscillateurs à quartz piézoélectrique (1). La qualité des émissions a été, de son côté, considérablement améliorée par l'emploi de câbles téléphoniques spéciaux reliant auditoriums et postes émetteurs. Citons enfin les derniers procédés de modulation qui, conjugués avec l'augmentation de puissance des stations émettrices, ont permis de satisfaire les auditeurs les plus exigeants. Dans un autre domaine, la mise au point de la technique des ondes courtes (de l'ordre de 50 mètres) autorise maintenant, avec une puissance relativement faible, des portées considérables, ce qui a permis notamment d'organiser la radiodiffusion coloniale. Cette technique des ondes courtes nous fournira, sans doute, la solution de cet inquiétant problème : l'encombrement — ou, si l'on veut, l'embouteillage — hertzien, qui interdit — déjà — la création de nouvelles stations fonctionnant sur des longueurs d'ondes moyennes (entre 100 et 2.000 mètres), longueurs d'onde qui sont précisément celles utilisées par les grands postes de radiodiffusion actuellement disséminés dans le monde entier.*

PARMI les nombreuses applications des ondes hertziennes au problème général des communications, la radiodiffusion se classe nettement à part. Alors que la radiotélégraphie et la radiotéléphonie ont pour mission, toutes deux, de transmettre des messages entre deux correspondants bien déterminés, la radiodiffusion, au contraire, s'adresse au public tout entier, à tous ceux qui, munis d'un appareil récepteur convenable, veulent bien se donner la peine d'écouter.

Le but à atteindre n'étant pas le même, il en résulte évidemment que les problèmes

techniques que pose la réalisation pratique de la radiodiffusion diffèrent sensiblement de ceux rencontrés lors de l'organisation des radiocommunications télégraphiques ou téléphoniques. Dans tous les cas, il s'agit bien cependant d'émettre des ondes hertziennes et les mêmes longueurs d'ondes pourraient, sauf pour quelques applications très spéciales, être utilisées indifféremment pour l'un ou l'autre de ces services.

Nous laisserons de côté la radiotélégraphie, dont les procédés sont les plus simples et ont été mis au point il y a déjà longtemps ; ils

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 145, page 17.



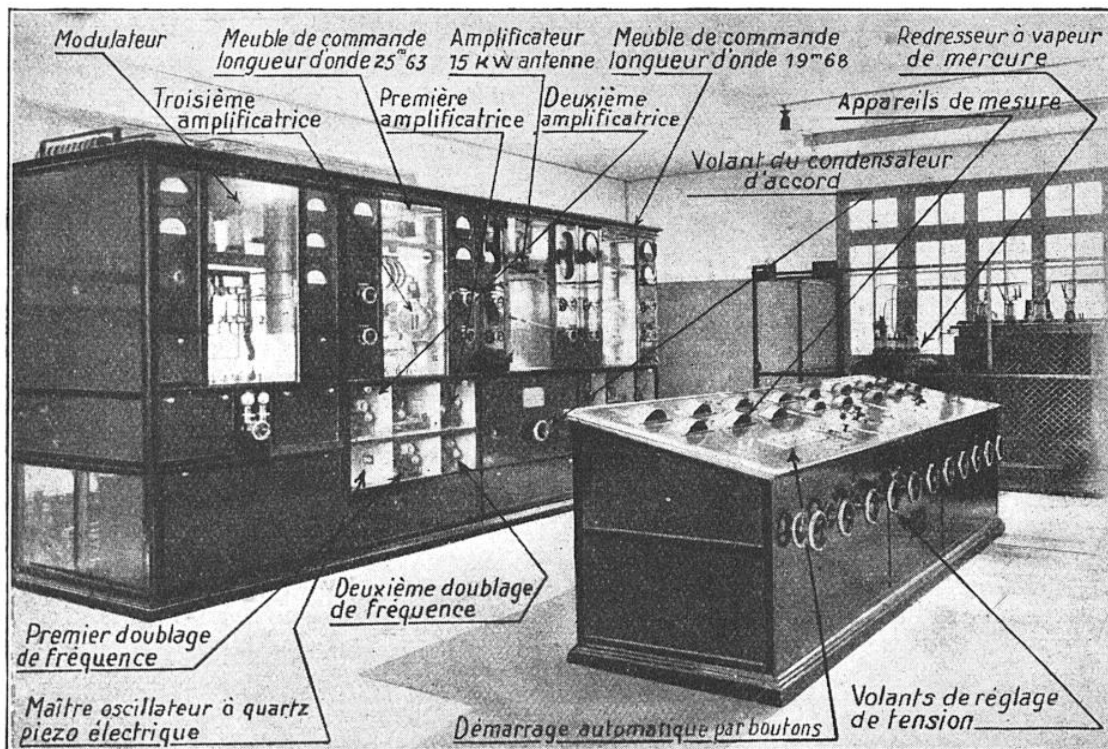
consistent, en principe, à interrompre à un rythme convenable l'émission des ondes hertziennes de manière à former des signaux conventionnels qui sont reçus et traduits par les correspondants.

### La radiodiffusion coloniale et les ondes courtes

La radiotéléphonie, comme la radiodiffusion, fait usage de la « modulation ». Mais,

d'opérer permet, à la fois, d'augmenter la portée du poste émetteur et la qualité de la transmission et d'en réduire la puissance, c'est-à-dire de réaliser d'importantes économies, tant sur les dépenses de première installation que sur les frais d'exploitation.

Cette propriété des ondes courtes a, d'ailleurs, été mise à profit également en radiodiffusion, pour les émissions métropolitaines de radiodiffusion coloniale. C'est



LE POSTE ÉMETTEUR ET LE PUPITRE DE COMMANDE DE LA NOUVELLE STATION DE RADIO-DIFFUSION COLONIALE DE PONTOISE, PRÈS PARIS

alors qu'une station de radiodiffusion, pour remplir la mission qui lui est confiée, doit rayonner, sous la forme d'ondes hertziennes, de l'énergie répartie aussi uniformément que possible dans tous les azimuts, un poste de radiotéléphonie, pour entrer en communication avec un correspondant particulier, au contraire, a intérêt à émettre le maximum d'énergie dans la direction de ce correspondant et le minimum dans l'espace restant ; c'est pourquoi, aujourd'hui, la radiotéléphonie fait presque exclusivement usage des ondes courtes (1), qu'il est possible, grâce à des antennes spéciales, de « projeter » dans une direction privilégiée. Cette manière

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 160, page 325.

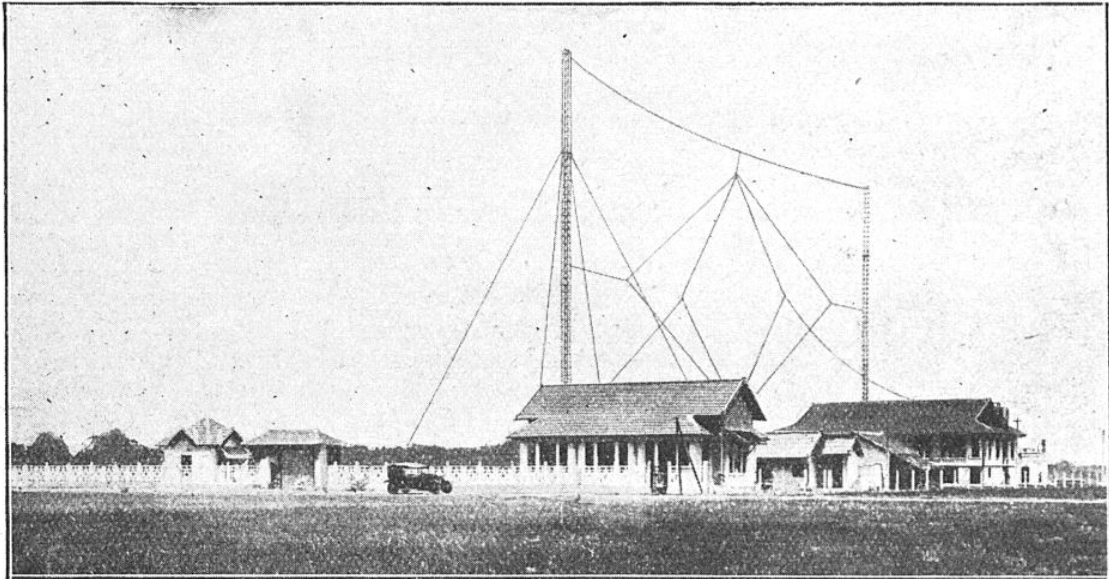
ainsi que le poste français de Pontoise émet, suivant les heures, soit sur la longueur d'onde de 19 m 68, avec antenne dirigée de l'est à l'ouest pour les colonies d'Asie, soit sur 25 m 20 avec antenne dirigée du nord au sud pour les colonies d'Afrique, soit enfin, sur 25 m 63 avec antenne orientée de l'est à l'ouest, à l'intention des colonies d'Amérique et d'Océanie. Les aériens de la station de Pontoise ne sont cependant pas, à proprement parler, des aériens « projecteurs », en ce sens que l'effet directif est relativement faible ; il convient, en effet, de pouvoir toucher toujours le plus grand nombre d'auditeurs, ce qui exclut l'emploi d'un faisceau d'ondes dirigées trop étroit pour la radiodiffusion.



### La transmission intégrale de toutes les fréquences musicales présente de grandes difficultés

En radiotéléphonie comme en téléphonie ordinaire, on ne cherche à transmettre que des paroles intelligibles et non les sonorités exactes reçues par le microphone devant lequel les sons sont émis. C'est-à-dire qu'on peut admettre sans aucun inconvénient une certaine déformation de ces sons au cours de la transmission.

ment de cette valeur, est de 174.000 périodes par seconde. Supposons, d'autre part, que, devant le microphone du studio d'émission, on fasse entendre un son simple, de fréquence 500, par exemple. Le courant microphonique qui en résultera sera un courant ondulé dont l'intensité passera 500 fois par seconde par un maximum. Après amplification convenable, les variations de ce courant (basse fréquence) serviront à « moduler » les oscillations électriques (haute fréquence) du poste émetteur, c'est-à-dire à faire varier



LE POSTE DE RADIODIFFUSION COLONIALE A ONDES COURTES, D'UNE PUISSANCE DE 12 KILOWATTS, ÉDIFIÉ PRÈS DE SAÏGON (COCHINCHINE)

*L'antenne est soutenue par deux pylônes haubanés de 50 mètres de hauteur. Les deux cadres carrés, visibles sur cette photographie, permettent d'obtenir un rayonnement uniforme dans toutes les directions. Pour éviter l'affaiblissement de la réception des ondes courtes à des distances comprises entre 50 et 300 kilomètres, la station émet simultanément sur ondes courtes et sur ondes moyennes.*

Au contraire, en radiodiffusion, pour qu'une audition musicale soit très bonne, il faut que les timbres des instruments conservent leur valeur et que, pour la transmission de la parole, les consonnes les plus difficiles à transmettre, les *s* et les *f* en particulier, ne subissent pas de déformation appréciable. L'idéal serait donc, dans ce cas, de transmettre toutes les fréquences dites musicales (généralement appelées basses fréquences) comprises entre 15 et 15.000 périodes par seconde. En pratique, cela est impossible.

En effet, une station de radiodiffusion, Radio-Paris, par exemple, émet sur la longueur d'onde de 1.724 mètres. La fréquence des ondes émises, qui se déduit immédiate-

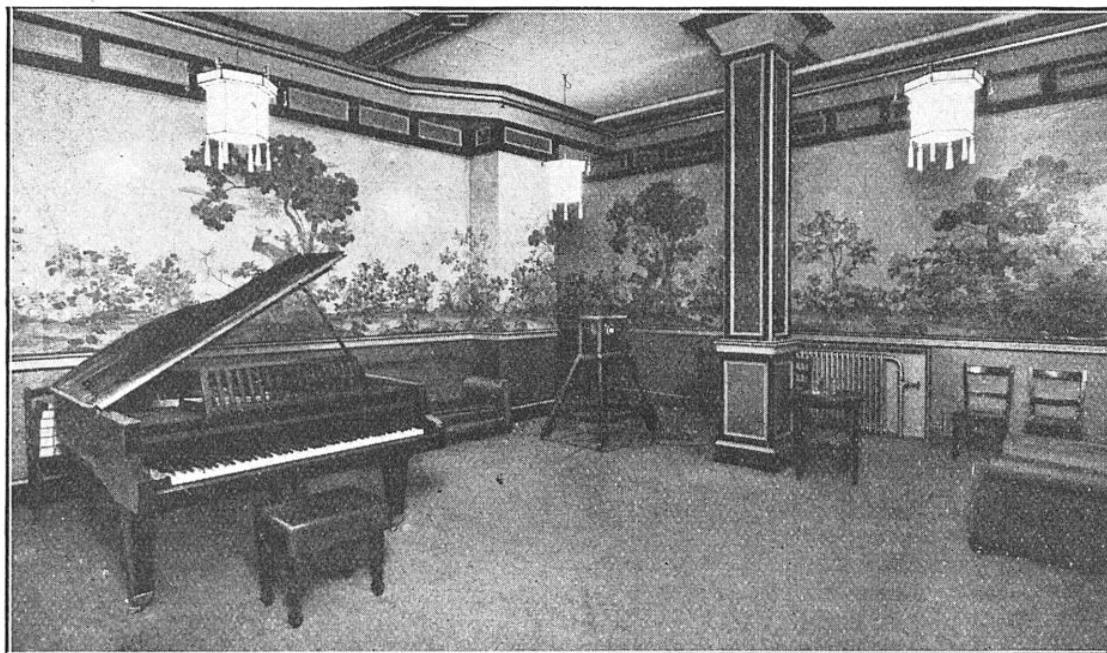
leur amplitude au rythme de 500 périodes par seconde.

Or, en pratique, tout se passe, dans le cas que nous considérons, comme si l'antenne du poste émettait, simultanément, *sur trois longueurs d'onde*, des vibrations ayant toutes une amplitude constante (non modulée) : d'abord, une onde dite onde *porteuse*, ayant la fréquence nominale du poste, 174.000 périodes par seconde en l'espèce ; puis deux autres ondes, dont l'une a 500 périodes de plus et l'autre 500 périodes de moins que l'onde porteuse. La fréquence de l'onde porteuse ne change pas ou, plus exactement, ne devrait pas changer avec la modulation, ce qui, en pratique, présente quelque difficulté.



Si le son que nous avons supposé simple jusqu'ici est remplacé par un son complexe, parole ou musique, résultant de la superposition de plusieurs sons simples, l'émission modulée du poste pourra être décomposée en un nombre beaucoup plus grand d'ondes partielles, chaque groupe de deux ondes symétriques par rapport à la fréquence de l'onde porteuse correspondant à une des vibrations simples qui composent le son émis. L'onde modulée pourra donc être

récepteurs étaient parfaits. Cela n'est pas, malheureusement : sélectivité et qualité de reproduction ne sont guère compatibles. Un récepteur très sélectif, qui permet de « séparer » deux postes à longueurs d'onde voisines, ne pourra pas recevoir, dans des conditions égales, les ondes dont les fréquences s'étalent sur 30.000 périodes. De plus, encore faut-il, pour qu'une audition ne soit troublée par aucun autre poste, que les bandes de modulation de ces derniers ne



UN DES STUDIOS D'ÉMISSION INSTALLÉS A SAVOY HILL (LONDRES), RELIÉS PAR QUATRE CIRCUITS TÉLÉPHONQUES SPÉCIAUX A LA NOUVELLE STATION DE RADIODIFFUSION DE LA « BRITISH BROADCASTING COMPANY », ÉDIFIÉE A BROOKMAN'S PARK, PRÈS DE LONDRES

assimilée à la superposition de l'onde porteuse et de deux séries d'ondes latérales de fréquences complexes. Ces deux ensembles d'ondes latérales constituent les *bandes de modulation*. La largeur de chacune de ces bandes s'étendra sur 15.000 périodes par seconde, si nous voulons transmettre toutes les fréquences nécessaires à une audition excellente.

En résumé, notre poste émettra des ondes dont les fréquences seront comprises dans une bande de 30.000 périodes de large. Ainsi, Radio-Paris émettrait, dans ces conditions, des ondes dont les fréquences varieraient entre 159.000 et 189.000 périodes par seconde.

Les auditions seraient parfaites ainsi, si les

viennent pas recouvrir en partie celles du poste que nous considérons. Par suite, la différence de fréquence entre les ondes porteuses de deux stations voisines dans l'échelle des longueurs d'ondes devrait être d'au moins 30.000 périodes par seconde. Il n'en est, évidemment, pas ainsi en pratique.

L'expérience a montré qu'on pouvait, sans le moindre inconvénient, supprimer les sons de fréquence élevée et se préoccuper uniquement de transmettre sans distorsion les fréquences inférieures à 5.000 ou 6.000 périodes par seconde.

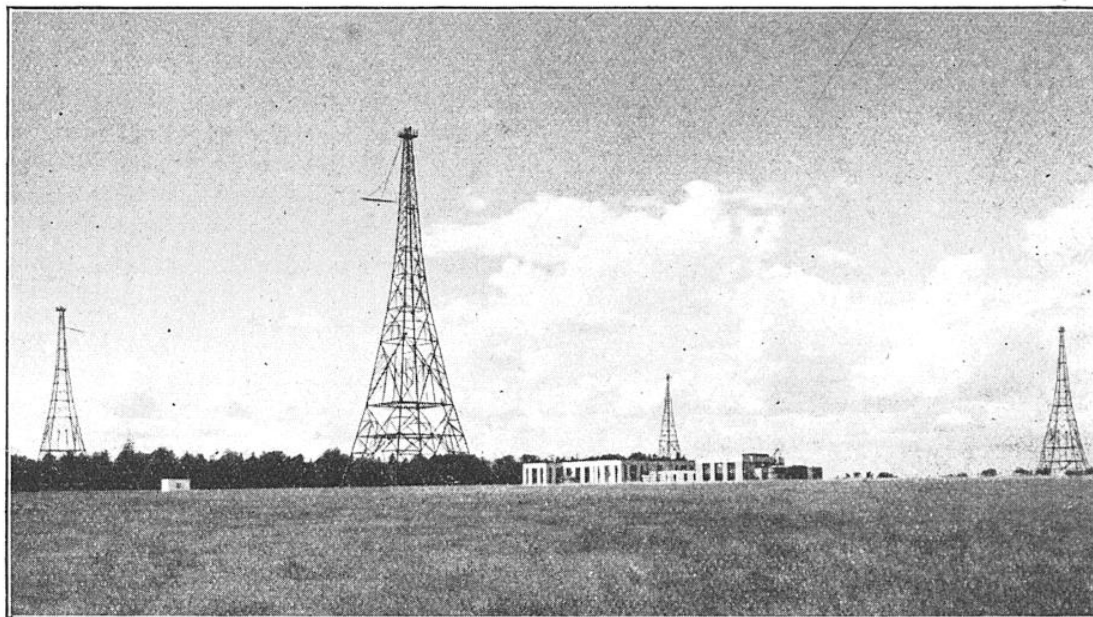
D'ailleurs, les sons de fréquences supérieures, quoique considérablement affaiblis, subsistent, en réalité, toujours et améliorent, malgré tout, la qualité des auditions.



### Comment on assure aujourd'hui la stabilité des fréquences des postes d'émission

La gamme des fréquences doit donc, théoriquement, être divisée en tranches de 10.000 périodes par seconde, chacune étant attribuée à un poste. En pratique, il y a peu d'inconvénients à ce que deux stations d'émission éloignées l'une de l'autre et de faible puissance aient des longueurs d'onde

Les variations de longueur d'onde que peut subir une station de radiodiffusion sont de deux sortes. Une première cause résulte de la modulation même. Celle-ci, en effet, s'effectue le plus souvent aujourd'hui en faisant varier la tension anodique ou tension plaque des lampes oscillatrices suivant les oscillations basse fréquence du courant microphonique convenablement amplifiées. Ces variations de tension réagissent sur le maître oscillateur qui détermine la fréquence de



LA NOUVELLE STATION DE RADIODIFFUSION DE BROOKMAN'S PARK, PRÈS DE LONDRES

*Ce nouvel émetteur est destiné à desservir la région de Londres et les comtés du Sud-Est ; tout en permettant la réception au moyen d'appareils bon marché, il donne aux auditeurs le choix entre deux programmes différents. Chacune des deux antennes utilisées dans ce but est supportée par deux pylônes d'acier non haubanés, de 60 mètres de haut, disposés parallèlement. Le bâtiment d'émission proprement dit est édifié entre les deux antennes.*

voisines. De même, on peut admettre, en général, que les bandes latérales de deux postes voisins peuvent chevaucher légèrement. Dans ce cas, par un phénomène d'hétérodyne, des sons parasites de fréquences élevées prennent naissance dans les récepteurs, mais, comme ils ont une très faible intensité, ils sont peu gênants et on peut les négliger.

Deux stations à longueurs d'onde voisines sont donc normalement séparées par un intervalle de fréquence très faible. Il convient d'éviter toute variation accidentelle de fréquence qui peut entraîner des troubles considérables dans la réception, surtout dans le cas de postes à grande puissance.

l'onde porteuse et changent ses conditions de fonctionnement. Pour y remédier, on est amené à introduire, entre le maître oscillateur et le premier étage d'amplification un *étage séparateur*, qui n'est autre qu'un étage d'amplification de coefficient unité servant de tampon.

Mais les plus importantes variations de longueur d'onde proviennent des conditions générales de réglage, des variations des constantes des circuits oscillants, de l'antenne, etc. C'est cette variation qui est la plus dangereuse, car c'est elle qui fait que l'émission se déplace et vient empiéter sur les longueurs d'onde des stations voisines. C'est pour éliminer ce danger qu'on utilise



aujourd'hui un *maître oscillateur* qui doit demeurer toujours pratiquement invariable. Il fonctionne, en quelque sorte, comme un diapason qui donne invariablement le « ton » de l'émission.

Ainsi, à la station de radiodiffusion de Varsovie, la plus puissante d'Europe, équipée d'un poste émetteur type Marconi, le circuit oscillant du maître oscillateur est de construction extrêmement rigide et est enfermé dans une chambre maintenue toujours à la même température, pour éviter toute déformation des circuits. La fréquence de l'oscillateur reste constante à un cinquante-millième près. Le réglage s'effectue en manœuvrant un condensateur variable dont on lit la position sur un vernier. La capacité de ce condensateur de réglage est une faible fraction de la capacité totale du circuit oscillant, ce qui permet de régler la longueur d'onde avec une très grande précision.

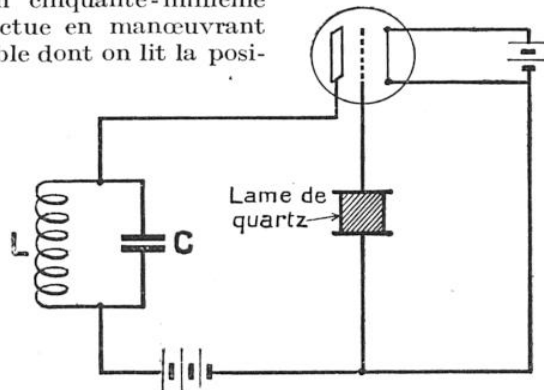
### Le quartz piézo-électrique stabilise la fréquence à un cent millième près

Une fixité presque parfaite de la longueur d'onde est obtenue généralement aujourd'hui dans tous les postes modernes par l'emploi de maîtres oscillateurs à quartz piézoélectriques (1). Une lame de quartz, introduite dans un circuit électrique oscillant, se comporte comme un résonateur d'amortissement très faible pour des vibrations de fréquence bien déterminées.

La figure ci-dessus montre le principe du montage d'un quartz piézoélectrique. La moindre variation du potentiel de la grille suffit pour amorcer les oscillations du quartz qui ne peuvent être entretenues que pour sa fréquence propre. Le couplage entre le circuit de grille et le circuit de plaque est assuré d'une manière suffisante par la capacité interne entre la grille et le filament de la triode. La fréquence des oscillations est d'une très grande stabilité, pratiquement indépendante des conditions d'alimentation de la lampe triode. Dans les émetteurs puis-

sants, le circuit à quartz est utilisé pour commander la grille d'une triode puissante.

Pour les stations d'émission à ondes courtes (fréquence très élevée), il est pratiquement impossible de tailler des cristaux de quartz donnant directement la fréquence voulue, pour des raisons de fragilité. On tourne alors la difficulté en adjoignant au système stabilisateur ordinaire des étages de *doublage de fréquence*. La stabilité obtenue par ce procédé atteint un cent-millième. Le quartz piézoélectrique doit être évidemment maintenu rigoureusement à température constante au moyen d'un thermostat.



SCHEMA DE PRINCIPE DU MONTAGE D'UN QUARTZ PIÉZOÉLECTRIQUE POUR LA STABILISATION DE LA FRÉQUENCE DES POSTES ÉMETTEURS RADIOPHONIQUES

*En prenant pour la self L une valeur convenable, le quartz piézoélectrique se met à vibrer avec sa fréquence propre. La capacité C peut varier dans de grandes limites sans que la stabilité de ces oscillations soit compromise. Le couplage du circuit de plaque avec le circuit de grille, nécessaire à l'entretien des oscillations, est assuré uniquement par la capacité grille-plaque.*

à une longue et patiente recherche des diverses causes de distorsion et des moyens de les éviter.

Si nous suivons les transformations des sons depuis le microphone de l'auditorium jusqu'à l'antenne, nous voyons que déjà, au premier stade, se pose un problème capital d'acoustique. Malgré les progrès réalisés dans l'aménagement des studios, la technique n'a certainement pas dit son dernier mot. Entre les procédés mis en œuvre dans les différents pays existent des différences sensibles. Ainsi, alors qu'en France et en Allemagne, on laisse subsister dans l'auditorium un faible écho naturel, les Anglais, de leur côté, cherchent à réaliser un écho artificiel réglable. Pour cela, ils superposent aux sons émis directement une reproduction de ces

### Les progrès accomplis pour l'amélioration de la qualité des émissions

Si l'on songe au nombre de transformations que subissent les sons, depuis leur réception dans le microphone jusqu'à leur émission par le haut-parleur de l'auditeur, on ne peut manquer d'être émerveillé par la qualité du résultat obtenu par la plupart des postes modernes. Les progrès réalisés au cours de ces dernières années dans la voie de l'amélioration de la qualité de l'émission ont été remarquables : ils sont dus

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 145, page 17.



mêmes sons par haut-parleur. En faisant varier dans le courant microphonique total la proportion d'écho artificiel, on arrive à donner aux auditeurs des illusions acoustiques assez curieuses en ce qui concerne les dimensions du local où est exécuté le concert.

Evidemment, ce procédé présente le désavantage d'apporter une cause supplémentaire de distorsion des sons, une reproduction par haut-parleur étant nécessairement imparfaite.

### Les câbles spéciaux de radio-diffusion

Les stations émettrices puissantes doivent, d'autre part, être édifiées à une certaine distance des agglomérations, car la forte puissance émise entraîne, à proximité de l'émetteur, une certaine difficulté de réception des autres stations de radiodiffusion. L'auditorium doit donc être relié au bâtiment d'émission par un câble téléphonique spécial, dont la réalisation présente quelques difficultés.

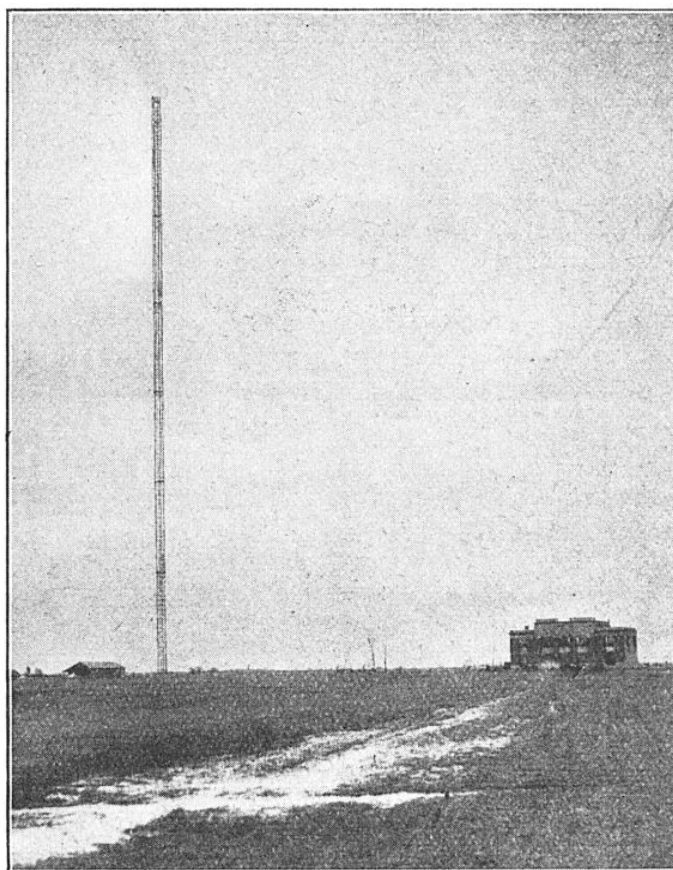
En premier lieu, il convient d'éviter toute perturbation d'origine extérieure due soit à des lignes de transport d'énergie électrique, soit à des circuits télégraphiques ou téléphoniques voisins. La forte amplification des courants transmis par la ligne produirait des effets désastreux. Aussi recouvre-t-on le câble d'une enveloppe métallique.

D'autre part, toutes les fréquences musicales que la station cherche à émettre sans distorsion doivent lui parvenir sans avoir subi la moindre déformation de la part du câble. Cela exige un soin tout particulier dans sa fabrication.

C'est ainsi que la liaison entre la nouvelle station de la Compagnie française de radiophonie (Radio - Paris) et les auditoriums de Paris sera assurée par un câble d'une longueur de 40 kilomètres. Ce câble est d'une constitution tout à fait particulière. Il comprend trois paires de conducteurs pour la radiodiffusion et quatre paires pour le téléphone ordinaire. Ses paires de radiodiffusion sont placées sous écran d'aluminium et protégées par une gaine de plomb, une enveloppe de fils d'acier et, en certaines parties, une enveloppe de fils de cuivre.

A l'arrivée au poste émetteur, le câble

téléphonique est toujours connecté à un amplificateur à travers un correcteur. Ce dernier appareil joue le rôle d'une ligne artificielle dont on peut faire varier à volonté les caractéristiques électriques, self-induction et capacité, de manière que cette ligne artificielle provoque un affaiblissement des courants transmis variant avec la période, comme cela se produit pour la ligne réelle, mais en sens inverse.



LA NOUVELLE STATION DE RADIODIFFUSION DE LA COMPAGNIE FRANÇAISE DE RADIOPHONIE (RADIO-PARIS) AUX ESSARTS-LE-ROI, PRÈS RAMBOUILLET

*Cette station sera la première en France à émettre avec une puissance de 80 kilowatts, qui pourra être portée, par la suite, à 120 kilowatts. L'antenne est supportée par trois pylônes de 210 mètres de hauteur — dont l'un est visible ici — disposés aux sommets d'un triangle équilatéral de 315 mètres de côté.*



### De nouveaux procédés de modulation permettent d'augmenter la puissance des postes

Les courants à basse fréquence provenant des amplificateurs du courant microphonique arrivent de cette manière au poste d'émission et servent à moduler les courants à haute fréquence engendrés par le maître oscillateur du poste. Le résultat de cette modulation se traduit par une variation de l'intensité de ces derniers courants, variation dont la valeur correspond à ce qu'on appelle le « taux de modulation » du poste.

La puissance réelle rayonnée par l'antenne dépend de ce « taux de modulation » ; on aura donc intérêt à en augmenter le plus possible la valeur, d'ailleurs variable avec l'intensité des sons émis. Jusqu'à présent, ce taux de modulation ne dépassait pas 70 % dans les montages les plus favorables. Actuellement, les nouveaux postes à ondes longues et moyennes atteignent couramment 100 % et les postes à ondes courtes, 60 %.

Pour cela, le procédé de modulation le plus en faveur consiste à utiliser le montage dit à *haute fréquence modulée*, qui consiste à effectuer la modulation sur un étage de quelques dizaines de watts de puissance, l'amplification à grande puissance s'effec-

tuant sur le courant haute fréquence ainsi modulé et non, comme on le faisait jusqu'à présent, sur le courant de haute fréquence et sur le courant modulé séparément. Ce système est seul compatible avec de grandes puissances, car la modulation par contrôle d'anode dans le dernier étage conduirait

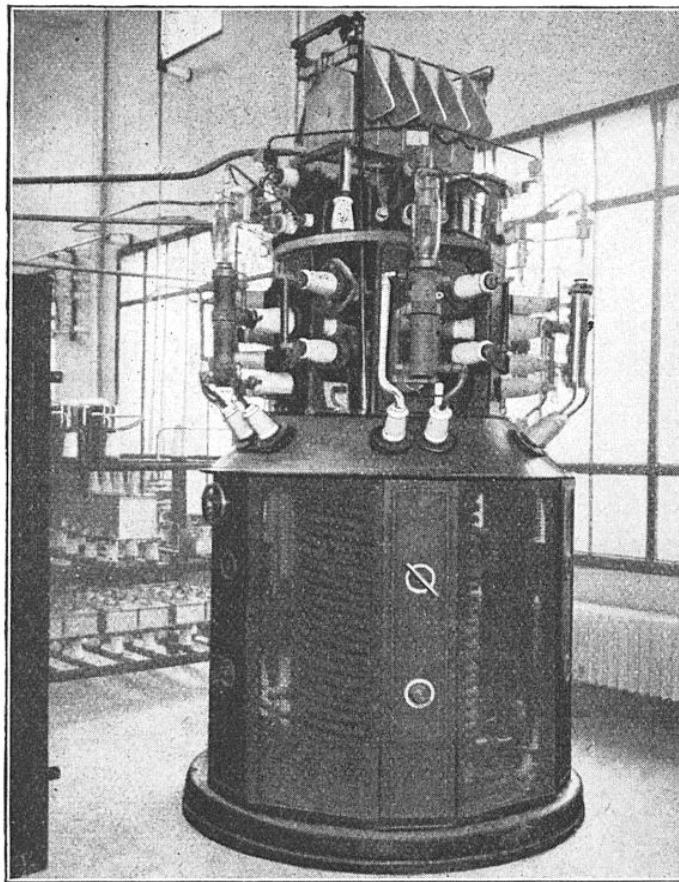
à donner à la self de parole des dimensions exagérées.

Un autre procédé d'invention purement française, dû à l'éminent spécialiste M. Chireix, est connu sous le nom de *modulation à déphasage* et a pour but de faire travailler les lampes des étages successifs d'amplification à excitation de la grille sensiblement constante, c'est-à-dire dans les meilleures conditions de rendement. Il est vraisemblable que tous les nouveaux postes de radiodiffusion utiliseront ce montage qui double presque le rendement des triodes du dernier étage d'amplification.

La puissance

antenne prévue du nouveau poste de Radio-Paris est de 80 kilowatts environ, avec le montage en « haute fréquence modulée », et sera portée à 120 kilowatts par l'utilisation de ce nouveau système.

Le nombre des lampes triodes à grande puissance du dernier étage d'amplification du poste émetteur ne s'en trouvera pas augmenté et la consommation d'énergie électrique restera sensiblement la même.



UNE DES TOURELLES PORTANT LES LAMPES TRIODES A CIRCULATION D'EAU DE LA NOUVELLE STATION DE RADIO-PARIS

*Cette lampe triode, timbrée à 20 kilowatts, fait partie d'un groupe de 6 lampes semblables constituant le dernier étage d'amplification du poste.*

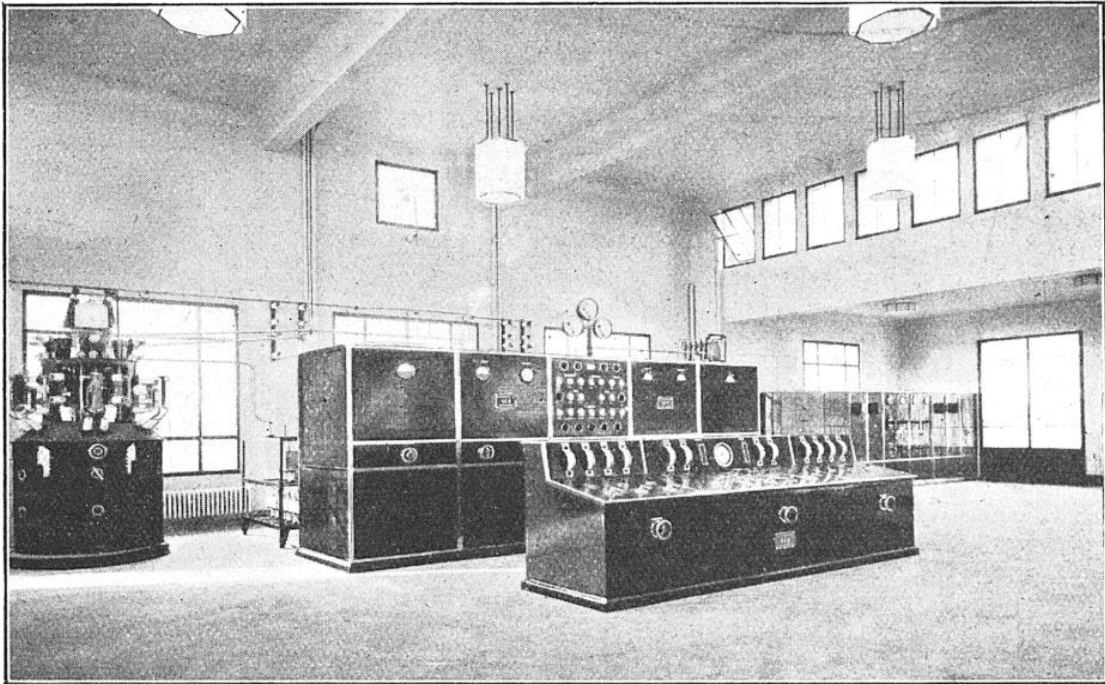


### L'avenir de la radiodiffusion

Ainsi donc, pour nous résumer, la *stabilité* des émissions est aujourd'hui acquise avec une précision suffisante, grâce à l'emploi de maîtres-oscillateurs à quartz piézoélectrique ; la *qualité* des émissions, grâce à de nombreux perfectionnements de détails est à peu près satisfaisante ; enfin, l'augmenta-

impossible de trouver de la place pour des stations nouvelles. Dans quelle voie convient-il de chercher la solution de ce problème ?

Certains pays préconisent l'emploi d'une longueur d'onde commune à tous les petits postes de radiodiffusion locale ou régionale. Ce procédé est mis en œuvre, en particulier, aux Etats-Unis, en Angleterre, en Alle-



LA SALLE D'ÉMISSION DE LA NOUVELLE STATION DE RADIODIFFUSION DE LA COMPAGNIE FRANÇAISE DE RADIOPHONIE (RADIO-PARIS) AUX ESSARTS-LE-ROI, PRÈS DE RAMBOUILLET

*Au premier plan se trouve le pupitre général de commande, portant tous les organes nécessaires à la mise en marche et à l'arrêt du poste, ainsi que les appareils de signalisation et de contrôle. A l'arrière, on remarque le meuble d'émission, contenant le maître-oscillateur, deux étages d'amplification avant modulation par le courant microphonique, et un amplificateur muni de deux triodes de quelques centaines de watts pour le courant haute-fréquence modulé. A gauche, se trouve une des tourelles portant les triodes à circulation d'eau du dernier étage d'amplification.*

tion du *taux de modulation*, conjuguée avec l'accroissement de *puissance* des postes permet d'atteindre un public plus nombreux et, en même temps, d'améliorer les conditions de réception des auditeurs rapprochés. Mais il devient tous les jours plus urgent de résoudre un autre problème : le problème de l'embouteillage hertzien.

En Europe, le nombre des stations de radiodiffusion dépasse 200 ; aux Etats-Unis, il est voisin de 600. Les stations sont actuellement si serrées dans la gamme des fréquences qu'il est devenu pratiquement

impossible de trouver de la place pour des stations nouvelles. Evidemment, il est indispensable, dans ce cas, que toutes les stations d'un même réseau diffusent le même programme et que les ondes porteuses des divers postes aient des longueurs d'onde très voisines. Ceux-ci doivent être en relation directe par câble avec un centre d'émission où le programme commun est exécuté.

On peut prévoir que, dans l'avenir, les diverses stations pourront être réunies par des communications par ondes très courtes, de l'ordre de quelques centimètres, qui furent expérimentées récemment entre la

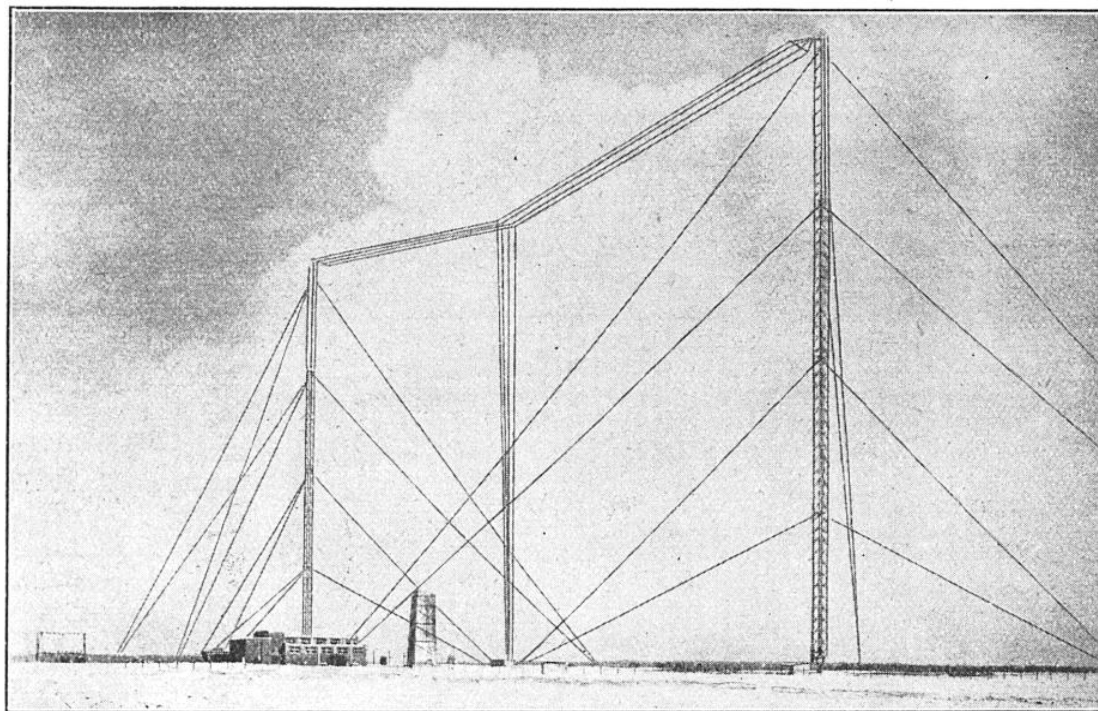


France et l'Angleterre (1). On pourrait ainsi éviter l'emploi de câbles spéciaux qui reviennent fort cher.

On peut également songer, d'autre part, à appliquer à la radiodiffusion les procédés de transmission par *bande latérale unique*, déjà mis au point tant pour la téléphonie par courants porteurs (2) que pour la radiotéléphonie (3). Comme son nom l'indique,

des sons de fréquences élevées et améliorer ainsi la qualité des émissions) et augmenter le nombre des postes. Malheureusement, des difficultés surgissent du côté de la réception, où il faut reconstituer l'onde porteuse, ce qui entraînerait le remaniement de tous les postes récepteurs existants.

Quelles que soient les difficultés présentes, nous pouvons faire confiance aux techni-



LA STATION DE RADIODIFFUSION LA PLUS PUISSANTE D'EUROPE EST CELLE DE RASZYN, PRÈS DE VARSOVIE (POLOGNE)

*Cette station est équipée d'un poste type Marconi, d'une puissance de 158 kilowatts. L'antenne est supportée par deux pylônes haubanés de 200 mètres de hauteur. Des dispositifs spéciaux sont prévus pour faire fondre la glace ou la neige qui pourrait se déposer sur l'antenne et la détériorer pendant l'hiver.*

ce procédé consiste à supprimer, à l'aide de filtres électriques convenables, une des bandes latérales de modulation, dont nous avons parlé tout à l'heure, et même l'onde porteuse. Seule subsiste l'une des bandes latérales, la bande supérieure généralement. De cette manière, on pourrait à la fois élargir la bande restante (c'est-à-dire transmettre

ciens pour trouver la solution de ce délicat problème. Les résultats actuellement acquis nous en sont garants. Depuis les premières expériences de Pittsburgh, aux États-Unis, en 1920, la radiodiffusion a pris en dix ans une telle place dans la vie moderne qu'on peut affirmer sans crainte que jamais on n'a vu une industrie se développer aussi rapidement et offrir aujourd'hui encore de pareilles perspectives d'avenir.

J. BODÉT.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 169, page 38.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 160, page 306.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 171, page 177.



# LES FLOTTES MODERNES DE COMBAT

## L'ÉVOLUTION DE LA CONSTRUCTION NAVALE DANS LE MONDE

Par André LAMOUCHE

INGÉNIEUR EN CHEF DU GÉNIE MARITIME

*Le bâtiment allemand Deutschland, lancé à Kiel le 19 mai 1931, peut être considéré comme le modèle des applications des progrès les plus récents de la technique moderne à la construction navale militaire. Il en constitue, en quelque sorte — à ce jour — le terme, du point de vue de son évolution, en tenant compte des progrès réalisés par la science et l'industrie. En effet, les problèmes que soulève la construction navale touchent à tous les domaines scientifiques et techniques : l'établissement d'un bâtiment de combat exige aujourd'hui de longues et minutieuses études pour en dresser les plans, études rendues plus ardues encore par les limitations de poids imposées aux ingénieurs du génie maritime. Si l'on veut suivre l'évolution de cette technique, il est tout d'abord indispensable de savoir classer les navires de combat les uns par rapport aux autres. Il ne suffit pas, pour cela, de comparer leurs poids, il importe surtout d'examiner comparativement leurs qualités résistantes actives, afin d'établir ce que l'on peut appeler le rendement de l'unité de poids de matière ou, plus exactement, le poids de l'unité d'énergie concentrée dans les diverses installations. Notre éminent collaborateur — l'un des ingénieurs en chef les plus savants de notre admirable corps du génie maritime — nous fait ici pénétrer dans ce domaine — quelque peu fermé au profane — de la technique navale, pour nous montrer comment les tendances actuelles ont poussé nos spécialistes à chercher la qualité plutôt que la quantité. On a été ainsi amené à construire des bâtiments de combat extrêmement « poussés ».*

### Quantité et qualité

**I**L n'est pas de domaine où la technique soit astreinte à suivre de plus près les progrès de la science, et dans un plus grand nombre de branches simultanément, que la construction navale militaire.

Les multiples découvertes ou inventions utilisables dans ce vaste domaine, et l'acuité croissante de la concurrence internationale, ont conduit à augmenter, dans une mesure considérable, la variété des installations dont est muni le navire de combat, tout en augmentant aussi, sans cesse, leur puissance et leur efficacité.

La difficulté du problème est aggravée ici, comparativement aux autres branches de l'industrie et de la technique, par les conditions limitatives de *poids* qui dominent impérieusement toute la question.

Sans parler même de la construction aéronautique, sœur cadette de la construction navale, ces limitations de poids s'imposent déjà, en tout domaine comportant

mouvement, transformation d'une forme quelconque d'énergie en énergie cinétique. C'est le cas, notamment, de tout ce qui est industrie de transport : construction ferroviaire, construction automobile, etc. Pour éviter de dépenser de l'énergie en pure perte, en transportant inutilement des *poids morts*, et pour réduire, par conséquent, les frais d'exploitation, on est conduit à alléger la construction dans toute la mesure compatible avec la résistance, l'endurance, la stabilité, l'adhérence, etc. (1).

C'est aux progrès de la métallurgie et à ceux qui peuvent être réalisés dans la conception des appareils, dans le dessin et l'usinage des pièces, que la solution de ces problèmes d'allègement économique de la construction est couramment demandée.

Mais cette condition de poids est encore plus tyrannique dans la construction navale (et dans la construction aéronautique). La condition *dynamique*, qui vient d'être mentionnée, existe aussi, en effet, dans la cons-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 166, page 331.



truction navale. Elle y prend même une importance plus grande encore, parce qu'ici il ne s'agit pas seulement d'économie d'exploitation au sens financier, mais aussi au sens militaire, la vitesse et le rayon d'action qu'on pourra donner au navire dépendant essentiellement de cette économie d'énergie motrice.

Mais à cette condition dynamique s'ajoute une condition *statique* plus fondamentale encore : elle résulte du fait que le navire, au lieu de prendre appui sur une surface offrant une résistance pratiquement indéfinie, est supporté par un fluide dont la densité seule, concurremment avec le volume de la partie du flotteur dont on peut accepter l'immersion, détermine l'importance de l'appui qu'il peut effectivement fournir à ce flotteur : c'est le principe d'Archimède.

Il faut donc que le navire, toutes choses égales d'ailleurs, soit, au total, le plus léger, « le moins dense » possible. Et les installations dont on pourra le munir, seront d'autant plus nombreuses et d'autant plus puissantes, que pour une efficacité égale leur poids sera moins élevé.

On voit donc, dans l'évolution de la construction navale, un double courant se dessiner : courant d'accroissement *quantitatif*, c'est-à-dire augmentation des poids, donc du déplacement total affecté à chaque unité navale ; et courant d'accroissement *qualitatif*, c'est-à-dire augmentation de l'efficacité et de la puissance de chaque installation pour un poids déterminé des matériaux dont elle est faite, et, finalement, pour un déplacement donné du navire.

Qu'une cause quelconque vienne endiguer le courant quantitatif (une convention limitant les déplacements et le nombre des unités, comme l'a fait la Convention de Washington) le courant qualitatif n'en continuera pas moins à agir, et même, naturellement, à s'intensifier : la course à la quantité sera remplacée par la course à la qualité.

Or, cette course à la qualité (comme on

l'a indiqué plus haut, et comme on le montrera de façon plus détaillée dans ce qui suit), se ramène essentiellement à une course à l'allègement de toutes les installations, pour une puissance ou une efficacité données ; ou inversement à l'accroissement de cette puissance et de cette efficacité pour un poids déterminé.

Toute l'évolution de la construction navale est donc dominée par le principe d'Archimède et par ses conséquences techniques. La suite de cette étude nous montrera comment cette évolution s'est effec-

tuée, à quel terme elle est parvenue aujourd'hui, comment on peut en concevoir l'avenir.

### L'étude de l'évolution des flottes de combat

#### suppose une classification préalable

Pour parler d'évolution, il faut pouvoir identifier un type déterminé, et suivre ses transformations. Evolution suppose donc définition et classification préalables.

La classification la plus rationnelle sera évidemment celle qui fera intervenir toutes les qualités principales du bâtiment de combat, et qui établira, entre ces qualités

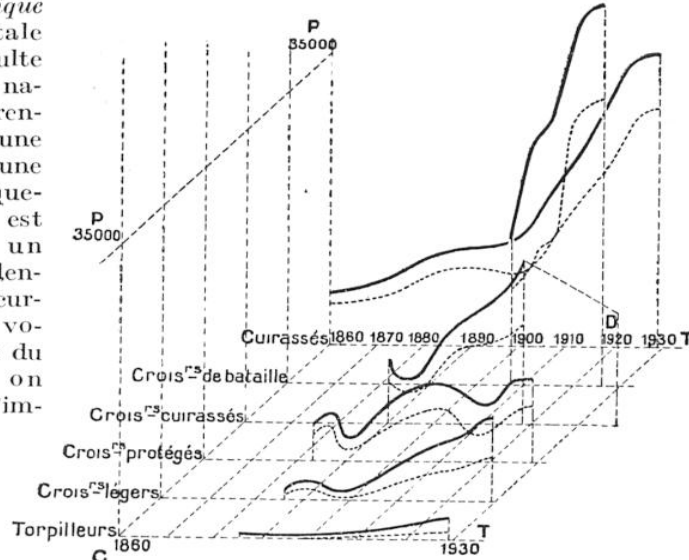


FIG. 1. - BILAN DES POIDS POUR LES DIFFÉRENTS TYPES DE BATIMENTS D'UNE FLOTTE MODERNE

Les courbes en traits pleins correspondent au poids total des bâtiments ; celles en pointillés, aux fractions de ces poids se rapportant aux qualités résistantes ; la distance entre les deux courbes correspond alors aux qualités actives. On remarque tout de suite que, pour toutes les catégories de bâtiments de guerre, les déplacements sont en augmentation continue. Le point marqué D correspond au cuirassé allemand Deutschland, qui a été classé ici avec les croiseurs cuirassés. Il se trouve en dehors de la courbe, car son tonnage a été limité par le traité de Versailles. Sur le bilan d'énergie (voir fig. 2), le point correspondant se place bien sur la courbe des croiseurs cuirassés, par suite du développement des qualités militaires de ce bâtiment.



diverses, une commune mesure, permettant de définir le type considéré par une proportion déterminée entre les diverses qualités envisagées.

Les qualités principales du bâtiment de combat ont été classées autrefois en qualités *offensives* et qualités *défensives*.

Ces deux notions ont pu se présenter sous une forme assez simple, avant la guerre, car le duel était alors circonscrit, à peu près, entre le canon et la cuirasse. Si l'on essaie de les approfondir aujourd'hui, on constate, au contraire, qu'elles se compliquent : 1° du fait de la multiplication rapide, en variété et en puissance, des engins offensifs dirigés contre le bâtiment de guerre, et des sujétions qui en résultent pour sa protection ; 2° du fait que ces notions un peu simplistes ne tiennent pas compte de facteurs stratégiques et tactiques aussi importants que la vitesse, le rayon d'action, les qualités nautiques, la résistance de la coque, etc., ni de l'extrême variété des solutions que les progrès de la technique moderne offrent à ces problèmes militaires.

Si l'on veut aboutir à une classification rationnelle des navires de guerre, il est nécessaire de faire intervenir toutes les qualités essentielles, *militaires* et *techniques*, du bâtiment. Et l'on s'aperçoit alors qu'elles peuvent se grouper en deux catégories, qu'on peut appeler *qualités actives* d'une part, et *qualités résistantes* d'autre part. Les premières comprendront notamment l'armement, la vitesse, les qualités manœuvrières, les qualités de puissance et de souplesse des différentes installations. Les autres com-

prendront la résistance de la coque, la protection, la flottabilité et la stabilité, les qualités nautiques, le rayon d'action, l'approvisionnement en munitions, les qualités d'endurance des diverses installations.

Cette classification des qualités étant supposée admise, les bâtiments de combat seront classés, à leur tour, d'après la part faite, dans

leur conception, aux qualités actives d'une part, aux qualités résistantes d'autre part.

On voit immédiatement, alors, que les bâtiments de combat se rangent très régulièrement, suivant une proportion croissante entre les qualités actives et les qualités résistantes, dans l'ordre ci-après :

Monitor ;  
Cuirassé lent ;  
Cuirassé rapide ;  
Croiseur de bataille ;  
Croiseur cuirassé ;  
Croiseur protégé ;  
Croiseur léger, éclaireur ;  
Contre-torpilleur, destroyer ;  
Torpilleur ;  
Vedette rapide, M. A. S.

La liste ci-dessus ne fait

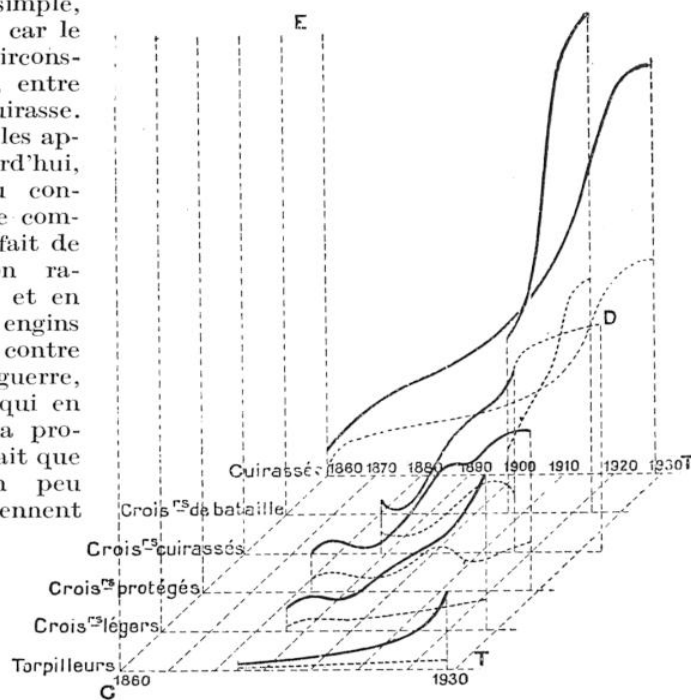


FIG. 2. — BILAN D'ÉNERGIE POUR LES DIFFÉRENTS BATIMENTS D'UNE FLOTTE MODERNE

Le bilan d'énergie se déduit du bilan des poids (voir fig. 1) en rapportant les poids des diverses installations à des caractéristiques de puissance ou d'énergie. On voit que la valeur militaire des bâtiments croît encore plus rapidement que leur poids. De plus, le cuirassé allemand Deutschland, bien qu'en régression, au point de vue tonnage, par rapport au croiseur cuirassé d'avant-guerre (voir fig. 1), représente un progrès sensible en puissance et efficacité, grâce à la qualité des installations, c'est-à-dire à la quantité d'énergie concentrée dans un même poids de matière.

pas expressément mention des types particuliers de bâtiments de combat nés de la *spécialisation* de certaines qualités actives ou résistantes, notamment des porte-avions et des sous-marins. On peut, cependant, les introduire dans cette classification, en constituant des sous-groupes.

Les divers porte-avions construits ou aménagés jusqu'à ce jour, ne sont, en effet, que des croiseurs de bataille, des cuirassés, des croiseurs cuirassés, des croiseurs légers, sur lesquels l'artillerie principale a été rem-



placée, plus ou moins complètement, par des avions. Il paraît rationnel (au moins à titre provisoire) de les répartir dans celles des catégories susdites auxquelles les apparente leur type général, en constituant seulement, dans chacune d'elles, un sous-groupe caractérisé par cette importante particularité d'ordre militaire et technique à la fois.

Quant aux sous-marins, leur arme principale étant la torpille, ils se trouvent logiquement rattachés au groupe des torpilleurs, leur vitesse plus faible étant compensée dans ce cas, aux points de vue offensif et défensif à la fois, par l'effet de surprise et par l'immunité spéciale que confère aux sous-marins la possibilité de s'immerger. Dans ce groupe général des torpilleurs, ils constitueront seulement un ou plusieurs sous-groupes bien distincts. (Les grands sous-marins de croisière, dans lesquels l'artillerie reprendrait la prépondérance, formeraient un sous-groupe des croiseurs légers.)

### Le principe d'Archimède et ses conséquences techniques

Il reste, pour arriver à une définition précise d'un type de bâtiment déterminé, à exprimer numériquement, en fonction d'une même unité, l'importance qui a été donnée, dans sa constitution, à chacune des grandes qualités actives ou résistantes.

C'est ce que tend à réaliser, dans une certaine mesure, l'expression de ces différents facteurs en unités de poids (bilan des poids, appelé aussi « devis des poids » dans la Marine); ou encore, pour permettre la comparaison, en pourcentages du déplacement. Mais, à l'heure actuelle, ces données numériques ne se prêtent pas à une comparaison suffisamment précise, en raison, d'une part, des types très variables des installations et, d'autre part, de l'arbitraire qui règne sur le mode de groupement des poids. Et cette difficulté s'accentuera à mesure que la technique ira se différenciant davantage.

Il est donc désirable d'exprimer les différentes qualités actives ou résistantes d'un bâtiment en fonction d'une unité telle, que cette expression résume, plus exactement que ne peut le faire un simple poids, l'importance ou l'efficacité qu'on a voulu attribuer à chaque installation.

Or, ce mode d'évaluation nous est fourni par la loi très générale qui a régi toute l'évolution des constructions navales, et qui n'est que l'extension technique du principe d'Archimède.

Ce qui donne la mesure la plus exacte d'une qualité quelconque, active ou résis-

tante, d'un bâtiment, c'est toujours la quantité d'énergie correspondante.

Qu'il s'agisse de l'énergie résistante de la coque, de l'énergie résistante des blindages; qu'il s'agisse de la puissance propulsive de l'appareil moteur, de la puissance destructive de l'artillerie, toute l'évolution qualitative des constructions navales a été régie, techniquement, par cette loi générale, qui est la conséquence directe du principe d'Archimède : *la réduction systématique du poids de l'unité d'énergie (ou de l'unité de puissance) concentrée dans les diverses installations.*

Cette tendance générale mérite d'être illustrée par quelques exemples. Pour la coque, la substitution du fer au bois, tout en augmentant la résistance de la dite coque, permet de réduire son poids du tiers environ, et de réaliser, en outre, un gain de 15 à 20 % sur la capacité intérieure disponible (le gain de capacité est presque aussi intéressant que le gain de poids). Le remplacement du fer par l'acier doux procura un nouveau gain de poids relatif de 15 %. L'emploi de l'acier mi-dur donna une nouvelle économie de 7 %.

Et cet effort se poursuit sans arrêt, par la recherche de nouveaux aciers à plus haute limite élastique et à module d'élasticité plus grand; par l'amélioration du mode de construction (construction longitudinale; participation des blindages à la résistance de la coque); par l'emploi des métaux légers (duralumin, etc.); par la substitution de la soudure électrique au rivetage, etc.

Pour la protection, sans reprendre l'histoire de la fabrication des blindages, si instructif cependant, et si étroitement lié aux progrès de la sidérurgie, on peut illustrer l'importance des étapes franchies, en indiquant que les plaques préparées par les procédés récents offrent une résistance qui atteint celle d'une plaque de fer d'épaisseur triple. L'énergie par unité de poids a donc triplé. Et ceci sans parler des progrès réalisés dans la disposition même des blindages, et dans les installations qui augmentent leur efficacité (protection cellulaire du type Bertin; bourrages protecteurs; emploi de plaques inclinées; divers systèmes de protection sous-marine, etc.).

Pour l'artillerie, un simple exemple aussi qui résume les progrès accomplis : en passant du 406 de 1880 au 406 des cuirassés récents, l'énergie initiale du projectile a augmenté de 350 %. Comme le poids du canon ne s'est accru que de 25 %, l'énergie par unité de poids de la pièce est ici encore le triple



environ de ce qu'elle était à l'origine.

Pour l'appareil propulsif, les chiffres sont encore plus éloquentes. Les premiers appareils moteurs à vapeur installés sur les grands navires de guerre pesaient 1.200 kilogrammes par cheval. Le poids par cheval oscille, aujourd'hui, entre 10 et 20 kilogrammes. Quant à la consommation de combustible (qui représente aussi un facteur essentiel, puisqu'elle détermine le rayon d'action d'un navire pour un poids de combustible donné), on est passé des 2 à 3 kilogrammes de charbon par cheval-heure des machines anciennes, aux 400 grammes de mazout environ des turbines à vapeur, et aux 2 à 300 grammes des moteurs Diesel modernes.

Les progrès successifs de l'architecture navale, donc, qu'ils aient consisté dans l'invention de procédés nouveaux ou dans les perfectionnements des solutions déjà appliquées, ont toujours été caractérisés par la tendance à la diminution du poids de l'unité d'énergie active ou résistante effectivement utilisée.

Les limitations de tonnages et de calibres fixées à Washington n'ont fait qu'intensifier cette tendance générale et transformer, comme il a été dit ci-dessus, la course à la quantité en course à la qualité. Or, la course à la qualité, ici, c'est finalement la *course au rendement de l'unité de poids de matière*.

Il était inévitable, d'ailleurs, qu'une telle tendance fût portée au plus haut degré par les marines les plus strictement limitées quant à la quantité seule. C'est bien ce que confirme la publication des caractéristiques des bâtiments récemment mis en chantier en Allemagne. Cet accroissement extrême du rendement énergétique de chaque tonne de navire n'est, d'ailleurs, obtenu qu'au prix de sacrifices financiers qui ne peuvent être considérés que comme un luxe isolé. *La course à la qualité*, si elle se généralise à ce degré exceptionnel d'intensité, *devra être limitée comme la course à la quantité*. Car les limitations basées sur des chiffres bruts de déplacement ou de calibre n'ont plus alors aucun sens.

Quoi qu'il en soit, cette extension technique du principe d'Archimède fournit les éléments nécessaires pour tenir compte avec précision du facteur « qualité », dans la classification rationnelle des bâtiments de combat. Il peut permettre aussi d'apporter plus de clarté, tant dans l'étude des projets de bâtiment que dans les discussions relatives aux limitations futures des armements navals.

### Bilan de poids et bilan d'énergie

Ainsi qu'on l'a rappelé plus haut, le bilan de poids est insuffisant, non seulement pour caractériser la valeur technique et militaire du bâtiment, mais même pour permettre de définir avec précision la classe à laquelle il appartient. Il faut connaître, en outre, non seulement le mode de groupement des poids partiels, qui diffère dans les diverses marines, mais aussi le type des différentes installations.

Au point de vue technique, ces diverses installations se trouvent définies de façon plus précise par les *poids unitaires* qui leur correspondent. Si l'on rapporte ces poids unitaires à des caractéristiques de puissance ou d'énergie, le bilan de poids prend une autre forme et devient le *bilan d'énergie*.

Si l'on reprend les indications numériques données plus haut, on voit, par exemple, qu'en comparant un cuirassé moderne à un cuirassé ancien, à un *même* poids d'artillerie ou de cuirasse correspond une quantité d'énergie active ou résistante *trois fois* plus grande.

On peut présenter ce bilan d'énergie sous une forme qui se prête à un résumé historique très condensé de l'évolution des principaux types de navires de guerre.

Ce mode de représentation consiste, pour chacune des classes définies ainsi qu'il a été dit plus haut, à figurer *graphiquement* le bilan des qualités actives et des qualités résistantes. On pourra prendre pour abscisses les temps. Quant aux ordonnées, si l'on prend les déplacements, et leur répartition déduite du bilan de poids, on aura le graphique I. Si l'on porte, au contraire, en ordonnées la répartition déduite du bilan d'énergie, on aura le graphique II. La connaissance des *poids unitaires* est nécessaire pour passer du premier au second (poids par cheval de l'appareil propulsif, etc.). D'après ce qui précède, on pourra donner au graphique I le nom de *graphique quantitatif* et au graphique II celui de *graphique qualitatif*.

Si, d'ailleurs, dans chacun de ces deux cas, on rapproche les courbes correspondant aux diverses classes de bâtiments, en les disposant suivant un troisième axe, on aura un diagramme résumant la classification et l'évolution conçues sur ces bases.

### Les lois d'évolution du matériel naval

Ces courbes illustrent un certain nombre de lois, d'ailleurs connues, mais qui frappent davantage sous la forme graphique.



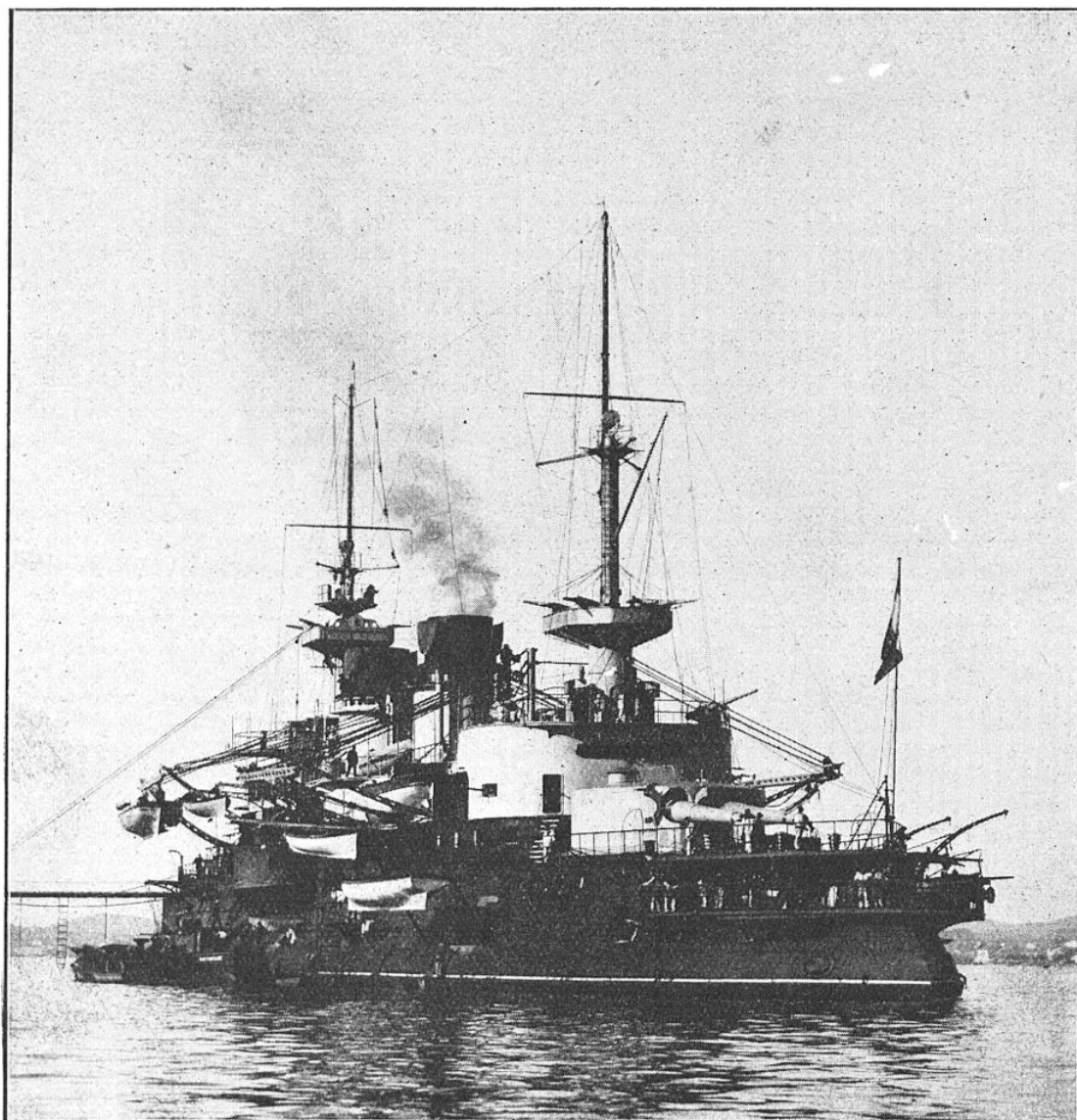


FIG. 3. — CUIRASSÉ FRANÇAIS, LE « CHARLEMAGNE » (1899), DONT ON REMARQUERA LA LIGNE COMPLIQUÉE ET SUR LEQUEL LES DIVERSES INSTALLATIONS D'ORDRE OFFENSIF OU DÉFENSIF SONT EXTRÊMEMENT DISPERSÉES

La première (graphique I) est celle de l'augmentation continue des déplacements dans toutes les catégories de bâtiments de guerre (courant quantitatif). La seconde (graphique II) est l'augmentation, *plus rapide encore*, de la valeur militaire (fighting power) de ces bâtiments, en raison de l'accroissement simultané de la *quantité d'énergie par unité de poids*, que les progrès de la technique ont permis de concentrer dans les différentes installations (courant qualitatif).

La troisième, c'est le fait que ce dernier accroissement a été plus sensible encore pour les *qualités actives* que pour les *qualités résistantes*, puisque les fractions du déplacement affectées aux premières ont été en diminuant (distance entre les courbes pleines et les courbes pointillées, graphique I), alors que les mêmes fractions, comptées en quantités d'énergie, ont augmenté (graphique II). Les chiffres donnés plus haut illustrent ce fait, pour l'appareil propulsif notamment.



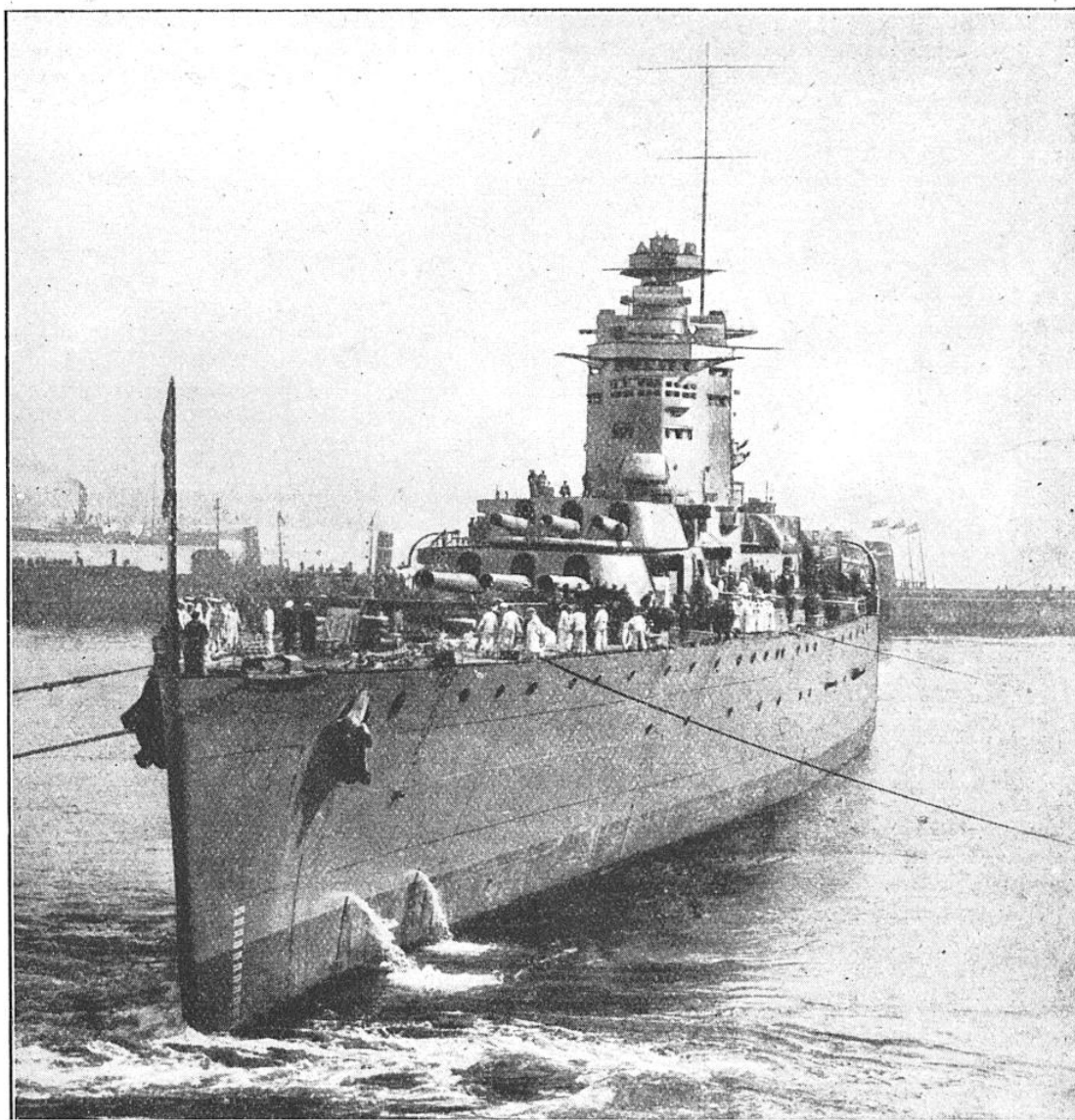


FIG. 4. — LE CUIRASSÉ ANGLAIS « NELSON » S'OPPOSE AU VIEUX CUIRASSÉ « CHARLEMAGNE » PAR L'AUGMENTATION DU TONNAGE ET DU CALIBRE DE L'ARTILLERIE ET, DE PLUS, PAR LA SIMPLICITÉ DES LIGNES ET LA CONCENTRATION DES PRINCIPALES INSTALLATIONS D'ORDRE OFFENSIF ET DÉFENSIF

La quatrième loi est la tendance générale, accentuée surtout pour les bâtiments de fort tonnage, qui peuvent prétendre, dans une plus ou moins large mesure, au rôle de capital-ship ou de bâtiment de ligne, à un équilibre de plus en plus parfait entre les qualités actives et les qualités résistantes.

*Cette condition, jointe à celle du déplacement maximum possible ou autorisé, peut même suffire à définir le « capital-ship ».*

Le graphique II illustre clairement ce fait par la répartition qu'il indique, pour chaque bâtiment, entre la courbe en trait plein et la courbe en traits pointillés (1).

(1) Pour les cuirassés, cette tendance est spécifique, congénitale peut-on dire. Pour les autres types de grands bâtiments, elle est illustrée clairement par toute l'évolution du croiseur de bataille, de l'*Invincible* au *Hood* et au *Lexington*, et par l'évolution du croiseur de 10.000 tonnes depuis la Conférence de Washington.



Seuls échappent à cette loi les bâtiments spécialisés, les bâtiments légers notamment, dont le rôle même implique une prédominance des qualités actives sur les qualités résistantes. Pour rétablir l'équilibre général, il faudrait mettre en face d'eux les bâtiments lourds, du type monitor par exemple, auxquels leur spécialisation impose, au contraire, une prédominance des qualités résistantes sur les qualités actives.

### Un exemple concret. Le prétendu cuirassé « Deutschland »

Ces graphiques permettent également de jeter quelque clarté sur une question de brûlante actualité et qui a fait déjà couler beaucoup d'encre. Il s'agit du trop fameux cuirassé allemand *Deutschland*. Comment le classer ? Comment le juger ?

Le *Deutschland*, d'abord, est-il un cuirassé, au sens moderne du mot ? Non. Pour cette raison évidente qu'une escadre de six *Deutschland* ne s'aviserait jamais d'affronter une escadre de six *Nelson*. Le *Deutschland* n'a ni l'artillerie, ni la protection, ni le déplacement d'un cuirassé moderne. Dans le langage graphique, cela signifie qu'il serait impossible de placer le *Deutschland* sur l'un ou l'autre des deux graphiques généraux, sans introduire une discontinuité totale dans les courbes représentant l'évolution du cuirassé.

« Cuirassé de poche » ? Le mot est joli, mais pratiquement dénué de sens. A moins qu'il ne signifie que les cuirassés actuels mettraient le *Deutschland* assez facilement dans leur poche.

Au déplacement de 10.000 tonnes, en définitive, les Allemands ne pouvaient pas prétendre construire un cuirassé.

Le *Deutschland*, en réalité, est LE croiseur cuirassé, que le traité de Versailles a, en quelque sorte, mis dans une boîte (comme un pied de Chinoise) pour l'empêcher de grandir. Mais il ne l'a empêché de grandir qu'au point de vue déplacement. N'ayant pas limité les dépenses budgétaires consacrées par l'Allemagne à ses armements, ni a fortiori les progrès de l'industrie allemande, il n'a pu limiter l'accroissement considérable (et dispendieux en proportion) de l'énergie par unité de poids des diverses installations, et, par suite, des qualités militaires de ce bâtiment.

De telle sorte que si, sur le graphique des déplacements, à l'extrémité de la courbe des croiseurs cuirassés, le *Deutschland* (point D, graphique I) représente, par rapport à un *Waldeck-Rousseau* et, à plus

forte raison, à un *Glorious*, une diminution de déplacement assez brutale (mais pas plus que celle que Washington imposa au cuirassé et au croiseur de bataille) (1), ce même *Deutschland* se trouve en posture fort honorable sur la courbe qualitative, la seule qui compte, en fait, à la suite de ses volumineux armements (point D, graphique II).

On peut donc dire que le *Deutschland* est précisément le bâtiment que le traité de Versailles devait fatalement conduire les Allemands à réaliser, étant données les ressources techniques et financières que ceux-ci devaient naturellement mettre au service de leur volonté de renaissance navale.

Et l'on peut dire aussi que c'est précisément LE bâtiment que les autres puissances se sont interdit de construire, en convenant de limiter au calibre de 203 l'artillerie des croiseurs, « emboîtés » eux aussi au déplacement standard de 10.000 tonnes. Il n'est pas téméraire d'affirmer que si cette limitation de calibre n'existait pas, plusieurs flottes comprendraient actuellement des bâtiments d'un type assez voisin du *Deutschland*, un peu moins poussés seulement, c'est-à-dire que des nécessités spéciales n'auraient pas conduit à réaliser pour eux un écart aussi grand entre le graphique des déplacements et le graphique des quantités d'énergie correspondantes.

En définitive, ce prétendu monstre, dont la naissance a provoqué une telle stupeur, est, en réalité, dans la logique la plus irrésistible des choses, dans le prolongement normal d'une évolution qui, bien loin d'avoir été altérée par des circonstances spéciales, a été seulement intensifiée par elles au maximum.

La seule question qui se pose actuellement pour la France est de surclasser ce nouvel adversaire éventuel, en restant dans le cadre des limitations de Washington. N'étant pas limitée au déplacement standard de 10.000 tonnes pour ses grandes unités de remplacement, la France n'a aucune raison de concentrer dans un nombre de tonnes aussi réduit un aussi grand nombre d'unités d'énergie et, corrélativement, d'« unités » monétaires.

Elle est tout naturellement conduite à construire un croiseur cuirassé qui se trouve dans le prolongement naturel des précédents (compte tenu des progrès de la technique), à la fois sur la courbe des déplace-

(1) Au moment de la Conférence de Washington, les cuirassés en projet avaient des déplacements de 43.000 tonnes et des canons de 45. On parlait de cuirassés de 60.000 tonnes et l'on étudiait des canons de 50



ments et sur la courbe des quantités d'énergie, avec la condition essentielle, bien entendu, de dépasser nettement sur cette dernière (la seule qui compte encore une fois) le point figuratif du *Deutschland*.

Or, ceci exige un déplacement minimum de 23.000 à 25.000 tonnes. Et la question

tive que les Etats-Unis, l'Angleterre et le Japon après la guerre, situation qu'illustre le graphique des budgets de la Marine (constructions neuves) avant et après la Convention de Washington.

La solution du problème ne semble donc pouvoir être demandée raisonnablement

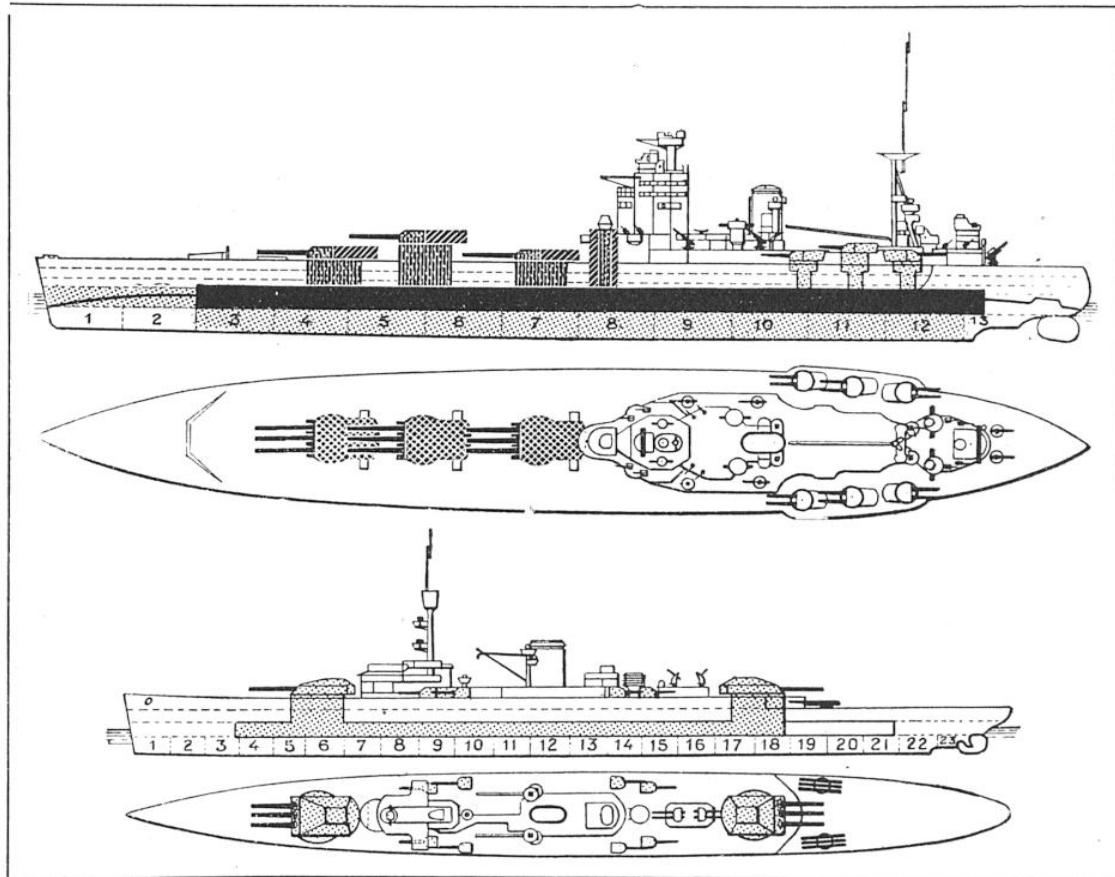


FIG. 3. — EN HAUT, PROFIL ET PLAN DU « NELSON », CUIRASSÉ ANGLAIS MODERNE ; EN BAS, PROFIL ET PLAN DU « DEUTSCHLAND », LE NOUVEAU BATIMENT DE COMBAT ALLEMAND

De cette comparaison, il ressort que le *Deutschland* doit être considéré non comme un cuirassé, mais comme un croiseur cuirassé, à la fois : par son déplacement (10.000 tonnes contre 35.000 tonnes pour le Nelson) ; son artillerie (6 pièces de 280 millimètres contre 9 de 406 millimètres pour le Nelson) ; sa protection (le cuirassement du Nelson est resté jusqu'ici inégalé), etc.

qui se pose alors est de savoir si telle autre nation, pouvant devenir un adversaire éventuel, ne sera pas tentée de sureclasser à son tour ce croiseur cuirassé par un cuirassé ou un croiseur de bataille à l'échelle de Washington. Il faut alors arriver tout de suite au plafond de 35.000 tonnes.

Et, ici, la question devient presque uniquement d'ordre budgétaire. La France et ses deux voisins de l'Est se trouvent, en somme, placées dans la même situation rela-

qu'à une nouvelle convention, si les hommes ont encore assez de « raison » pour limiter, sinon cette périodique fureur de s'entre-détruire qui les saisit par accès, du moins les dépenses qu'ils consacrent à préparer ces crises de délire meurtrier ou à se prémunir contre elles.

Encore faudrait-il, bien entendu, qu'une telle convention respectât les droits naturels de la France, déjà fort amoindris par celle de Washington.

ANDRÉ LAMOUCHE.



# C'EST DE LA COLLABORATION INTERNATIONALE QUE RÉSULTE LE PROGRÈS SCIENTIFIQUE

## La conférence des grands réseaux électriques de 1931

Par Jean LABADIÉ

*La science internationale se doit de faire appel à la collaboration des techniciens de tous les pays pour apporter à l'édifice commun de la connaissance les matériaux nouveaux qui permettent de le faire toujours plus vaste, toujours plus solide. C'est précisément l'œuvre des congrès internationaux qui, périodiquement, se réunissent — tant en Europe qu'en Amérique — pour permettre aux spécialistes du monde entier d'échanger leurs idées, d'exposer leurs travaux, en un mot, de contribuer au progrès continu de la science et de ses multiples applications. C'est dans ce but que la Conférence internationale des grands réseaux électriques se réunit, tous les deux ans, pour perfectionner sans cesse davantage l'exploitation d'une industrie aussi vaste que celle de la production et de la distribution de l'énergie électrique, industrie dont dépendent en quelque sorte presque toutes les autres. Cette année, la Conférence de Paris, en 1931, faisant suite à celle de 1929 (1), a examiné de nombreux rapports techniques, dont nous analysons ici les plus marquants. Parmi ceux-ci, notamment, l'exposé d'un délégué scandinave est digne de retenir tout particulièrement l'attention, puisqu'il n'a pas craint d'affirmer que le courant continu à haute tension doit pouvoir remplacer les courants alternatifs et permettre le transport de l'énergie par câbles sous-marins. Serions-nous à la veille d'une révolution en électrotechnique ?*

L'ÉLECTRICITÉ ne cesse d'étendre ses tentacules bienfaisantes sur l'ensemble du globe. Sa puissance croît irrésistiblement, mais aussi son intelligence, sa volonté d'atteindre aux formes de production, de transport et d'utilisation les plus logiques — lesquelles apparaissent aussi comme les plus audacieuses.

Les cent vingt rapports déposés à la Conférence des grands réseaux constituent la grande encyclopédie des progrès réalisés comme des problèmes posés en ces deux dernières années. Les résumer ici n'aurait pas grand intérêt pour nos lecteurs. Quelques-uns, parmi les plus saillants, suf-

firont à mettre en relief les grandes lignes de l'évolution de l'électrotechnique.

### Les hautes pressions de vapeur dans les turbines

Les centrales électriques à vapeur, actuellement en service en Europe, fonctionnent aux pressions les plus diverses : 15, 20, 25, 30, 35, 40, 50, 60, 75 et 100 kilogrammes par centimètre carré. Cette variété entrave grandement la réduction des coûts de production et des frais généraux. Comment, dans ces conditions, les constructeurs de machines pourraient-ils établir une fourniture de matériel « normalisée » ?

Le bon marché ne peut aller sans nor-

| Condition de la vapeur<br>à l'admission dans les turbines |                      | Consommation<br>de calories<br>par kW-heure<br>produit |
|-----------------------------------------------------------|----------------------|--------------------------------------------------------|
| Pression<br>en kg par cm <sup>2</sup>                     | Température<br>en C° |                                                        |
| 15                                                        | 400                  | 4.900                                                  |
| 25                                                        | 400                  | 3.650                                                  |
| 50                                                        | 400                  | 3.260                                                  |
| 100                                                       | 400                  | 3.100                                                  |
| 25                                                        | 500                  | 3.420                                                  |
| 50                                                        | 500                  | 3.200                                                  |
| 100                                                       | 500                  | 2.870                                                  |
| 200                                                       | 500                  | 2.800                                                  |

TABEAU MONTRANT COMMENT VARIE LA CONSOMMATION DE CALORIES PAR KILOWATT-HEURE PRODUIT, AVEC LA TEMPÉRATURE ET LA PRESSION DE LA VAPEUR A L'ADMISSION DANS LES TURBINES

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



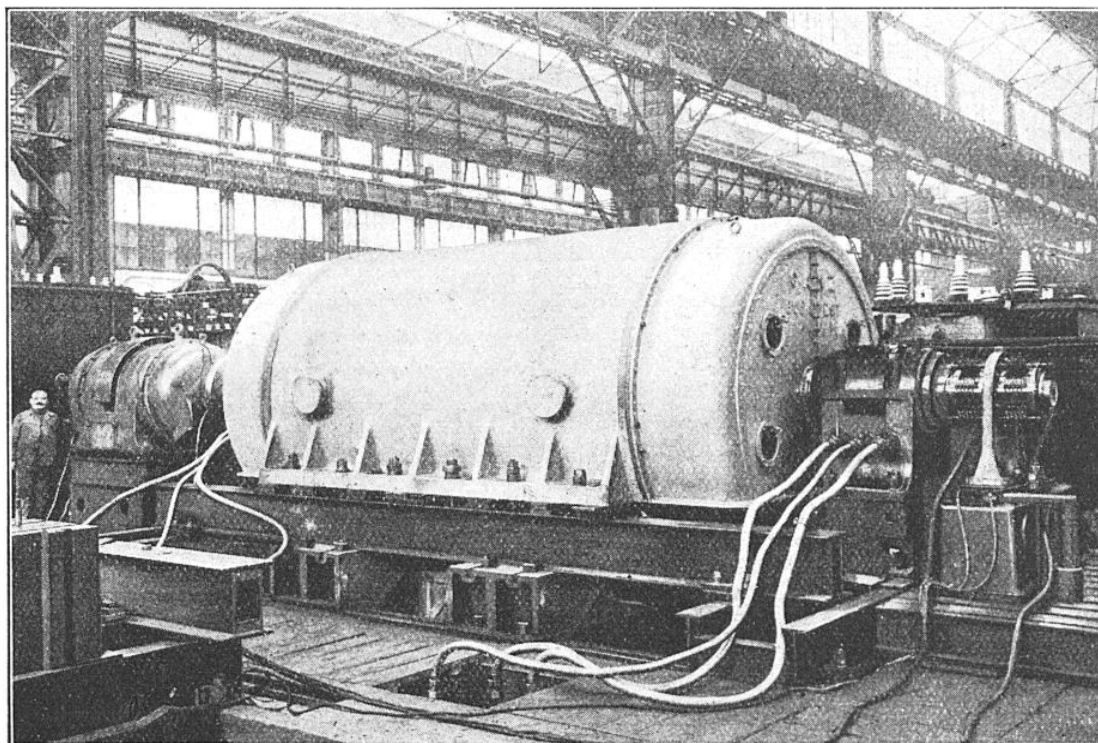
malisation. — Aussi le docteur Albert de Smaele, ingénieur bruxellois, a-t-il étudié du point de vue économique la valeur relative des différentes pressions de marche des centrales électriques.

En principe, les hautes pressions doivent devenir la règle, ainsi que les hautes températures. Le tableau page 374 montre l'économie dans la quantité de chaleur dépensée pour produire un kilowatt-heure, suivant la

usine. Enfin, la vapeur à haute pression et haute température ne donne son plein rendement que dans les grands turbo-alternateurs.

Conclusion : la production du courant électrique doit être *centralisée* au plus haut point.

Encore ceci ne suffit-il point : il faut que les constructeurs unifient leurs types, d'accord avec leurs clients ; il faut que les matériaux utilisés ne présentent aucun aléa au



CE TURBO-ALTERNATEUR DE 43.200 KILOWATTS TOURNE A 3.000 TOURS PAR MINUTE, VITESSE DOUBLE DE CELLE HABITUELLEMENT ENVISAGÉE POUR DES MACHINES AUSSI PUISSANTES

pression et la température auxquelles cette vapeur est admise dans les turbines. L'économie de chaleur brute peut aller presque du simple au double.

Puisqu'il en est ainsi, quels sont les obstacles pratiques à l'ascension des pressions et des températures dans les centrales électriques ?

Ils sont faciles à discerner.

Une centrale à très haute pression exige de puissantes turbines, dont le forgeage, très spécial, sera moins coûteux (pour le même nombre de kilowatts) que celui des turbines plus faibles. D'autre part, les services auxiliaires qu'exige l'emploi des hautes pressions ne valent d'être établis que pour une grande

travail qui sera le leur dans des conditions aussi dures.

Et même, tout ceci acquis, il restera encore le prix du charbon entrant en concurrence avec celui du matériel : si celui-ci coûte trop cher, tant à l'achat qu'à l'entretien, ne vaut-il pas mieux se contenter de pressions et de températures relativement basses, quitte à consommer un peu plus de charbon ? C'est ce qui explique, par exemple, que la centrale de Vitry-Sud (1) n'ait pas été établie sur les derniers progrès théoriques que nous venons d'exposer.

Les considérations ci-dessus montrent, toutefois, que l'avenir est aux grandes cen-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 172 page 267.



trales et aux grandes turbines fonctionnant aux pressions et aux températures les plus élevées.

Il reste à souhaiter, pour l'instant, avec M. de Smaele, que les appareils se *normalisent* sur quatre échelons de pression : 15, 25, 50 et 100, ce qui fournirait une gamme plus que suffisante à tous les besoins pratiques.

Un autre point de vue examiné par l'auteur est celui qui conduit, pour mieux utiliser le charbon, à la vente simultanée du courant électrique et de la vapeur, par les usines génératrices, aux différentes industries qui utilisent l'un et l'autre.

Actuellement, deux douzaines de grandes turbines fonctionnent ou sont en instance de fonctionner en Europe à 100 kilogrammes de pression, qui représentent une puissance globale supérieure à 1 million de kilowatts.

### Les grands alternateurs

*La Science et la Vie* n'a jamais manqué de présenter les plus puissantes machines électriques au fur et à mesure de leur installation. C'est ainsi que nos lecteurs connaissent les alternateurs de 75.000 kilowatts en cours de montage sur le Dniepr (U. R. S. S.) (1) et ceux de 55.000 kilowatts en service à Vitry-Sud (2).

Atteint-on, avec ces nombres, les limites

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 166, page 263.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 172, page 267.

de la puissance unitaire des machines génératrices de courant? L'ingénieur hongrois M. Wilczek nous répond qu'on étudie, en ce moment, la construction d'un alternateur de 200.000 kilowatts et qu'il en est, dès maintenant, en service de 160.000 kilowatts.

La progression des puissances unitaires

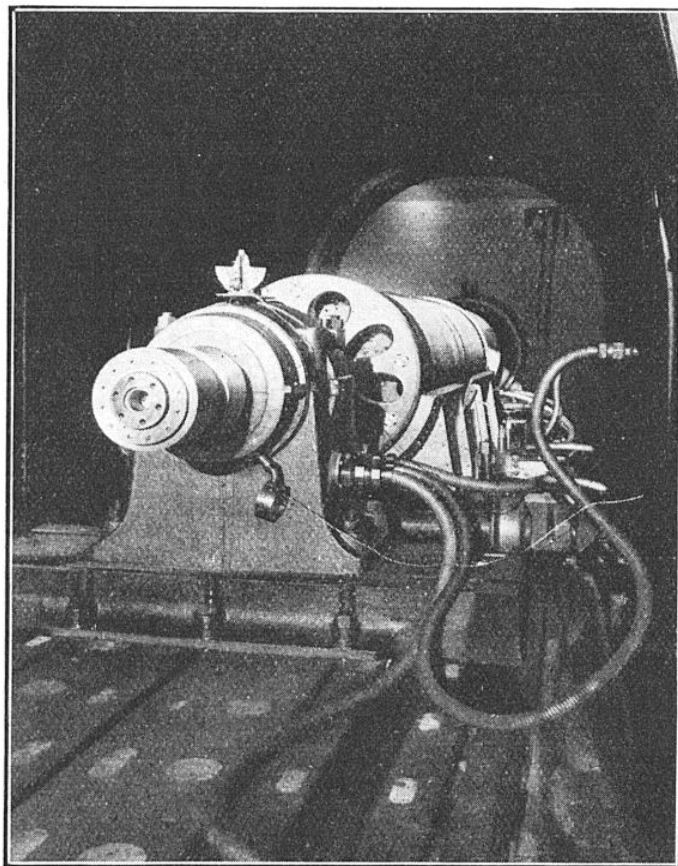
depuis 1905 apparaît, dès lors, formidable. A cette époque, les alternateurs ne dépassaient pas 600 kilowatts. Cette puissance était triplée en 1909. Les 1.800 kilowatts de 1909 étaient eux-mêmes triplés en 1912. Après la guerre, les puissances croissent encore plus rapidement (45.000 kilowatts à Gennevilliers, en 1922). L'Amérique dépasse bientôt ces chiffres dans ses centrales urbaines de New York, où la place mesurée exige une grande concentration. Et, maintenant, une seule unité génératrice représente en puissance toute une grande usine d'il y a dix ans.

Quelles sont

les caractéristiques de ces machines ?

Leur rotation, qui fournit aux éléments périphériques des vitesses tangentielles de 150 à 170 mètres par seconde.

L'énergie cinétique accumulée dans des rotors aussi rapides exige une grande minutie de construction et de vérification. Une fois établis ces rotors, on les soumet à des essais de survitesse à l'intérieur de chambres bétonnées (voir la photographie ci-contre),



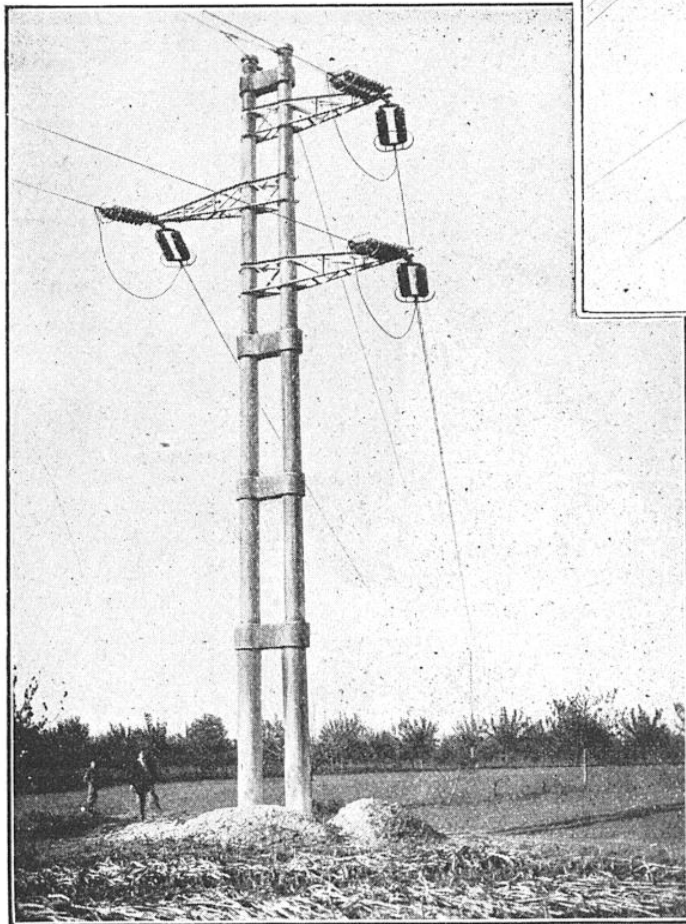
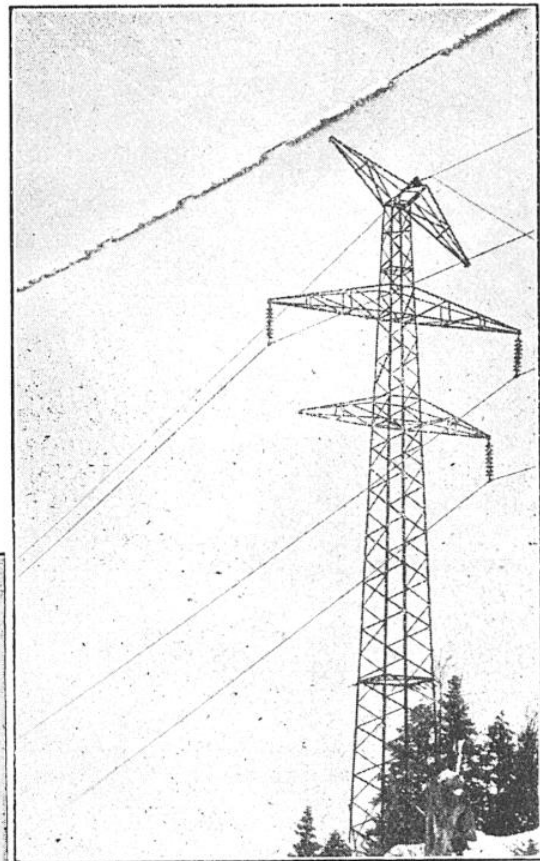
LA CHAMBRE DES SURVITESSES POUR L'ÉTUDE DE LA RÉSISTANCE MÉCANIQUE DES ROTORS (BUDAPEST)

Dans ce tunnel d'acier et de béton, le rotor d'un turbo-alternateur à grande puissance est soumis à des vitesses de rotation beaucoup plus grandes que celle de sa marche normale. Le montage, aussi bien que la solidité des isolants, sont ainsi éprouvés par la force centrifuge, sans danger en cas d'accident.



prévues pour supporter le choc d'une explosion éventuelle. Le rotor d'un turbo-alternateur de 55.000 kilowatts, tournant à la « survitesse » de 3.750 tours, possède une énergie cinétique de 22.000 mètres-tonnes. Autrement dit, la transformation subite de cette énergie en travail équivaut à la chute d'une tonne sur 22 kilomètres de hauteur. Le tunnel dans lequel s'effectue une telle épreuve exige, pour sa construction, 82 tonnes d'acier, 260 de béton, 1.200 de gravier et 3.500 sacs de sable, formant la voûte destinée à encaisser le premier choc.

Mais la « puissance massique » — poids de l'unité de puissance — de telles machines s'améliore sans cesse grâce aux nouveaux matériaux. Alors qu'en 1922 le poids du kilowatt oscillait (suivant la puissance de la machine) entre 4 kg 8 et 3 kg 25, ce poids



PYLONE D'ANGLE JUMELÉ (EN CIMENT ARMÉ CENTRIFUGÉ) DE LA PREMIÈRE LIGNE ITALIENNE A 125.000 VOLTS (DES ALPES A VENISE)

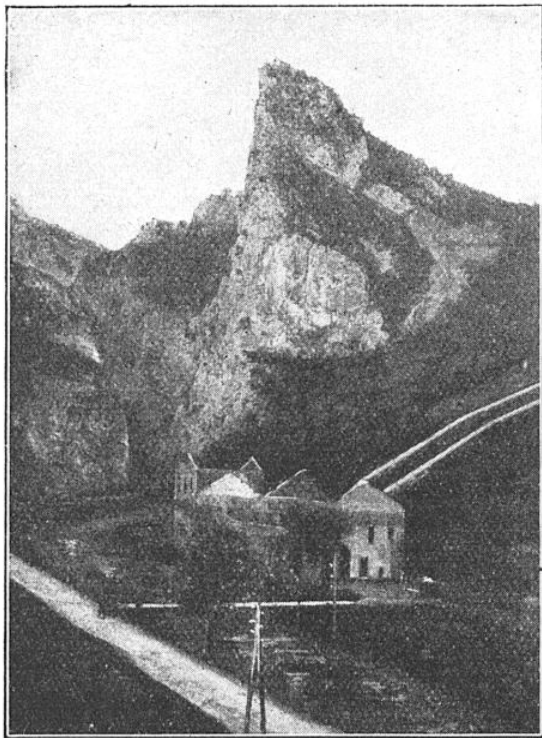
#### LES MÉFAITS DU GIVRE SUR UNE GRANDE LIGNE DE MONTAGNE

*Le câble supérieur, surchargé de givre, a rompu son attache avec son support transversal qu'il a tordu dans son effort. L'un des câbles inférieurs s'est détaché et est tombé au sol, avec son chapelet d'isolateurs.*

est tombé, en 1930, à 1 kg 85.

Le perfectionnement des matières isolantes a permis, d'autre part, d'élever la tension de marche des grands alternateurs. On en établit qui fournissent directement 22.000, 33.000 et même des tensions de 36.000 volts. Mais ces hautes tensions de marche sont loin d'être nécessaires. Grâce au dispositif des « doubles enroulements », les unités de 160.000 kilowatts fonctionnent à des tensions n'excédant pas 12.000 volts, ce qui est préférable pour la sécurité (courts-circuits).





L'USINE HYDRAULIQUE DES GORGES DE SAINT-GEORGES (VALLÉE DE L'AUDE)

*Malgré sa position encaissée, cette usine a été incendiée par la foudre le 17 avril 1928. M. Dauzère attribue l'attraction de la foudre non à la ligne électrique, mais à la présence de la falaise calcaire qui la domine et s'insère sous le terrain schisteux qui supporte les bâtiments.*

Les nouvelles machines génératrices ainsi conçues prennent une forme de plus en plus allongée (afin d'assurer une meilleure répartition du flux magnétique inducteur à travers les circuits de l'induit).

### Le refroidissement à l'hydrogène

Ne quittons pas les grands alternateurs sans indiquer la nouvelle méthode mise en œuvre pour assurer leur refroidissement interne.

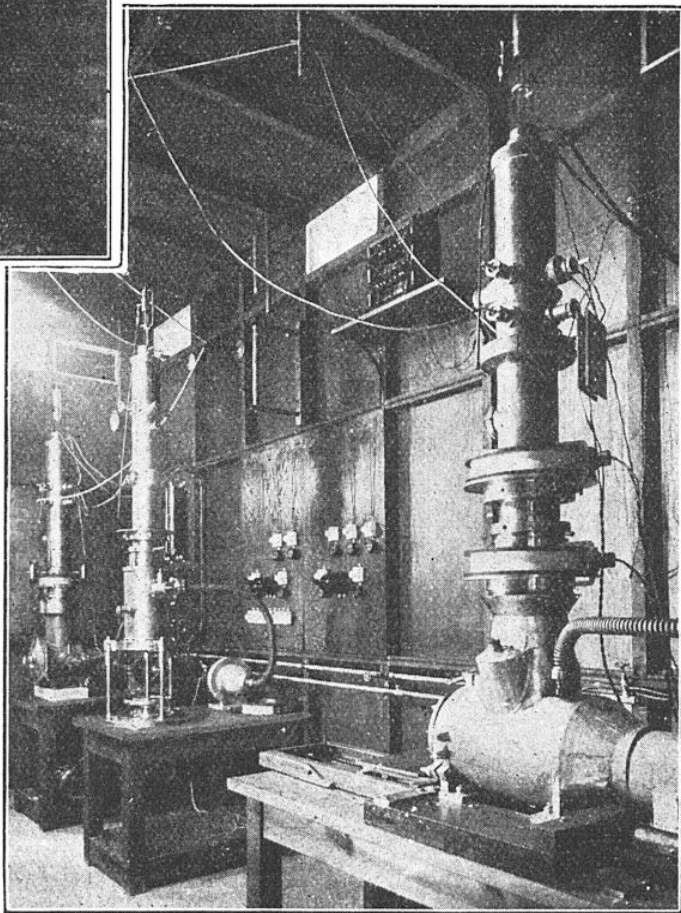
Jusqu'ici, la ventilation intérieure de la machine s'effectuait à l'air. Mais, alors, un court-circuit avait des conséquences

néfastes : l'oxygène de l'air favorisait la combustion de l'isolant. On tend à remplacer l'air par l'hydrogène.

Dans ce cas, la ventilation de l'alternateur s'effectue en circuit fermé. L'hydrogène (meilleur conducteur de la chaleur) traverse la machine par ventilation forcée, va se refroidir dans des radiateurs à eau (qui récupèrent sa chaleur au bénéfice des chaudières) et retourne à la machine.

Des appareils analyseurs donnent l'alarme quand la pureté de l'hydrogène tombe, par mélange d'air, au-dessous de 95 %. Ainsi tout danger d'explosion est évité.

Naturellement, la nouvelle technique exige de grands soins dans l'établissement du carter étanche qui doit envelopper



LES OSCILLOGRAPHES CATHODIQUES DE LA STATION DE RECHERCHES D'UPSALA (SUÈDE)

*Ces appareils enregistrent les surtensions dues aux coups de foudre par l'inscription, sur un film photographique, du point d'impact d'un faisceau d'électrons (rayons cathodiques) que ces surtensions font osciller.*



l'alternateur de cette atmosphère spéciale. Notamment, les joints autour des transmissions ne peuvent s'établir que par des dispositifs de « bourrage à l'huile », d'autant plus délicats que la pression de l'hydrogène à l'intérieur du carter doit être supérieure à la pression atmosphérique.

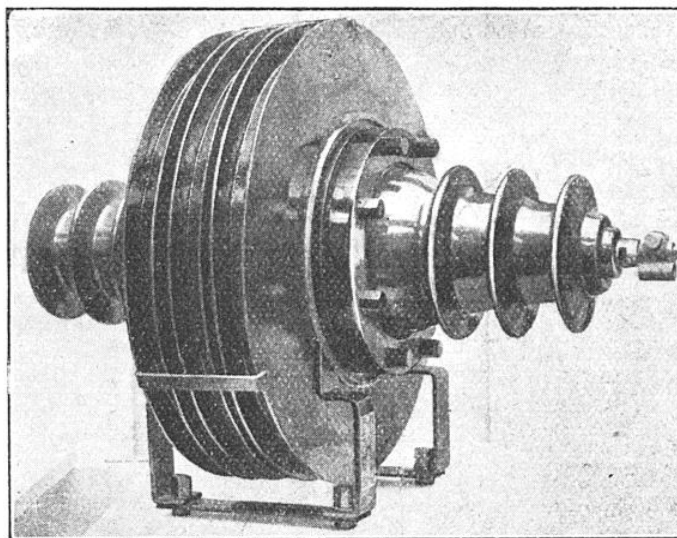
Les alternateurs refroidis par cette technique — seulement applicable aux grandes machines — voient leur puissance augmentée d'environ 25 %.

### Le type de la centrale moderne

Disposant de telles unités génératrices, comment l'ingénieur va-t-il les grouper dans les « centrales » pour assurer la meilleure exploitation du réseau ?

C'est le problème qu'étudie M. J. Ricalens. Il montre qu'en l'état actuel de l'électrotechnique et des besoins des réseaux de distribution, le type de la centrale moderne doit s'établir aux environs de 600.000 kilowatts de puissance globale, avec des machines génératrices de 100.000 kilowatts.

La répercussion des variations de la consommation et des accidents du réseau sur de tels groupes électrogènes exige,



UN ABSORBEUR D'ONDES DE SURTENSION

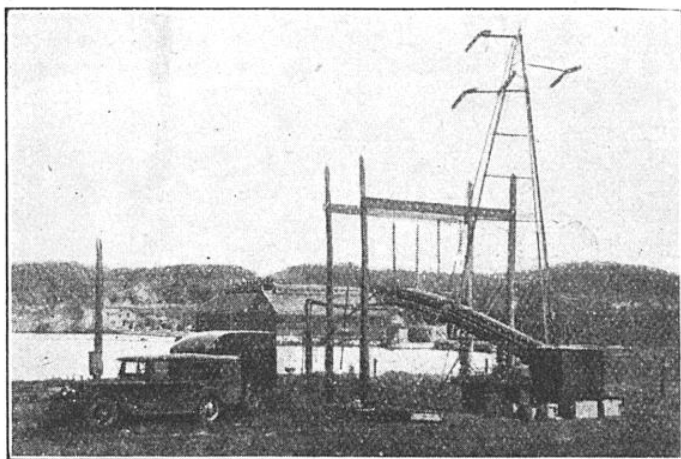
*Cet appareil consiste en une série de bobinages qui, placés sur la ligne, absorbent le choc de « l'onde à front raide », sous la forme de laquelle se propage la surtension.*

naturellement, des précautions et des prévisions, dont le détail ne peut trouver ici sa place. M. Barbillion, professeur à l'Université de Grenoble, bien connu de nos lecteurs, fut le savant rapporteur de ce problème.

Les spécialistes de la Société Brown-Boveri ont étudié, de leur côté, les systèmes de « verrouillage automatique » et des « tableaux lumineux », aujourd'hui indispensables à la protection des centrales et des génératrices en fonction de tous les accidents ou incidents possibles. Ces techniciens concluent ainsi leur rapport : « Jusqu'à présent, le poste de commande des centrales a été simplement adapté à l'installation par rapport à chacun de ses éléments. »

Dorénavant, il ne s'agit plus d'envisager les éléments isolés de l'usine et du réseau, mais leur ensemble et leurs réactions réciproques.

Il est bien évident, d'autre part, que cette interaction des éléments de la production et de la distribution de l'électricité s'étendra de plus en plus dans l'avenir, jusqu'à ne former que de vastes ensembles, tel notre réseau national dont la texture prend forme, dès mainte-



GÉNÉRATEUR D'ONDES POUVANT RÉALISER DES SURTENSIONS DE 1.500.000 VOLTS UTILISÉES POUR L'ESSAI DES LIGNES PAR LA « GENERAL ELECTRIC COMPANY » (E.-U.)

*La décharge, dans la ligne à éprouver, de la longue batterie de condensateurs (suspendue aux portiques) équivaut à un coup de foudre véritable.*



nant, en reliant les forces hydrauliques du Plateau Central aux grandes centrales parisiennes, avec, en perspective, l'adjonction prochaine de l'énergie des Alpes, des Pyrénées, du Rhin, les charbonnages du Nord assurant l'appoint régulateur.

### Les lignes à haute tension

Les lignes électriques fonctionnant à plus de 100.000 volts se généralisent en Europe.

En France, la ligne reliant Eguzon et la région parisienne (150.000 volts), celle de l'Énergie électrique Rhône-Jura (120.000 volts) sont des exemples qui donnent lieu à des observations fécondes.

L'isolement de ces lignes constitue un problème technique délicat ; il est toujours fonction des conditions atmosphériques et tel système qui fonctionne bien sous le climat californien, donne lieu à des difficultés dans des régions de montagne. L'effort mécanique des fils alourdis de givre sur les pylônes, l'influence des dépôts salins sur les isolateurs le long d'un littoral marin suffisent, par exemple, à motiver de minutieuses études. Il n'est pas jusqu'à certains sites géographiques qui n'apportent des privilèges redoutables, par exemple celui d'attirer la foudre. M. C. Dauzère, directeur de l'observatoire du Pic du Midi, s'est spécialisé dans cette étude des points de prédilection de la foudre. Il a dressé des cartes montrant que, sur certains parcours de lignes électrifiées, la foudre tombe avec une fréquence quasi mathématique en tels points, toujours les mêmes. Une usine de la vallée de l'Aude (dont la photographie est ci-jointe) détient le record de cette attirance de la foudre, qu'il faut attribuer, selon M. Dauzère, à la structure géologique du terrain.

### La mesure des surtensions dues à la foudre sur les lignes de transport d'énergie

C'est en Suède, en 1918, que furent étudiés systématiquement, pour la première fois, les effets de la foudre sur les lignes électriques.

Ces effets sont de deux sortes, suivant que la foudre tombe directement sur la ligne (effet direct) ou qu'elle agit seulement par induction en déchargeant l'atmosphère ambiante de l'électricité présente dans l'air sous forme d'ions (effet indirect).

L'un et l'autre effet se mesurent au moyen d'appareils aujourd'hui classiques, connus sous le nom d'*oscillographes cathodiques* (1). Leur fonctionnement consiste essentielle-

ment à faire agir (par une dérivation convenable) le courant dont on veut déceler les surtensions accidentelles sur un *faisceau d'électrons*. Des condensateurs, soumis aux surtensions éventuelles, entourent le faisceau et le dévient proportionnellement à ces surtensions. Cette déviation impressionne directement un film photographique sur lequel tombe le faisceau électronique. L'aspect extérieur du laboratoire ainsi réalisé est celui de la photographie de la page 379.

Les « oscillogrammes » obtenus lors d'une décharge atmosphérique ont une allure très compliquée. Ils correspondent à des « ondes » de surtension que les électriciens dénomment « à front raide », parce que ces ondes prennent la forme d'un « choc » électrique brusque très violent, mais rapidement *amorti*.

En Suisse, un tel laboratoire a été monté dans un wagon spécial, qui permet d'étudier les effets de la foudre en divers points des lignes ferroviaires électrifiées, si nombreuses dans ce pays.

Sans nous étendre davantage sur les résultats, notons seulement les conclusions aujourd'hui acquises : les *effets directs* de la foudre sont seuls sensibles aux lignes dont la tension atteint ou dépasse 100.000 volts. Ces lignes sont à peu près insensibles à l'effet indirect (d'induction). Par contre, les lignes de 40.000 à 50.000 volts demeurent sensibles à l'un et à l'autre effet.

Les moyens de protéger les lignes sont théoriquement assez nombreux : paratonnerre sur les pylônes avec mise à la terre, cage métallique entourant la ligne, enfin « parafoindres » absorbeurs d'ondes, destinés à acheminer les surtensions jusqu'à la terre, à la manière d'une soupape de sûreté. Leur réalisation pratique n'est cependant pas sans difficulté.

Afin de disposer à volonté — et non plus au gré d'un ciel orageux — des surtensions nécessaires à l'expérimentation de ces divers dispositifs, les Américains ont équipé des installations mobiles avec des batteries de condensateurs capables d'envoyer dans les lignes des « ondes à front raide » d'une surtension de 1.500.000 volts. Une telle surtension dépasse de beaucoup l'effet indirect de la foudre et rivalise avec son effet direct.

Grâce à cette technique audacieuse, les ingénieurs américains peuvent vérifier l'isolement d'une ligne ou la valeur de ses dispositifs protecteurs, au fur et à mesure de l'installation.

De ce qui précède, étant donné l'accroissement ininterrompu des tensions utilisées, on déduit facilement l'importance de la *qualité*

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 169, page 71.



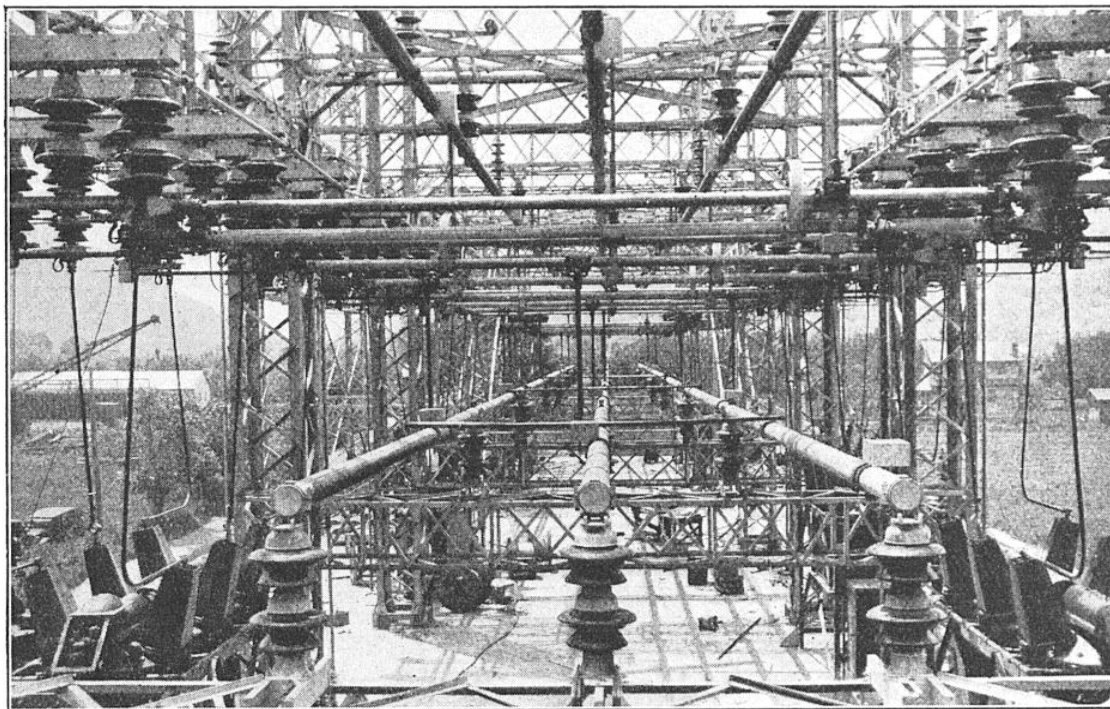
des isolants utilisés tant pour l'installation des lignes (verres et porcelaines formant les chaînes de suspension) que pour la construction des appareils de coupure (huile des disjoncteurs) et, surtout, des machines.

**Le courant continu à haute tension peut-il remplacer le triphasé ?**

Et maintenant voici, parmi les douzaines d'études spécialisées qui retiendraient notre

paradoxe. Et pourtant elle soutient l'examen, puisqu'elle souleva, au sein de la conférence, la plus sérieuse discussion.

C'est par le courant continu que débuta la transmission à distance de l'énergie électrique, vers 1880, suivant la méthode du grand ingénieur français Déprez. La tension utilisée en 1882, sur les 57 kilomètres séparant Miesbach de Munich, fut de 2.000 volts. En 1887, à Isoverde, René Thury mit



UNE STATION DE SECTIONNEMENT « A BARRES TOURNANTES » TRAVAILLANT SOUS UNE TENSION DE 66.000 VOLTS, EN VIRGINIE (ÉTATS-UNIS)

*Les trois barres omnibus, collectrices, chacune, d'une « phase » du courant, sont fortement isolées du sol, mais tournent sur elles-mêmes en supportant et entraînant avec elles l'appareillage de sectionnement, ce qui dispense d'isoler ce dernier.*

attention si nous pouvions leur faire une place dans cette revue, l'une des idées les plus audacieuses avancées au dernier congrès des grands réseaux. C'est l'électricien norvégien Schjölberg-Henriksen qui l'a rapportée, avec beaucoup de science. Elle peut se résumer ainsi : ne serait-il pas avantageux, aux hautes tensions que l'on est conduit à mettre en jeu, de remplacer les courants alternatifs par le courant continu dans le transport de l'énergie électrique ?

Etant données la perfection et la quasi-universalité des lignes actuelles à courant triphasé, une telle proposition semble un

en jeu 12.000 volts. Mais la première transmission par courant alternatif triphasé, sous 25.000 volts, fut faite en 1891, par von Miller, entre Lauffen et Francfort (180 kilomètres) avec un tel succès que le courant continu fut désormais abandonné.

Cependant, aujourd'hui, les difficultés techniques qu'entraîne le système triphasé aux tensions de 200.000 volts (pertes dans le cas de marche à vide des appareils de transformation, pertes en ligne par effluves, stabilité du réseau, impossibilité d'établissement de canalisations souterraines à de telles tensions) jettent une ombre sur le



développement de cette technique. A tel point que, dès 1919, des praticiens aussi expérimentés que M. Dobrowski, ancien directeur de l'A. E. G. allemande, se demandaient si la technique du courant continu n'était pas à reprendre. En janvier 1930, M. René Thury — le pionnier de l'époque héroïque — plaidait cette cause à Berlin dans une conférence troublante et se faisait des disciples éminents.

M. Thury montrait qu'en couplant « en série » des dynamos génératrices de courant continu, il était possible d'obtenir de hautes tensions dans ce genre de courant.

En principe, la tension d'un courant continu industriel peut atteindre 500.000 volts et davantage, ce qui demeure interdit au triphasé, peut-être pour toujours.

Le sol peut être utilisé comme conducteur de retour. Le courant continu échappe aux effets de capacité et d'auto-induction. L'isolement de la ligne est plus facile. Et, suprême avantage, le câble supporte d'être enterré ou immergé — ce qui autorise le transport sous-marin de l'énergie électrique.

D'ailleurs, il n'est pas question d'abandonner les avantages acquis par les grands alternateurs actuels fabriquant du courant triphasé (notamment dans les installations hydrauliques, dont la plus moderne semble devoir être l'usine russe du Dnieprostroi (1), avec ses génératrices de 75.000 kilowatts). On n'aurait pas davantage à renoncer aux moteurs en service fonctionnant actuellement sous courant triphasé. C'est que de merveilleux outils de transformation d'un courant alternatif quelconque en courant continu (et réciproquement) sont apparus dans le domaine industriel : ce sont les redresseurs à mercure et les valves thermioniques. On fabrique aujourd'hui des redresseurs qui transmettent en continu aux chemins de fer le courant alternatif fourni par les usines. Et, en T. S. F., des

lampes triodes dont la puissance se chiffre par 150 kilowatts envoient, réciproquement, en courants alternatifs dans l'antenne le courant continu que produisent des dynamos. A plus forte raison serait-il possible d'établir de telles lampes pour réaliser les courants alternatifs industriels qui sont à très basse fréquence, comparés à ceux que doit absorber une antenne.

La « transformation » des courants de grande intensité, d'alternatifs en continus, et réciproquement, n'offre donc plus de difficultés théoriques.

Devant cette plasticité désormais acquise au courant continu, il n'est pas insensé d'imaginer, pour un avenir prochain, des lignes transportant une puissance continue de 1.500.000 kilowatts à travers la mer du Nord, de Norvège en Hollande et, de là, à Paris. La perte de transmission ne dépasserait pas 26 % avec une tension de 600.000 volts.

L'énergie du barrage d'Assouan sur le Nil, affirme l'auteur, pourrait atteindre Le Caire (900 kilomètres) et celle des chutes Victoria (Sud-Africain) irait rejoindre la ville du Cap (1.200 kilomètres), tandis que les Etats-Unis, grâce au courant continu, pourraient équiper le Colorado et porter son énergie à San-Francisco très économiquement.

Tels sont les grands traits de la révolution technique qu'ont imaginée des ingénieurs de premier rang. Elle nous laisse entrevoir la possibilité d'exporter l'énergie hydraulique dont certains pays regorgent (Norvège, 9.000.000 de ch ; Finlande, 10.000.000 de ch) dans des centres industriels étrangers, où elle serait la bienvenue. Un réseau international viendrait, dans ce cas, se superposer aux réseaux nationaux, les relier et, par là même, faciliter l'aplanissement de leurs creux et de leurs pointes. Mais, auparavant, d'autres obstacles doivent également s'aplanir : ceux que représentent les frontières économiques.

J. LABADIÉ.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 166, page 263.

*En deux ans, le prix du blé a baissé dans le monde de près de 60 %. Or, les stocks actuels sont évalués, pour le monde entier, à 150 millions de quintaux. Les grands pays producteurs de céréales sont menacés dans leur économie par cet effondrement ; la France seule, grâce à ses tarifs douaniers protecteurs, échappe partiellement à la crise, mais c'est l'un des pays où le pain est le plus cher du monde et où l'on en consomme le plus.*



# L'ŒUVRE DU PHYSICIEN MICHELSON

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

*L'œuvre du physicien américain Michelson, qui vient de disparaître, marquera dans l'évolution des sciences physiques modernes. Expérimentateur de premier ordre, il sut utiliser les principales branches de la science, en particulier la mécanique et l'électricité, au profit de l'optique. C'est à l'étude de la composition et de la vitesse de la lumière que le savant professeur de Chicago consacra toute sa carrière. Par l'invention de son « interféromètre », Michelson a doté la science expérimentale d'un nouvel étalon d'une précision extrême pour la mesure des longueurs. Ce merveilleux instrument lui servit au cours de ses célèbres expériences pour mettre en évidence le mouvement absolu de l'« éther », milieu hypothétique dans lequel on admet — faute de mieux — que se propagent les ondes électromagnétiques. On sait que ce fut le résultat négatif de cette expérience qui amena Einstein à développer sa théorie de la relativité. Enfin, les derniers travaux de Michelson ont porté sur la détermination de la vitesse de la lumière dans le vide avec une précision voisine du dix-millième (écart de 30 kilomètres à la seconde) grâce à un tube étanche et rectiligne de 1.600 mètres de long. Le professeur Houllévigue expose ici les méthodes employées pour la résolution de ces trois problèmes de haute physique, qui caractérisent le mieux le génie et l'œuvre créatrice du célèbre physicien américain.*

LE grand physicien qu'une hémorragie cérébrale vient d'enlever, à soixante-dix-neuf ans, est le type le plus achevé du savant international. La Pologne, alors enchaînée, l'avait vu naître, à Strelno, près de Posen ; mais sa formation scientifique s'était accomplie dans les grandes universités européennes : Heidelberg, Berlin, Paris et parachevée en Amérique, où il fut successivement professeur à l'Académie navale d'Annapolis, à l'Ecole des Mines de Cleveland, à l'Université de Worcester, jusqu'en 1893, où l'Université de Chicago l'attacha au *Ryerson Laboratory*, qu'il a illustré par ses travaux (1). Il parlait couramment l'anglais, l'allemand, le français, et son érudition, toujours à la page, lui permettait de s'intéresser aux grands problèmes scientifiques, à mesure qu'ils se développaient : il a appliqué à leur solution les ressources d'une virtuosité technique incomparable ; l'expérimentation moderne requiert la mise en œuvre de moyens variés, où la mécanique et

l'électricité jouent nécessairement un rôle ; mais toutes ces branches de la science universelle furent, par Michelson, mises au service de l'Optique ; l'étude de la lumière fut l'objet exclusif de sa vie, et, à ce point de vue, on peut le regarder comme le véritable continuateur de Fizeau.

Les problèmes optiques auxquels il s'est attaqué sont nombreux : je voudrais, non les passer tous en revue (1), mais en choisir trois qui me paraissent les plus représentatifs de son génie et de son œuvre.

## L'interféromètre et la mesure des longueurs d'ondes

On sait, depuis Young et Fresnel (2), que, lorsqu'un pinceau lumineux se dédouble en deux rayons qui se rejoignent ensuite, après avoir parcouru des chemins différents, la superposition de ces deux rayons donne naissance

(1) J'omets volontairement, malgré leur intérêt, ceux qui ont eu pour objet la détermination du diamètre apparent des étoiles et l'étude optique des marées de l'écorce terrestre.

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



FIG. 1. — ALBERT MICHELSON  
Physicien américain, né en 1852, mort en 1931, qui a obtenu, en 1907, le Prix Nobel de physique.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 132, page 465.



à des phénomènes d'interférence, qui se traduisent par la formation de franges alternativement sombres et brillantes (1). L'interféromètre réalisé par Michelson est merveilleusement approprié à la réalisation et à l'étude de ces phénomènes, et on peut voir dans cet appareil la clef de voûte de toute son œuvre.

La figure 2 en fait comprendre le principe : une glace semi-transparente *G* partage le pinceau lumineux issu d'une source *S* en deux parties, dont l'une, traversant *G*, se réfléchit sur un miroir *M* et parvient, après réflexion sur *G*, à la lunette d'observation *L*, tandis que la seconde, réfléchie d'abord sur *G*, puis renvoyée par le miroir *N*, pénètre, en traversant la glace semi-transparente, dans la lunette, où elle se superpose au premier rayon. Si les deux chemins parcourus sont inégaux, les vibrations interférentes donnent, dans le champ de la lunette, des anneaux concentriques, que représente la figure 3 ; on en peut observer ainsi *plusieurs centaines de mille*.

Or, il se trouve que l'aspect de ces anneaux change avec la nature de la source *S* : si celle-ci était une lumière simple, rigoureusement monochromatique, ils s'étendraient suivant une série indéfinie, en restant toujours aussi nets. Supposons, au contraire, que *S* soit constituée par deux radiations de longueur d'onde différente : chaque radiation donnera des anneaux, dont l'écartement dépendra de sa longueur d'onde, et la superposition de ces deux systèmes d'anneaux, dont le « pas » est différent, produit des alternatives de renforcement (lorsque les franges brillantes se superposent) et de destruction (lorsque les franges sombres de l'un des systèmes couvrent les franges brillantes de l'autre).

Les cas réels sont encore plus compliqués, mais ce qui vient d'être dit suffit pour comprendre comment on peut les traiter,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 104, page 115.

en remontant de la visibilité des anneaux à la composition de la lumière qui les produit. Michelson a obtenu, par cette méthode, des résultats dont la figure 4 nous donne une idée ; elle montre que les radiations, qu'on croyait jadis monochromatiques, parce qu'elles se traduisent par une simple raie dans les meilleurs spectres, sont, en réalité, de véritables spectres, dont l'intensité se développe sur une certaine étendue des longueurs d'ondes.

Parmi toutes ces radiations, la plus simple (encore qu'elle ne soit pas rigoureusement monochromatique) est la lumière rouge produite par la décharge électrique dans la vapeur du cadmium chauffé à 400°. C'est pour cette raison que Michelson décida de rattacher sa longueur d'onde, par une mesure précise, au mètre, qui est l'étalon international de toutes les longueurs. Ces opérations, extraordinairement délicates puisqu'il s'agit d'atteindre la précision du millionième, furent exécutées, en 1893, au pavillon de Breteuil, à Sèvres, où sont conservés les étalons métriques internationaux ; la collaboration de René Benoît, expert en métrologie, permit de mesurer la longueur d'onde de cette fameuse raie rouge avec une précision qui n'a jamais été dépassée. Cette constante une fois déterminée, on peut en déduire, par comparaison, les lon-

gueurs d'ondes d'un certain nombre de radiations, grâce à quoi le spectre, visible et invisible, est jalonné sur toute sa longueur par des repères précis.

Cette tâche, infiniment délicate autant qu'indispensable, a assuré tous les progrès de l'Optique. Elle a permis de constater qu'au lieu d'être, comme on le pensait jadis, des longueurs rigoureusement invariables, les longueurs d'onde dépendent du champ magnétique par l'effet Zeeman, du champ électrique par l'effet Stark, de la densité et de la gravitation par l'effet Einstein. Toutes ces constatations sont effectuées ou facilitées par l'interféromètre, devenu ainsi le plus précieux outil dont nous disposons pour les recherches optiques.

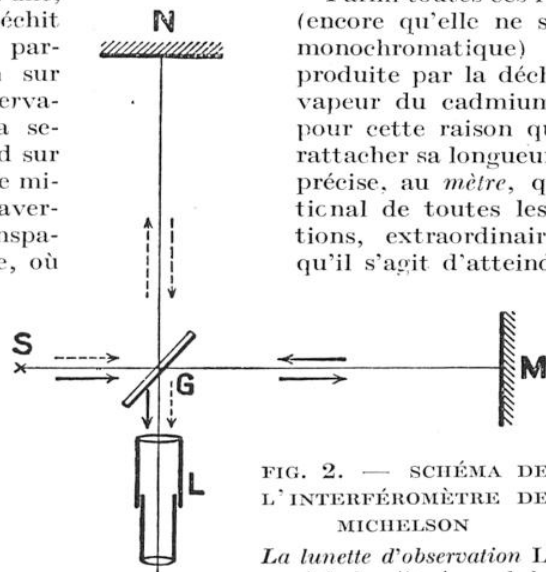


FIG. 2. — SCHÉMA DE L'INTERFÉROMÈTRE DE MICHELSON

La lunette d'observation *L* reçoit la lumière issue de la source *S* de deux manières différentes : d'une part, après réflexion sur la glace semi-transparente *G* et sur le miroir *N* ; d'autre part, après réflexion sur le miroir *M* et la glace *G*. La superposition de ces deux rayons lumineux permet d'observer dans la lunette des anneaux concentriques d'interférence (voir fig. 3).



### Le vent d'éther

Ce même appareil a permis, en 1881, à Michelson de tenter une expérience, maintes fois reprise depuis (notamment en 1886, avec la collaboration de Morley), pour rechercher si le milieu propagateur des ondes, qu'on nomme conventionnellement *éther*, participe, ou non, au mouvement de la Terre sur son orbite ; il reprenait ainsi un ordre de recherches où s'étaient engagés, avec des résultats divers, Bradley, Fresnel et Fizeau. Ce qui a donné à cette expérience un immense retentissement, c'est qu'elle s'est présentée comme la pierre de touche des théories de la Relativité (1) ; ainsi, Michelson partage avec Einstein l'honneur d'avoir renouvelé les principes directeurs non seulement de l'Optique, mais de la Physique et de la Mécanique tout entières. Il serait présomptueux de chercher à reprendre ici, dans son ampleur, le problème de la Relativité ; je me contenterai, plus modestement, d'essayer, par une comparaison préalable, de faire comprendre la signification de cette célèbre expérience.

Imaginez qu'un navire, marchant à 30 kilomètres à l'heure, fasse le trajet aller et retour entre deux villes distantes de 300 kilomètres et situées sur le cours d'un fleuve dont le courant a lui-même une vitesse horaire de 3 kilomètres. On demande combien de temps durera ce trajet aller et retour.

Les gens qui

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 63, page 19.

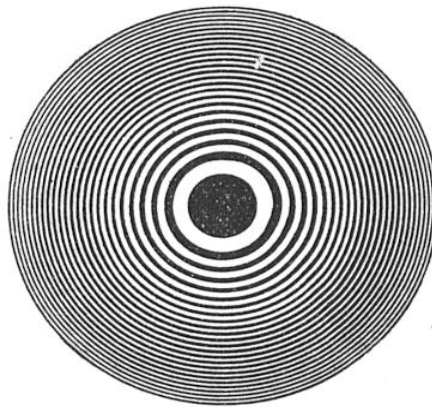


FIG. 3. — ANNEAUX D'INTERFÉRENCE CONCENTRIQUES DONNÉS PAR L'INTERFÉROMÈTRE DE MICHELSON

*L'aspect des anneaux change avec la nature de la lumière émise par la source lumineuse S (voir fig. 2). Leur nombre est également variable et peut atteindre plusieurs centaines de mille.*

n'aiment pas se fatiguer la cervelle diront que le courant a autant aidé le navire pendant la descente qu'il l'a retardé durant la montée, c'est-à-dire que tout se passe comme si les 600 kilomètres étaient effectués en eau calme, à la vitesse horaire de 30 kilomètres ; la durée du trajet serait donc de 20 heures exactement. Mais prenez la peine de faire le calcul exactement : la vitesse du navire étant de 33 kilomètres à la descente et de 27 à la remontée, la durée du trajet sera de 20,2 heures.

Elle sera donc supérieure de douze minutes au résultat précédent.

Transportez ce résultat dans le domaine de l'Optique : si l'éther qui remplit l'espace est immobile, il n'est pas transporté par notre globe dans le mouvement que celui-ci effectue avec une vitesse de 29 kilomètres par seconde autour du Soleil ; il y a donc, pour l'observateur placé sur la Terre, un « vent d'éther » dirigé en sens contraire du mouvement terrestre, qui s'ajoutera au mouvement de la lumière ou s'en retranchera, suivant qu'elle se propage dans le sens de ce vent ou en direction inverse ; la vitesse de la lumière, mesurée par un observateur terrestre dans le sens du

mouvement orbital terrestre, sera diminuée de 29 kilomètres et accrue d'autant en sens inverse.

Pour vérifier cette conclusion, faisons pénétrer, avec Michelson, le rayon lumineux dans l'interféromètre de la figure 2, dont la direction *GM* coïncide avec celle du mouvement terrestre ; le rayon qui se propage, aller et retour, suivant

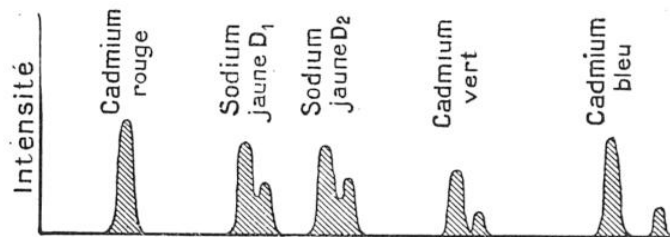


FIG. 4. — SPECTRES DES DIVERSES SOURCES LUMINEUSES OBTENUS PAR L'ÉTUDE DES ANNEAUX D'INTERFÉRENCE

*Les radiations, que l'on croyait alors monochromatiques, se sont montrées chacune, grâce à la haute précision des mesures effectuées par cette méthode, comme de véritables spectres intéressant une certaine étendue de l'échelle des longueurs d'ondes. La raie rouge du cadmium étant la plus simple, relativement, de toutes ces radiations, sa longueur d'onde a été rattachée avec une précision extrême à la longueur du mètre, étalon international de longueur.*



cette direction, gêné pendant l'aller, favorisé pendant le retour par le vent d'éther, est finalement retardé par rapport au rayon GN, dont la durée de trajet n'est pas modifiée par le mouvement orbital, dirigé à angle droit de sa propre direction (1); les deux rayons se retrouvent donc dans la lunette, ayant près, l'un par rapport à l'autre, un retard qui devra se traduire par un certain phénomène d'interférence, c'est-à-dire par un déplacement des franges.

Pour rendre ce phénomène plus sensible, Michelson avait monté son interféromètre sur une épaisse dalle de pierre qui flottait sur un bain de mercure; en la faisant tourner lentement, on faisait coïncider la direction du mouvement terrestre successivement avec GM et avec GN; par conséquent, le vent d'éther devait retarder tantôt l'un, tantôt l'autre des deux rayons interférents. On devait donc voir les franges se balancer d'une grandeur calculable, qui, dans les conditions expérimentales où Michelson s'était placé, aurait dû être facilement observée.

Or, cette expérience, maintes fois répétée, a toujours donné un résultat négatif; aucun balancement de franges, si petit soit-il, n'a jamais été observé. Le vent d'éther n'existe pas; ce qui veut dire, en raisonnant suivant les règles de la mécanique classique, que l'éther est entraîné par la Terre dans son mouvement autour du Soleil.

Ce résultat s'oppose nettement à ceux qu'ont obtenus Bradley, notre compatriote Sagnac en 1914 et Michelson lui-même, en collaboration avec Gale, en 1925, dans leur expérience où, par des méthodes analogues à celles que j'ai décrites, ils cherchaient à mettre en évidence le mouvement de rotation diurne de la Terre autour de son axe polaire.

Ainsi, la physique classique est acculée à une impasse.

Einstein l'en a tirée en modifiant profondément les notions anciennes de l'espace

(1) Je m'excuse de donner ici un raisonnement sommaire, mais suffisamment approché.

et du temps, par une théorie audacieuse, dont la conséquence est l'invariabilité absolue de la vitesse de la lumière.

### La vitesse de la lumière

Depuis que Roemer a établi que la propagation de la lumière n'est pas instantanée, la mesure de sa vitesse de propagation a constitué un des problèmes capitaux de l'Optique. De nombreuses expériences (celles de Fizeau et de Foucault (1) sont classiques en France) ont donné des évaluations assez rapprochées; on admet couramment que les résultats obtenus, à l'Observatoire de Nice, par Cornu et Perrotin comportent une erreur relative inférieure à 1/600, soit

500 kilomètres sur 300.000. Michelson avait consacré, à plusieurs reprises, ses dons merveilleux d'expérimentateur à la mesure de cette grandeur fondamentale, et le nombre qu'il avait obtenu, 299.860 kilomètres par seconde, paraissait exact, à 100 kilomètres près. Mais l'ex-

périence qu'il avait acquise l'avait convaincu qu'une précision plus grande ne pourrait pas être obtenue tant qu'on opérerait dans l'atmosphère, dont les variations de température et de pression entraînaient des erreurs inévitables. Il s'était donc décidé à opérer dans le vide; c'est à cette œuvre magistrale qu'il a consacré les dernières années de sa vie; il est mort brusquement, sans en connaître le résultat, mais les expériences étaient achevées, les calculs et les corrections restant seuls à effectuer: ils permettent d'escompter une précision voisine du dix-millième, c'est-à-dire une erreur inférieure à 30 kilomètres.

Aussitôt remis d'une maladie qui, dans l'hiver de 1929, avait failli l'emporter, Michelson s'était donc établi dans une plaine située au sud de la Californie, au voisinage de Santa Ana, sur laquelle il avait fait installer un tube d'acier, rigoureusement étanche et rectiligne, long de 1.610 mètres, dont le diamètre intérieur atteignait 91 centimètres (fig. 6). C'est dans ce tube, où un

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 104, page 117

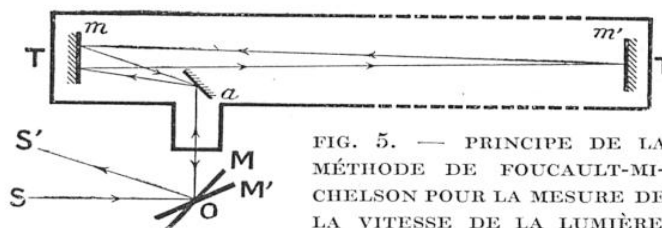


FIG. 5. — PRINCIPE DE LA MÉTHODE DE FOUCAULT-MICHELSON POUR LA MESURE DE LA VITESSE DE LA LUMIÈRE

Un rayon lumineux issu de S tombe sur le miroir tournant M et parcourt dix fois la longueur du tube TT', en se réfléchissant sur les miroirs a, m et m'. A sa sortie du tube, le miroir occupant la position M', il est dévié en S'. La mesure de cette déviation permet de calculer la vitesse de propagation de la lumière. Les trajectoires des rayons, à l'intérieur du tube, ont été séparées sur la figure, pour plus de clarté; en réalité, elles sont superposées.



vide de quelques millimètres pouvait être réalisé, qu'il recommença l'expérience classique de Foucault : le rayon lumineux, émané de la source  $S$  (fig. 5), tombe d'abord sur un miroir  $M$ , animé d'un mouvement de rotation très rapide autour de son axe  $O$  ; ce miroir le fait pénétrer, par un orifice latéral, dans le tube  $TT'$ , où des miroirs fixes  $a, m, m'$  se le renvoient de l'un à

tira suivant une nouvelle direction  $OS'$ , différente de celle de départ. La mesure de la déviation  $SS'$  permet de calculer la rotation du miroir, c'est-à-dire le temps mis par la lumière pour effectuer son décuple voyage dans le tube  $TT'$  ; on en déduit la vitesse de propagation en divisant l'espace par le temps. Mais, si la méthode est simple en son principe, les plus minutieuses précautions

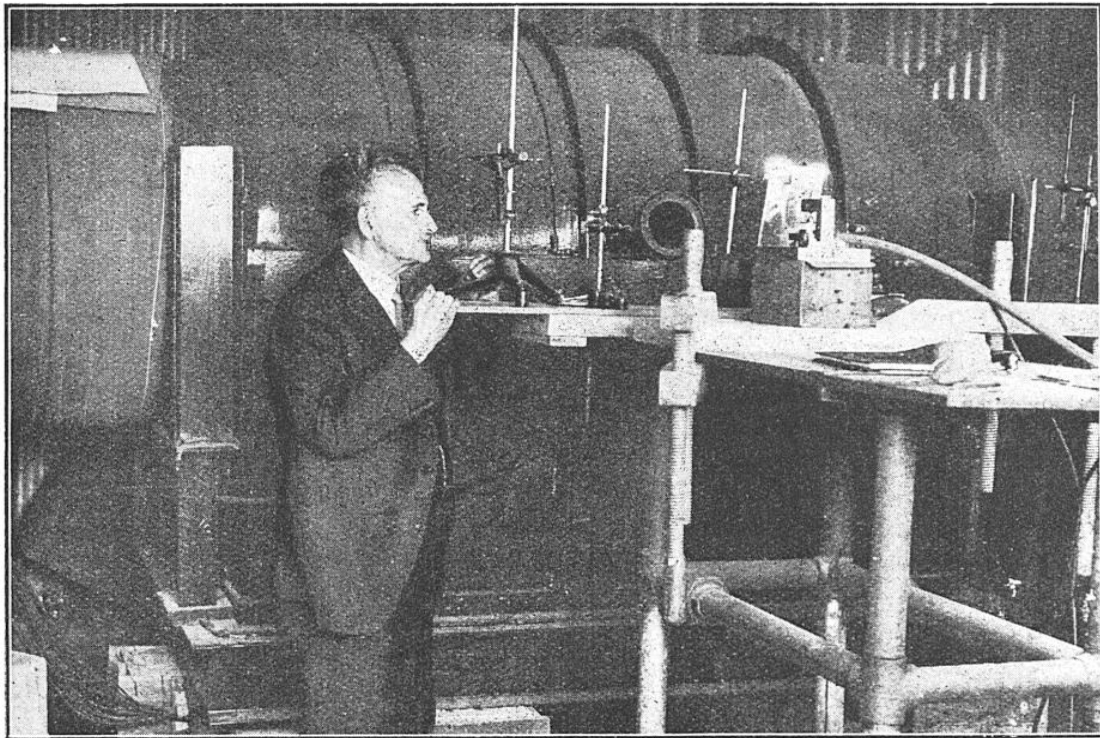


FIG. 6. — LE PHYSICIEN AMÉRICAIN MICHELSON DEVANT L'UNE DES EXTRÉMITÉS DU TUBE D'ACIER ÉTANCHE DE 1.610 MÈTRES DE LONG ET 91 CENTIMÈTRES DE DIAMÈTRE, QUI LUI A SERVI POUR LA MESURE DE LA VITESSE DE LA LUMIÈRE DANS LE VIDE

l'autre ; il parcourt ainsi dix fois la longueur du tube, effectuant, au total, un trajet de 16 kilomètres ; la vitesse de la lumière étant de 300.000 kilomètres, le temps mis par ce parcours est voisin d'un vingt-millième de seconde ; si petit qu'il nous paraisse, il suffit pour que le miroir  $O$  ait tourné d'un certain angle  $MOM'$  ; par suite, le rayon réfléchi sur sa nouvelle position  $OM'$  sor-

doivent être prises pour atteindre la précision exigée par la science moderne.

Et voilà comment, après un demi-siècle d'activité féconde et glorieuse, Michelson a donné ses dernières années à cette expérience, où tous ses dons se sont magnifiquement déployés. Il est mort à la tâche, mais la tâche est achevée.

L. HOULLEVIGUE.





# LA FUSÉE A ESSENCE, MOTEUR A RÉACTION DIRECTE, SERA-T-ELLE BIENTOT UN MOYEN DE LOCOMOTION PRATIQUE ?

Par le P. ofesseur H. OBERTH

*La fusée est à l'ordre du jour, du moins comme mode de propulsion des futurs moyens de transport sur terre et dans les airs. A ce titre, nous avons publié récemment (1) un article, fort bien documenté, de l'ingénieur allemand Lademann, qui s'est occupé spécialement de la question. Nous donnons aujourd'hui une étude originale du professeur roumain H. Oberth, qui a attaché son nom aux recherches sur les moyens d'utiliser la fusée comme moteur à réaction directe. Ce sont les résultats qu'il a déjà obtenus dans cette voie et les recherches poursuivies par lui au laboratoire qu'il a bien voulu lui-même exposer ici, tout spécialement à l'intention de nos lecteurs.*

## **La fusée ne peut utiliser que les combustibles liquides**

COMME LA SCIENCE ET LA VIE (2) l'a fait remarquer très justement, aussi longtemps que nous ne serons pas capables d'utiliser l'hydrogène atomique (3) ou les substances radioactives, nous ne pourrons obtenir, avec nos fusées, de résultat digne d'être mentionné qu'en utilisant, pour leur propulsion, les combustibles liquides (par exemple, l'essence, l'alcool ou les gaz combustibles liquéfiés par le froid). En outre, dans l'état actuel de la technique, nous devons également transporter l'oxygène nécessaire à la combustion sous la forme *liquide*, car les compresseurs sont beaucoup trop lourds par rapport à leur puissance pour le but que nous poursuivons.

Jusqu'à présent, les plus grandes difficultés à surmonter résidaient dans la construction du dispositif de combustion (chambre de combustion). Il s'agit, en effet, de brûler, pendant chaque seconde, entre 2 et 4 % de la totalité du combustible en réserve, et, de plus, la chambre où s'opère la combustion doit être aussi légère que possible : le poids de la fusée à vide, joint à celui de la charge utile, ne doit pas, autant que possible, dépasser le dixième de celui du combustible. Enfin, la chambre de com-

bustion doit non seulement être de construction légère, mais encore avoir le plus petit volume possible. Les grandes chambres de combustion remplies de gaz ne servent qu'à accroître le volume et, par conséquent, la résistance de l'air.

On connaît déjà, depuis longtemps, de nombreux dispositifs pour brûler des combustibles liquides ou gazeux. Tous ceux qui sont destinés à brûler des combustibles gazeux, ne peuvent nous convenir. Il faudrait, en effet, des carburateurs pour porter les deux liquides en présence à l'état gazeux, d'où un supplément de poids.

En 1905, la Société anonyme des Turbomoteurs construisit une turbine à gaz, dans laquelle le combustible liquide, mélangé à l'air, était soufflé dans une chambre ovale où il brûlait. Le gaz ainsi produit, sortant d'une tuyère divergente, actionnait une roue à aubes. J'ai vu moi-même fonctionner un appareil de cette sorte qui développait une force de réaction d'environ 20 kilogrammes. Mais il avait 80 centimètres de long et 40 centimètres de diamètre et était relativement très lourd.

## **Les premières chambres de combustion présentaient des risques d'explosion**

Pour réduire la chambre de combustion, j'ai tenté ma chance, au début, en réchauffant l'oxygène, dans lequel l'essence devait brûler, au-dessus de la température d'inflammation de l'essence et en cherchant à atteindre, d'une manière générale, la plus

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 170, page 103.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 159, page 199, et n° 170, page 103.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 143, page 383.



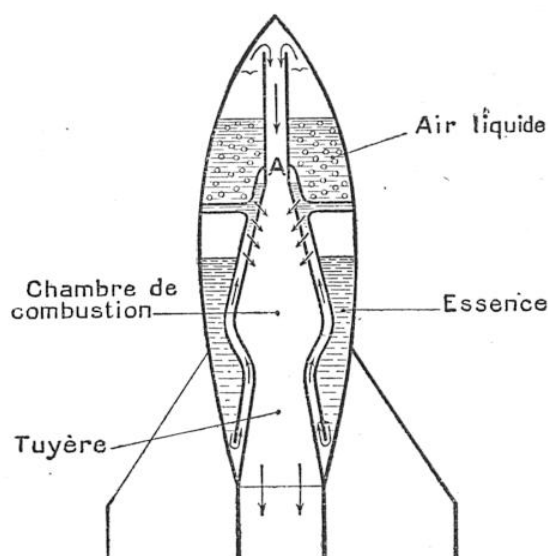


FIG. 1. — COUPE SCHÉMATIQUE D'UNE FUSÉE FONCTIONNANT AVEC DE L'ESSENCE ET DE L'AIR LIQUIDE (L'UN DES PREMIERS MODÈLES ÉTABLIS)

*L'air liquide se vaporise en partie et arrive, par les orifices de l'extrémité supérieure de la fusée, jusque dans la chambre de combustion. De là, il se répand dans l'atmosphère, vers le bas. L'essence pénètre dans la chambre de combustion par les petits orifices situés en A, et sa vapeur alimente la flamme dans la chambre de combustion. L'air est ainsi porté à une température supérieure à la température d'inflammation de l'essence dont les gouttes prennent feu d'elles-mêmes.*

grande vitesse relative possible entre l'essence et l'oxygène (1).

L'essence devait être injectée dans un courant d'oxygène à haute température par de petits trous pratiqués dans la paroi latérale (fig. 1 et 2). Pour les appareils de plus grandes dimensions, je projetai de disposer ces orifices de telle sorte que l'essence fût injectée en excès ; à ce gaz à haute température contenant un excès d'essence devait être amené de l'oxygène liquide d'une manière analogue, puis peut-être de nouveau de l'essence, et ainsi de suite.

A vrai dire, je n'ai suivi ce plan que parce que je n'en avais pas imaginé de meilleur, mais il ne m'a jamais enthousiasmé particulièrement. Un tel moteur de fusée aurait encore possédé d'importants inconvénients. Il aurait toujours été trop gros, trop lourd et trop coûteux, et, enfin, on

(1) Les études dont je parlerai plus loin ne sont naturellement pas valables pour l'essence seulement. J'emploie le mot « essence », car je travaille surtout avec de l'essence.

n'aurait jamais pu écarter complètement un danger certain d'explosion. En effet, lorsqu'on injecte un combustible liquide dans un gaz à haute température, et lorsque, pour une raison quelconque, la pression du gaz vient à s'élever, il en est de même pour la vitesse de combustion (1) ; il en résulte que la pression s'élève évidemment encore plus, ce qui agit de nouveau sur la vitesse de combustion, et ainsi de suite, de sorte que la combustion acquiert finalement la violence d'une véritable explosion.

Il est possible de diminuer considérablement ce danger en faisant passer le courant d'oxygène, avant d'y injecter l'essence, par de grandes soupapes de sécurité (semblables aux soupapes des moteurs à essence). Cependant, ce procédé ne fournit pas une garantie absolue de sécurité et, avant tout, de régularité de fonctionnement.

Mes projets d'autrefois ont été repris et modifiés en ce sens qu'au lieu d'injecter l'essence dans une direction perpendiculaire à celle de l'oxygène, on l'a envoyée dans la direction directement opposée au courant d'oxygène. La chambre de combustion peut ainsi avoir des dimensions plus réduites. Effectivement, on est parvenu à construire une fusée capable de voler d'après ce principe.

L'avantage de ce procédé est, toutefois, à mon avis, de nouveau contre-balancé par le fait que, de cette manière, il est impossible d'obtenir une combustion toujours égale et homogène. L'effort de réaction obtenu est seulement

moitié de ce que la théorie permettait de prévoir. On peut donc en conclure qu'une partie importante



FIG. 2. — COUPE DE LA CHAMBRE DE COMBUSTION A LA HAUTEUR DES ORIFICES PAR OU ACCÈDE L'ESSENCE

*Ces orifices sont disposés à la périphérie de la chambre de combustion et orientés de telle sorte que les jets d'essence aient une direction perpendiculaire au courant d'air, de manière à obtenir une grande vitesse relative des deux fluides.*

(1) En premier lieu, la combustion s'effectue plus rapidement dans un gaz plus dense, et, en second lieu, la température du gaz est encore élevée par l'augmentation de pression considérée, que l'on peut assimiler à une compression adiabatique (sans échange de chaleur avec le milieu environnant).



du combustible ne brûle pas. De plus, le danger d'explosion est ici, naturellement toujours aussi grand (il y en a déjà eu de nombreux exemples, et je crains fort qu'on n'arrive jamais à obtenir une fusée d'un fonctionnement sûr, tant qu'on s'en tiendra à ce principe).

Je ne peux encore, malheureusement, donner ici de renseignements sur une autre série d'essais que j'ai effectués moi-même, étant actuellement en pourparlers pour des brevets. Mon invention, d'ailleurs, ne s'est pas montrée aussi facilement utilisable dans la technique des fusées que le dispositif dont je parlerai plus loin (1).

### Comment l'essence brûle dans l'air liquide

Tandis que je poursuivais des expériences avec l'appareil auquel je viens de faire allusion, je remarquai que la combustion était, par instants, considérablement plus violente que je ne l'avais prévu. Etudiant le phénomène de plus près, je découvris ce qui suit : lorsqu'une goutte d'une substance quelconque (d'essence, par exemple) tombe en brûlant dans de l'air liquide, de l'oxygène liquide ou un corps analogue,

elle s'entoure, pendant sa chute, d'un véritable manteau de flammes. Aussitôt qu'elle pénètre dans l'air liquide, les flammes s'éteignent à l'avant *a* (voir la figure 5), évidemment parce que le gaz s'écarte sur le côté plus rapidement que la flamme ne peut se propager. Dans l'espace *b*, derrière la goutte, les conditions sont, au contraire, favorables à la combustion. La goutte est enfoncée de plus en plus dans le liquide, sous l'effet de la pression des gaz provenant de la combustion, étalée et, finalement, déchirée

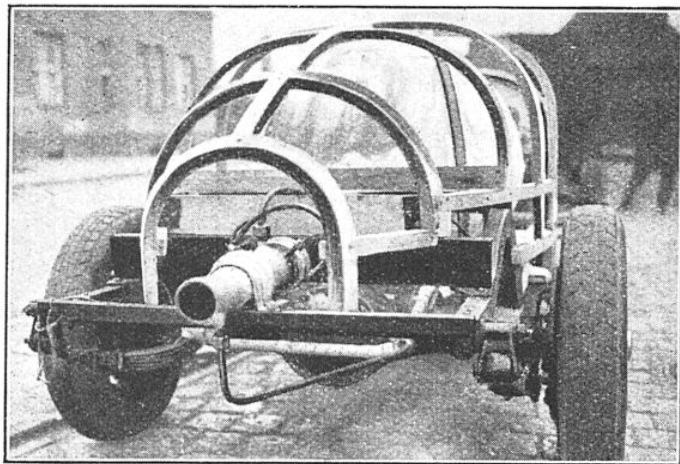


FIG. 3. — L'AUTO-FUSÉE DE L'INGÉNIEUR ALLEMAND PIETSCH, VUE DE L'ARRIÈRE

Construite d'après les résultats des travaux du docteur Heylandt, cette auto-fusée fonctionne avec de l'essence ordinaire et de l'oxygène liquide. On remarque, au premier plan, l'orifice de la tuyère par où les gaz provenant de la combustion s'échappent dans l'atmosphère.

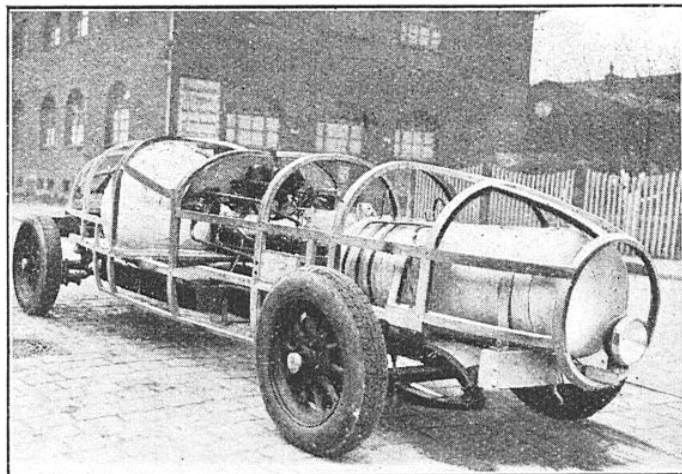


FIG. 4. — L'AUTO-FUSÉE DE L'INGÉNIEUR ALLEMAND PIETSCH, VUE DE L'AVANT

On remarque, à droite et en avant, le réservoir de grandes dimensions contenant la provision d'oxygène liquide.

(1) Cet appareil, par contre, s'est montré particulièrement intéressant : 1° pour la production de flammes relativement de très grandes dimensions et à très hautes températures. Comme il est très léger (en premier lieu, l'appareillage en lui-même n'est pas lourd, et, ensuite, les récipients pour le transport des liquides sont plus légers que les bouteilles de gaz comprimés), il pourrait avoir un certain avenir en tant que brûleur mobile pour la soudure autogène dans la construction des bâtiments ; 2° il est théoriquement possible, avec des fours de fusion construits d'après ce principe, d'atteindre des températures qui doivent dépasser de quelques degrés même celle des fours Héroult (fours à arc électrique) ; 3° cet appareil donne, avec un excès d'essence, une flamme plate d'un blanc très pur et visible de très loin, de sorte qu'il pourrait être pris en considération pour les phares et les projecteurs, en supposant naturellement que l'on puisse se procurer de l'oxygène liquide dans leur voisinage.



en une couronne de gouttes plus petites, qui se comportent alors de la même façon. La même chose se produit lorsqu'une goutte d'air liquide est projetée dans de l'essence en train de brûler. Les petits fragments suivant lesquels la goutte est pulvérisée, sont naturellement brûlés extraordinairement vite, de sorte que l'ensemble du phénomène ne dure pas plus d'un centième de seconde. Il ne nous reste donc plus qu'à injecter de haut en bas, soit de l'air liquide dans de l'essence brûlante, soit de l'essence brûlante dans de l'air liquide, soit encore de l'essence et de l'air liquide contre une paroi, de telle manière qu'ils se pénètrent mutuellement. (Pour cela, il faut seulement allumer artificiellement la première goutte ; les autres prennent feu d'elles-mêmes en traversant les gaz provenant de la combustion).

### Un moteur à réaction vient d'être mis au point

Voici comment, sur ce principe, j'ai conçu ma plus récente tuyère d'essai (fig. 6, p. 392).

En *B*, l'air liquide est injecté dans la chambre de combustion ; en *A*, l'essence.

La partie inférieure *C* est à peu près conique, la partie supérieure *D* forme un demi-disque. De cette manière, les tuyaux d'échappement *E* et *F* peuvent se disposer de telle sorte que le frottement et la formation de tourbillons dans les gaz sont réduits théoriquement au minimum.

Une telle déviation du courant gazeux peut, au premier abord, sembler une faute. Elle est cependant nécessaire :

1° Pour que le cône soit dirigé vers le bas. En effet, les jets de liquides sont généralement dirigés vers le même point, mais il peut arriver, à cause du violent dégagement de gaz, qu'ils soient déviés et que les deux liquides ne se rencontrent plus. Lorsque le cône est dirigé vers le bas, ils s'écoulent sur les côtés et se rencontrent toujours dans la pointe ; au contraire, si le cône était dirigé vers le haut, de tels résidus de liquides seraient perdus. De plus, la combustion deviendrait irrégulière, et, finalement, le jet de gaz s'arrêterait. La Société d'Astro-

nautique de Berlin (Verein für Raumschiffahrt) a construit une fusée avec un cône dirigé vers le haut. Ces messieurs poursuivent maintenant depuis huit mois leurs expériences sans avoir pu réaliser les résultats attendus (1).

2° La déviation du jet de gaz présente l'avantage que les gouttes liquides d'assez grosses dimensions qui ont pu se séparer de l'ensemble du jet, sont projetées par la force centrifuge sur une paroi, où elles se consomment. C'est ainsi que la tuyère ne produit pas la plus petite fumée ou vapeur visible, pendant que, par exemple, l'auto-fusée de Heylandt, exhibée récemment (fig. 3 et 4),

laisse derrière elle une épaisse bande de brouillard. Il en résulte aussi que l'effort de réaction de la tuyère de Heylandt est remarquablement faible, comparativement à la consommation de combustible (d'après les indications de Pietsch, l'ingénieur qui la mit au point, ce serait environ 50 kilogrammes pour un kilogramme de combustible par seconde).

3° Je peux laisser échapper les gaz de la combustion sur les côtés de la fusée, grâce

aux deux tuyaux d'échappement *E* et *F*. Il sera donc possible d'installer la chambre de combustion à l'avant de la fusée. Cette disposition a, sur le vol de la fusée, le même effet que lorsqu'on alourdit une flèche à sa partie antérieure : le vol est plus stable. En outre, la fusée peut être construite longue et mince, tandis qu'une fusée dont la tuyère est fixée à la partie inférieure doit être suffisamment épaisse.

La tuyère, représentée figure 6, a 15 centimètres de longueur, mesurés extérieurement, du point le plus haut au sommet du cône.

Elle pèse, y compris les deux tuyaux d'échappement non représentés, 1 kg 8 et est prévue pour fournir un effort de 36 kilo-

(1) A cette occasion, je ne puis faire autrement que remarquer que je n'entretiens plus de relations avec la Société Astronautique de Berlin. Il faut se réjouir qu'en France ce genre de recherches ait trouvé, dans la personne de MM. R. Esnault-Pelterie, André Hirsch et leurs amis, des animateurs aussi éclairés que désintéressés.

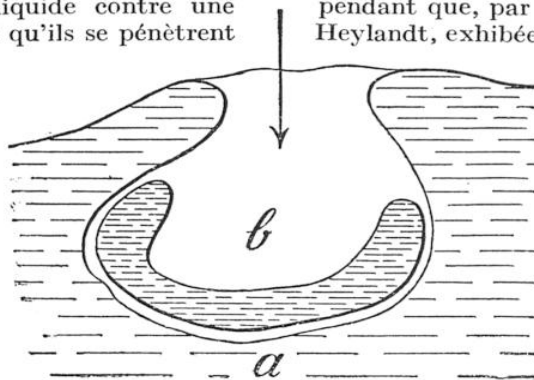


FIG. 5. — COMMENT SE COMPORTE SCHÉMATIQUEMENT UNE GOUTTE D'ESSENCE ENFLAMMÉE TOMBANT DANS DE L'AIR LIQUIDE

*La combustion se trouve arrêtée en a et se poursuit normalement en b, ce qui a pour effet d'enfoncer encore plus la goutte d'essence dans l'air liquide en l'aplatissant.*



grammes pour une consommation de combustible de 240 grammes par seconde. Elle est destinée à équiper une petite fusée d'essai et n'a, par suite, pas besoin d'une puissance supérieure. Mais elle pourrait facilement recevoir onze fois plus de combustible liquide et fournir une réaction dix fois plus grande, si les ouvertures *A* et *B* étaient un peu plus larges et si le couvercle était fixé d'une manière un peu plus robuste à la partie supérieure. J'ai effectivement obtenu, pendant mes essais préliminaires, des efforts de réaction considérablement plus élevés (1).

Lorsque quelques gouttes de liquide isolées tombent dans la chambre de combustion de la fusée représentée figure 6, chacune d'elles brûle avec une détonation sèche. Lorsque les jets de liquide entraînent hors du réservoir des bulles de gaz (ce qui, en principe, ne devrait pas se produire et est à éviter à tout prix), cette tuyère fait alors entendre un bruit semblable à celui d'une scie circulaire puissante. Par contre, aussi longtemps que des jets de liquide continus jaillissent des deux ouvertures *A* et *B*, ce dispositif travaille avec un calme et une régularité si parfaits que, même en y posant la main, on ne sent aucun tremblement. Dans ce cas, le bruit est aussi considérablement moindre ; évidemment, il n'est produit que par le frot-

(1) Avec une tuyère d'essai pesant 1.200 grammes, j'ai obtenu, par exemple, pour une consommation de combustible de 500 grammes par seconde (420 grammes d'air liquide et 80 grammes d'essence), une réaction de plus de 80 kilogrammes.

tement du jet gazeux sur l'air extérieur.

Ainsi, le problème d'une tuyère de fusée pour air liquide et combustible liquide me semble résolu. Il n'est, d'autre part, à proprement parler, plus rien de problématique dans la construction d'une fusée pour combustibles liquides. L'appareil de pilotage automatique, pour les fusées postales, par

exemple, est également prêt et a fonctionné, tout au moins au banc d'essai, d'une manière si parfaite que nous pouvons compter sur une précision du 1/10.000<sup>e</sup> en ce qui concerne la distance de tir, si l'appareil tient dans la pratique ce qu'il promet au laboratoire. Cela veut dire que, si on tirait de Paris sur New-York, la dispersion ne dépasserait pas 600 mètres. Naturellement, malgré cela, on n'entreprendra pas, dès maintenant, la construction de fusées postales ni même interplanétaires (1); mais il est certain que le développement de cette technique empruntera, dans le

cours des prochaines années, la voie déjà esquissée dans ses grandes lignes par *La Science et la Vie* (2).

Il en est, en effet, de problèmes que pose la réalisation pratique des fusées à combustibles liquides comme de toutes les autres branches de la technique industrielle : un développement progressif, suivant pas à pas les résultats des expériences pratiques, est le principal élément du succès.

H. OBERTH.

- (1) Voir *La Science et la Vie*, n° 159, page 199.  
(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 170, page 103.

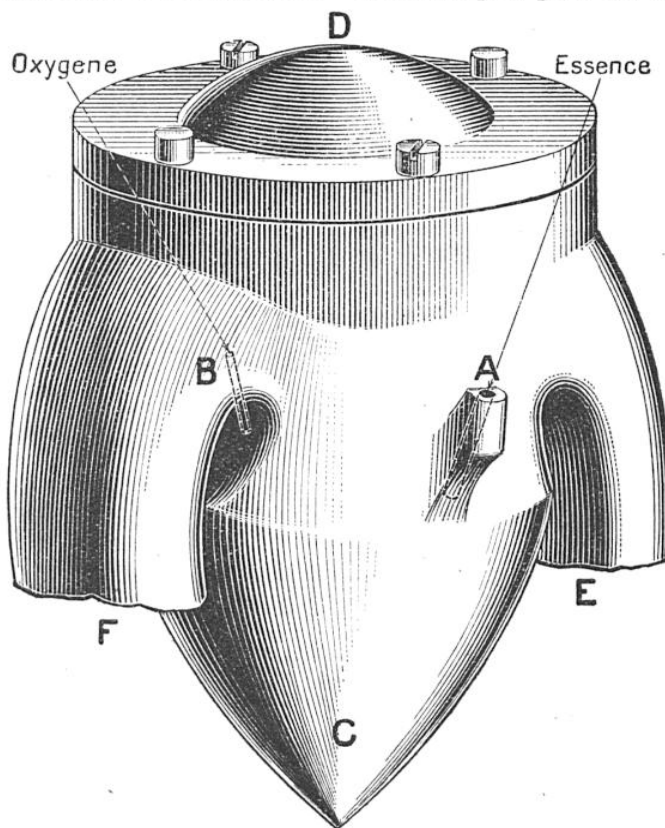
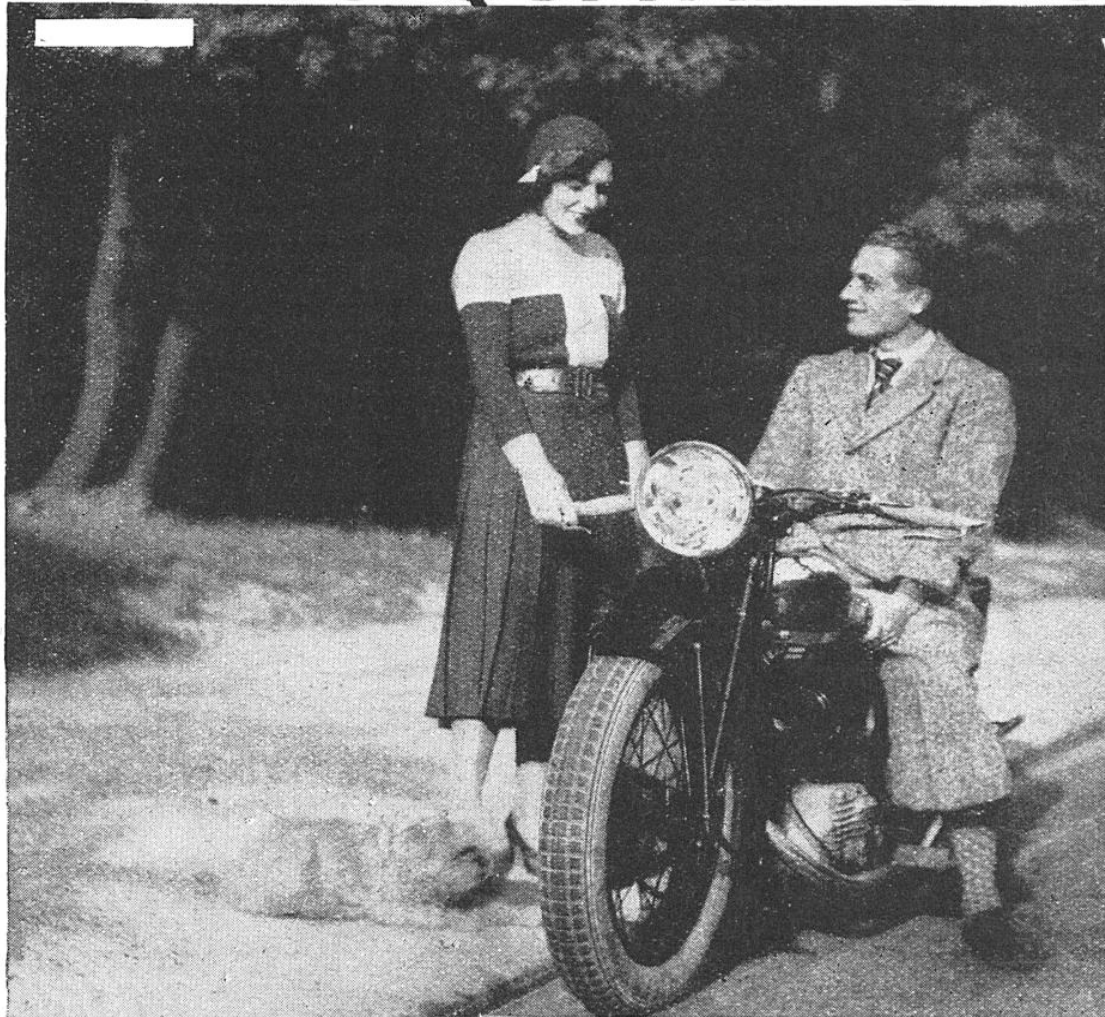


FIG. 6. — LA PLUS RÉCENTE TUYÈRE D'ESSAI CONÇUE ET RÉALISÉE PAR LE PROFESSEUR OBERTH

*L'injection d'essence a lieu par l'orifice A et celle d'oxygène ou d'air liquide, par l'orifice B. La partie inférieure C de la chambre de combustion est conique et le couvercle D est évidé en forme de disque. Les gaz de la combustion s'échappent vers le bas par les tuyaux E et F.*



# LA MOTO QUI FAIT CHIC



la "fine fleur" des 350, c'est toujours l'A 17 AUTOMOTO.

Sa réputation l'a définitivement classée ;

Un moteur NERVEUX, PUISSANT et ROBUSTE :

Une tenue de route et une suspension dont on se félicite après des étapes de 400 kilomètres ;

De nombreux détails qui ont une grande importance ;  
ROUE ARRIÈRE INSTANTANÉMENT DÉMONTABLE,  
béquille centrale, commande mécanique de la dynamo  
sous carter étanche ;

Une pureté de lignes incomparable : bloc-moteur net,  
pas de tuyauteries, un centre de gravité très bas ;

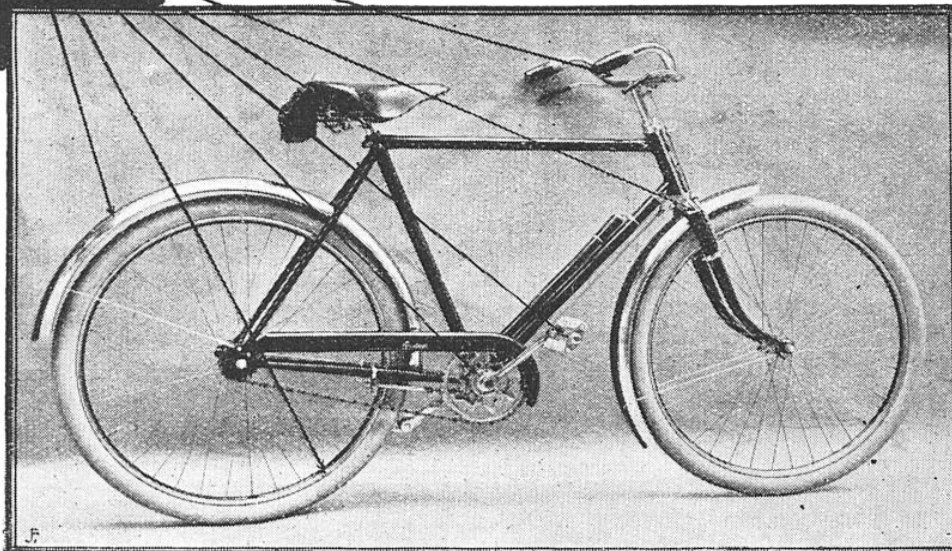
L'A 17 AUTOMOTO est une machine de grande classe...  
et elle ne coûte cependant que . . . 4.350 francs

# AUTOMOTO



**CHROME**

# UNE BICYCLETTE CHROMÉE!...



PEUGEOT qui, depuis 30 ans, fabrique les meilleures bicyclettes, se devait d'être le premier à lancer en grande série la bicyclette chromée.

Désormais, toutes les bicyclettes "grand luxe" PEUGEOT comporteront le **chromage des pièces préalablement nickelées à chaud sur épaisseur**. La superposition de ces deux métaux rend pratiquement inoxydables ces nouvelles bicyclettes.

Ni l'air marin, ni les intempéries ne terniront l'éclat de votre bicyclette PEUGEOT chromée.

## QUELQUES PRIX :

### POUR HOMME :

Tourisme. Frs **675 »**

Confort. . Frs **695 »**

Course. . Frs **750 »**

### POUR DAME :

Tourisme. Frs **695 »**

Confort. . Frs **730 »**

Catalogue franco sur demande

# Peugeot

BEAULIEU (Doubs)



# LES AVIONS TORPILLEURS REEMPLACERONT-ILS BIENTOT LES TORPILLEURS ?

Par le capitaine de corvette LABOUREUR (R.)

*Les avions — ou hydravions — sont, pour les bâtiments de ligne, des adversaires dangereux, qui peuvent les attaquer de deux manières, à la bombe ou à la torpille. Nous avons consacré récemment une étude aux avions bombardiers (1) ; nous montrons ici non seulement le rôle que les avions torpilleurs sont destinés à remplir dans le combat naval, mais encore les perfectionnements apportés dans la construction de ces appareils spéciaux. Les progrès réalisés dans ce domaine ont abouti à la création d'appareils, montés sur roues ou sur flotteurs, capables d'emporter une torpille semblable à celle des torpilleurs et sous-marins, mais d'un modèle réduit, pesant seulement entre 700 et 980 kilogrammes et pouvant parcourir à grande vitesse (40 nœuds ou 20 mètres à la seconde) un trajet de 1 à 2 kilomètres. Mais, d'ores et déjà, on peut envisager l'utilisation, au point de vue tactique, d'hydravions de gros tonnage, comme le Rohrbach (2) ou le Do-X (3), capables d'enlever six torpilles de 1.500 kilogrammes chacune, en tout point semblables à celles utilisées par les sous-marins et torpilleurs. Ces puissants appareils joueront alors le rôle — en tout point analogue — des torpilleurs actuels. Contre de tels engins, la seule protection consistera — en dehors de l'artillerie antiaérienne des bâtiments de combat — dans les avions de chasse, qui rempliront alors la même mission que les contre-torpilleurs actuels. L'avion torpilleur — nouvel élément de bataille dans les flottes de combat — modifiera considérablement la tactique et même la stratégie navales.*

UN avion torpilleur est, par définition, un appareil aérien destiné à lancer contre un navire l'engin appelé *torpille*. Un avion peut attaquer un navire de deux façons : soit à la bombe (4), soit à la torpille.

La bombe est un projectile qui doit être lâché par l'avion à une altitude quelconque, mais en un point tel que sa parabole de chute la fasse tomber directement sur le pont du navire, faute de quoi le projectile est perdu. Elle peut donc être lancée à haute altitude (jusqu'à 3.000 mètres) (fig. 1).

La torpille, au contraire, est un engin lâché par l'avion à très basse altitude (30 mètres). Cet engin doit tomber à l'eau à une certaine distance de l'objectif, de l'ordre de 2.000 mètres, avec les torpilles actuelles, et en un point tel qu'étant donné la direction et la vitesse de la torpille d'une part, la direction et la vitesse du but d'autre part, la torpille arrive au contact de la coque du navire, où elle explosera, lui causant des avaries plus ou moins graves, pouvant aller jusqu'à l'envoyer immédiatement par le fond (fig. 2).

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 148, page 299.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 147, page 231.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 155, page 255.

(4) Voir *La Science et la Vie*, n° 148, page 299.

## Comment un avion torpilleur lance sa torpille

Le lancement comporte donc deux parties :

1° Arriver en bonne position de lancement ;

2° Donner à la torpille la direction convenable, compte tenu des données du lancement, c'est-à-dire route et vitesse du but, vitesse de la torpille.

Représentons un navire en *A* (fig. 3), sa route par *AX*, à une vitesse déterminée, par exemple 20 nœuds, soit 10 mètres à la seconde (1).

Supposons maintenant une torpille lancée à 2.000 mètres de la route du but et marchant 40 nœuds, soit 20 mètres à la seconde.

Pendant le temps que la torpille mettra à parcourir ces 2.000 mètres, soit 100 secondes, le navire aura parcouru  $100 \times 10$ , c'est-à-dire 1.000 mètres. Il sera en *B*.

Il est facile d'en conclure que, si la torpille est tombée à l'eau en un point quelconque d'un cercle ayant *B* comme centre

(1) Une vitesse de 20 nœuds représente 20 milles marins à l'heure, soit  $20 \times 1.852$  mètres. Il suffit de diviser par deux la vitesse en nœuds pour avoir, très approximativement, le nombre de mètres parcourus à la seconde.



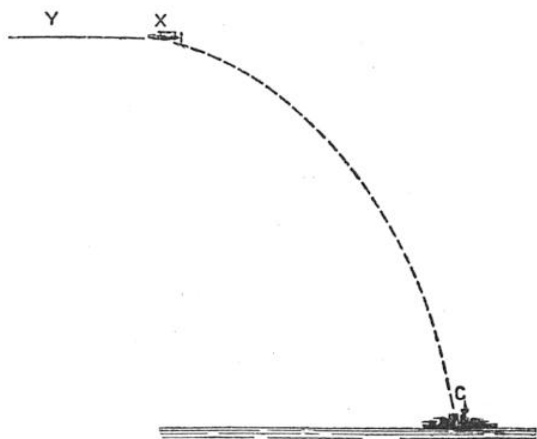


FIG. 1. — COMMENT UN AVION BOMBARDE UN CUIRASSÉ

Un avion, arrivant à une certaine altitude et d'une certaine direction, est obligé de lâcher sa bombe en un point bien déterminé X. S'il la lâche avant ou après, la bombe tombera courte ou longue, car la trajectoire X C est indéformable (ou déformée dans des proportions connues s'il y a du vent). Dès lors, la tactique du cuirassé consistera à établir un barrage en avant du point X, en Y, pour empêcher l'avion de parvenir à la position de lancement.

et 2.000 mètres comme rayon, à condition d'avoir été convenablement pointée, le bâtiment visé en A sera atteint en B, s'il n'a changé ni de route, ni de vitesse entre A et B (ceci peut constituer sa parade).

L'avion devra arriver sur le cercle en question quand le navire sera en A. Mais tous les points de ce cercle ne sont pas équivalents au point de vue de l'offensive.

Au point C, la trajectoire de la torpille BC sera perpendiculaire à la route du but, donc dans les meilleures conditions au

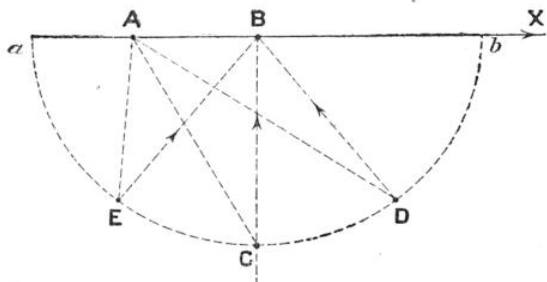


FIG. 3. — LES DIFFÉRENTES POSITIONS DE LANCEMENT D'UNE TORPILLE

Si, lorsque le bâtiment visé est en A, se dirigeant vers X, la torpille est lancée, convenablement pointée, d'un point de la circonférence a C b, le but sera atteint en B. Des trois points de lancement types E, C, D, le dernier est le plus favorable à la réussite de l'attaque.

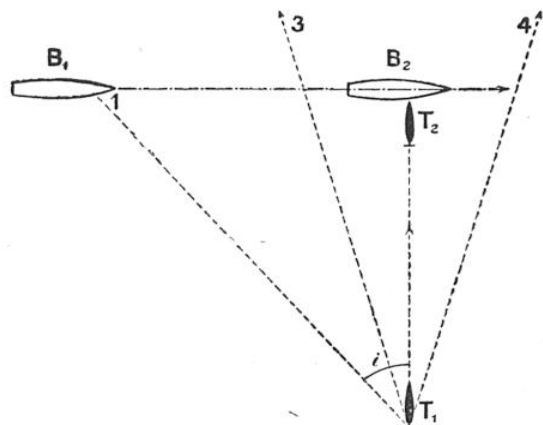


FIG. 2. — COMMENT UN AVION TORPILLEUR LANCE SA TORPILLE

L'avion lâche sa torpille en T<sub>1</sub> quand le but est en B<sub>1</sub>. Pendant que le but parcourt la distance B<sub>1</sub> B<sub>2</sub>, la torpille parcourt T<sub>1</sub> T<sub>2</sub>. Si l'angle i, angle de visée, a été bien déterminé en fonction des routes et des vitesses, la torpille arrivera au contact du but en B<sub>2</sub>. Si la vitesse du but a été appréciée trop faible (i trop petit), la torpille passe sur l'arrière en 3. Si elle a été appréciée trop forte (i trop grand), la torpille passe sur l'avant, en 4.

point de vue de la percussive et de l'explosion.

Entre C et b, en D par exemple, l'incidence de la torpille (angle de sa trajectoire avec l'axe du bâtiment visé) sera plus faible, donc dans de plus mauvaises conditions ; mais l'avion lançant en D sera plus loin de son ennemi A que s'il lançait en C, partant moins vulnérable.

S'il lançait en E, au contraire, il serait à la fois dans de mauvaises conditions au point de vue de l'incidence et de la portée de l'artillerie ennemie.

L'avion doit donc chercher à lancer au point C et, à défaut, plutôt sur l'avant de ce point que sur l'arrière, par rapport à la route

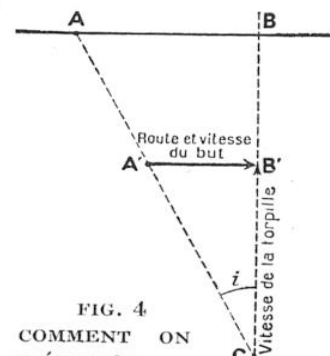


FIG. 4  
COMMENT ON DÉTERMINE L'ANGLE DE VISÉE POUR LE LANCEMENT D'UNE TORPILLE

Le but à atteindre étant en A et se dirigeant vers B, l'angle de visée i se déduira, connaissant la vitesse de la torpille, de l'estimation de la route et de la vitesse du bâtiment visé.



du but, pour être exposé au feu moins longtemps et de plus loin. Ceci est exact, non seulement pour l'avion torpilleur, mais encore pour le torpilleur et le sous-marin.

Il est évident que l'avion peut passer au point  $C$  de deux façons : la première en faisant route parallèle et de même sens que le bâtiment, la seconde en faisant route parallèle et de sens contraire. Cette deuxième

chasse sur l'avant d'un gibier qu'on veut tuer.

Si le lanceur peut construire le triangle  $CA'B'$  (fig. 5), dans lequel  $CA'$  est la direction de l'ennemi au moment du lancement,  $A'B'$ , la vitesse du but dans la direction de sa route, et  $CB'$  la vitesse de la torpille, il aura résolu le problème et saura de quel angle pointer la torpille sur l'avant du but. Cet angle s'ap-

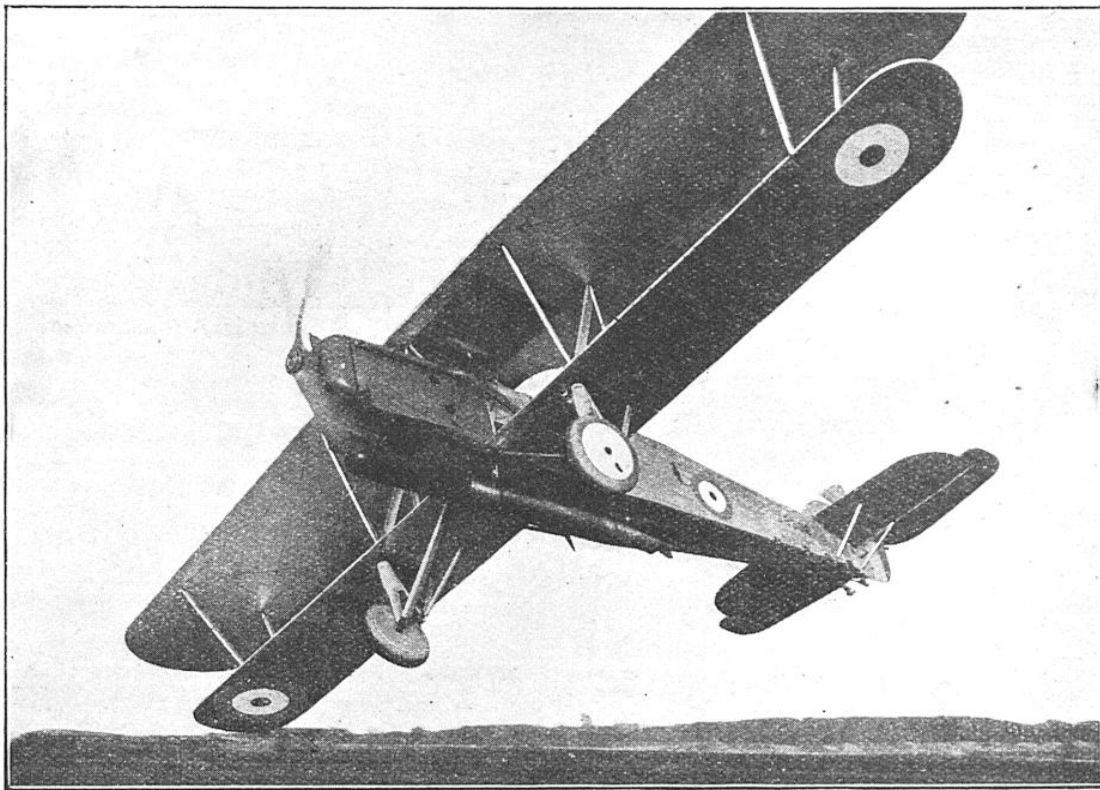


FIG. 5. — AVION TORPILLEUR BIPLACE HAWKER « HORSLEY », MUNI D'UN MOTEUR DE 650 CH Armé de deux mitrailleuses, cet appareil emporte une torpille de 980 kilogrammes placée sous le fuselage, dans un berceau en acier. Son poids à vide est de 2.240 kilogrammes et sa charge utile, de 2.136 kilogrammes.

manière est plus favorable, puisque l'avion vient du secteur  $CD$ , où il est moins vulnérable et qu'en outre il restera moins longtemps sous le feu, puisque les vitesses de croisement s'ajoutent.

#### Comment donner à la torpille l'orientation convenable

Supposons la torpille lancée en  $C$  (fig. 4), de telle sorte qu'elle atteigne le but en  $B$ . Pendant qu'elle parcourra  $CB$ , le but aura parcouru  $AB$ . Il faut donc dévier la torpille d'un certain angle  $i$  sur l'avant du but, exactement comme on vise avec un fusil de

pelle angle de visée. Mais le seul élément que connaisse le lanceur est la vitesse de sa torpille. Il a donc à apprécier à vue la route et la vitesse du but.

Ces considérations suffisent pour se faire une idée des difficultés avec lesquelles peut se trouver aux prises un avion torpilleur pour lancer avec succès une torpille au point  $C$ , en arrivant à ce point à une vitesse de l'ordre de 200 à 300 kilomètres à l'heure.

Ces difficultés ont été plus ou moins résolues par l'emploi de divers appareils, dont la description ne peut trouver place dans le cadre de ce rapide exposé. Ils sont, d'ailleurs,



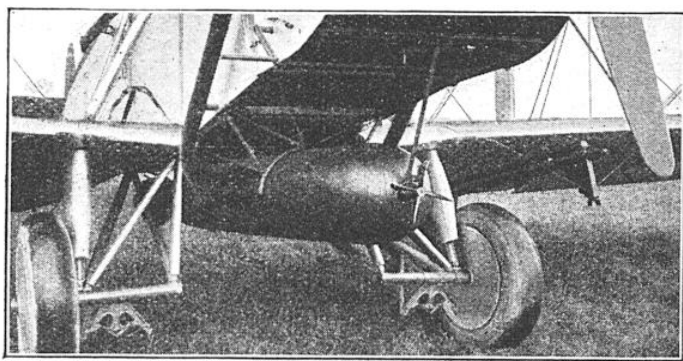


FIG. 6. — AVION TORPILLEUR ANGLAIS « BLACKBURN »  
On remarque, à l'avant de la torpille, la pointe percutante. C'est une petite hélice immobilisée par un doigt sous l'avion. En arrivant à l'eau, elle se dévissera sous l'action de la vitesse et rendra le mécanisme de percussion offensif. Sur l'arrière, on voit un des demi-colliers tenant la torpille et plus loin, en dessous, l'aussière de retenue.

encore bien loin d'avoir résolu complètement le problème — tant pour les avions que pour les torpilleurs et sous-marins.

### Les types d'avions torpilleurs actuels

Les avions torpilleurs actuels sont, en principe, identiques aux avions bombardiers et ne diffèrent que par le projectile qu'ils portent : torpilles au lieu de bombes. Certains sont même indifféremment bombardiers ou torpilleurs. Ils sont montés sur roues ou sur flotteurs.

Un avion torpilleur actuel ne porte qu'une torpille de modèle réduit : torpilles de 400 à 450 millimètres de diamètre, pesant entre 700 et 980 kilogrammes (alors que les torpilles de torpilleurs et sous-marins ont 550 millimètres de diamètre et pèsent 1.500 kilogrammes environ). Cette torpille, qui a un poids et un encombrement minima pour la charge d'explosif qu'elle porte, parcourt à sa vitesse maxima un trajet de 1.000 à 2.000 mètres. Elle est lâchée d'une hauteur de 30 mètres environ et doit naturellement supporter la chute à l'eau en conservant sa direction initiale, puis se mettre à ce moment en marche sous l'eau vers son objectif, à l'immersion pour laquelle elle a été réglée. Elle comporte tous les organes d'une torpille ordinaire : moteur à air comprimé, pendule et piston hydrostatique pour le réglage de l'immersion, gyroscope à air comprimé pour le réglage en direction, pointe percutante, méca-

nisme de stoppage et de submersion, etc...

Le but de cet exposé n'étant pas de décrire cet engin, dont *La Science et la Vie* a déjà parlé (1), nous ne dirons quelques mots que des particularités de son adaptation à l'avion, indépendamment de ses dimensions.

D'abord, elle doit pouvoir supporter les froids des hautes altitudes et est, en conséquence, protégée contre le gel de l'huile, soit par un courant électrique produit par une génératrice de l'avion, soit par les gaz d'échappement du moteur.

Ensuite, elle doit pouvoir être lâchée en vol. Elle est généralement tenue sous l'avion dans deux demi-colliers et soutenue,

en outre, par une aussière (amarre en fil d'acier). Un simple levier provoque l'ouverture des demi-colliers et le décrochage de l'aussière dans un ordre tel que la torpille tombe la pointe en bas, position favorable à sa rentrée dans l'eau sous le moindre choc.

Au décrochage, le gyroscope est lancé et le moteur mis en marche au ralenti. A la rentrée dans l'eau, la torpille prend sa vitesse par suite d'un mécanisme ouvrant l'air en grand au moteur, sous le choc. A ce moment, le gyroscope agit sur le gouvernail vertical, et la torpille est ramenée dans sa direction de pointage, si elle en a été écartée dans sa chute aérienne. Elle y est ensuite maintenue.

Elle fonctionne alors comme une torpille automobile ordinaire.

### La tactique actuelle des avions torpilleurs

Nous avons vu qu'un avion torpilleur devait, pour lancer sa torpille, s'approcher

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 3, page 307.

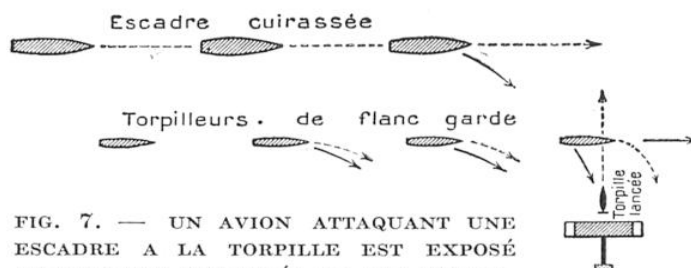


FIG. 7. — UN AVION ATTAQUANT UNE ESCADRE A LA TORPILLE EST EXPOSÉ AU FEU DES CUIRASSÉS ET DES TORPILLEURS DE FLANC-GARDE DE L'ESCADRE, QUI LE CHARGENT ET TIRENT SUR LUI DANS LE SENS DES FLÈCHES



de l'ennemi à une distance de l'ordre de 2.000 mètres, en volant à la très faible altitude de 30 mètres. Il est ainsi extrêmement vulnérable, exposé au feu de la défense anti-aérienne, non seulement de la ligne cuirassée qui est son objectif, mais encore des torpilleurs de flanc-garde, qui seront très près de lui et le chargeront, sans compter, éventuellement, les avions de chasse (fig. 7).

Une attaque isolée est à peu près certainement vouée à un échec, à moins d'être opérée par surprise, c'est-à-dire de nuit, par brume, ou à la faveur de rideaux de fumée.

En dehors de ces conditions, l'attaque

la figure 8, soit par des obus fumigènes (1).

Arrivant à l'abri de ce nuage, les avions torpilleurs seraient à portée de lancement presque immédiatement après l'avoir traversé et auraient quelques chances de réussir leur attaque, restant très peu de temps sous le feu de l'ennemi.

A ces deux genres d'offensive : attaque en masse et attaque par surprise à petite distance, se limite aujourd'hui la tactique des avions torpilleurs.

Mais là, comme partout, l'arme progresse, et l'avenir nous réserve sans doute des surprises dans l'utilisation des avions torpilleurs.

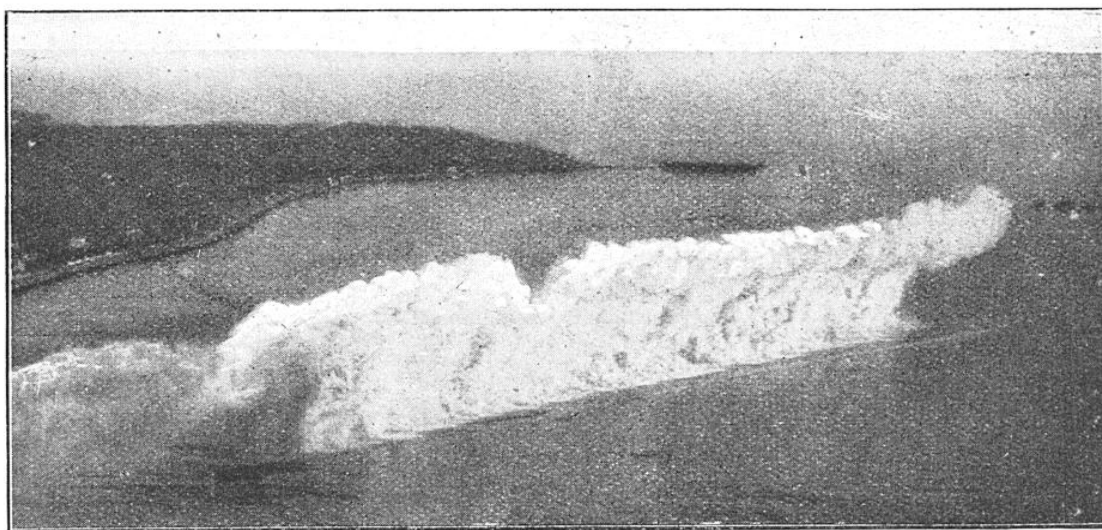


FIG. 8. — RIDEAU DE FUMÉE PRODUIT PAR UN AVION POUR AVEUGLER UN NAVIRE DE SURFACE ET L'ATTAQUER A PETITE DISTANCE

d'avions torpilleurs ne peut donc se concevoir *qu'en masse*, dans le but de disperser le feu de la défense anti-aérienne ennemie, ainsi que la réaction de ses avions de chasse, et de permettre, au moins à quelques unités, d'arriver en bonne position de lancement.

Cette attaque serait exécutée par des escadrilles d'avions torpilleurs portées par le navire porte-avions accompagnant l'escadre, et sur l'ordre du commandant en chef, pendant la bataille, pour obliger l'ennemi à manœuvrer, ou après la bataille, pour exploiter un succès et achever les bâtiments ennemis avariés.

L'attaque par surprise pourrait se réaliser de jour à la faveur de rideaux de fumée, dans les conditions suivantes :

Un rideau de fumée serait tendu à environ 3.000 mètres de la ligne cuirassée ennemie, soit par des avions, comme l'indique

### L'avenir des hydravions torpilleurs

Ce qui limite actuellement les moyens des avions torpilleurs, c'est le poids qu'ils peuvent transporter et qui ne leur permet de prendre à bord qu'une torpille de moins de 1.000 kilogrammes, nécessairement limitée comme parcours, comme vitesse et comme puissance explosive.

Mais, étant donné les progrès actuels de l'aviation, on peut prévoir bientôt l'utilisation des hydravions autonomes de gros tonnage.

Un Rohrbach (2) de 19 tonnes, de 1.650 ch et de 700 kilomètres de rayon d'action, à 170 kilomètres à l'heure, un Dornier (3) de 50 tonnes et de 6.300 ch, et de 700 kilomètres de rayon d'action, à la vitesse de 175 kilomètres à l'heure, pourraient facile-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 148, page 305.

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 147, page 231.

(3) Voir *La Science et la Vie*, n° 155, page 355.



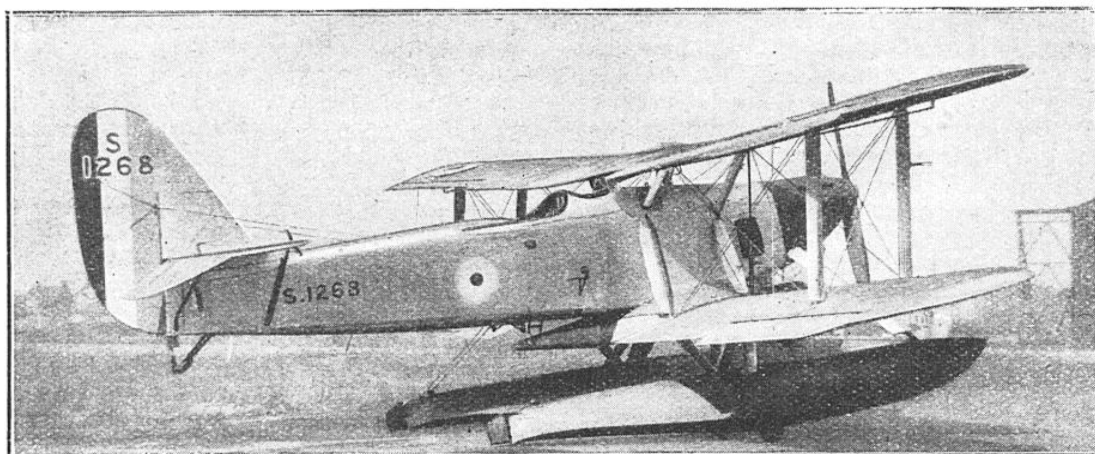


FIG. 9. — HYDRAVION TORPILLEUR ANGLAIS BLACKBURN « RIPON »

*Cet appareil, qui peut servir également pour le bombardement ou la reconnaissance, pèse, à vide, 1.874 kilogrammes et peut emporter une charge utile de 1.430 kilogrammes. Il peut franchir une distance de 600 kilomètres à la vitesse de croisière de 130 kilomètres à l'heure.*

ment enlever 6 tonnes, soit 4 torpilles de 550 millimètres. On peut concevoir l'adaptation d'un de ces types comme hydravion torpilleur, ce qui serait sans doute appelé à révolutionner la composition des flottes futures.

Un Dornier Do-X est comparable comme tonnage à l'un de nos petits torpilleurs anciens. Des hydravions de ce type, dotés de solides qualités nautiques, formeraient une escadrille accompagnant une escadre *sur l'eau*, exactement comme les torpilleurs actuels, qu'ils seraient appelés à remplacer.

Leur ravitaillement serait assuré, au besoin, *sur l'eau* par les bâtiments de combat eux-mêmes ou par un ravitailleur spécial.

Leur unique fonction serait, comme celle des torpilleurs, l'attaque à la torpille, mais à grande distance, étant donné la portée de leur engin, identique à celle des torpilleurs actuels (15 kilomètres). Ils prendraient l'air pour l'attaque sur signal de l'amiral, exactement comme chargent les torpilleurs, sur lesquels ils présenteraient les avantages considérables suivants : moindre prix de revient (à peu près quinze avions pour un tor-

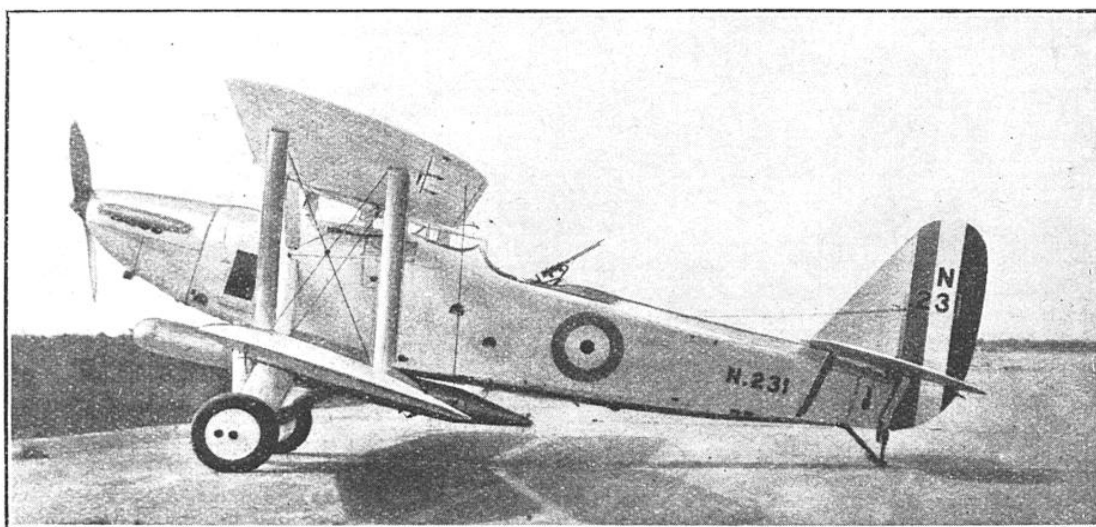


FIG. 10. — AVION TORPILLEUR ANGLAIS BLACKBURN « RIPON », ÉQUIPÉ EN TERRESTRE



pilleur) (1), vulnérabilité plus faible, vitesse au moins trois fois plus forte. Ils resteraient donc, cibles plus petites, trois fois moins longtemps sous le feu de l'artillerie ennemie, se poseraient sur l'eau pour lancer leurs torpilles et décrocheraient derrière un nuage de fumée.

Leur faible vulnérabilité leur permettrait de lancer à plus faible distance (les torpilleurs actuels lancent à environ 12.000 mètres) augmentant ainsi considérablement les chances de succès de l'engin torpille.

Un coup d'œil plus audacieux encore sur l'avenir permet d'envisager l'utilisation d'au-

Des avions d'observation survolent chaque escadre, dominant les nuages de fumée et règlent par T. S. F. le tir de leur escadre respective. Les avions de chasse attaquent ces observateurs gênants ; les escadrilles de chasse se croisent, et un gigantesque combat aérien se livre entre les deux flottes.

Cependant, les escadrilles de torpilleurs, plongeant à toute vitesse des nues, encadrées de chaque côté par un double rideau d'avions de chasse, traversent les nuages de fumée au ras de l'eau et découvrent l'escadre ennemie à petite distance. Ils se posent sur

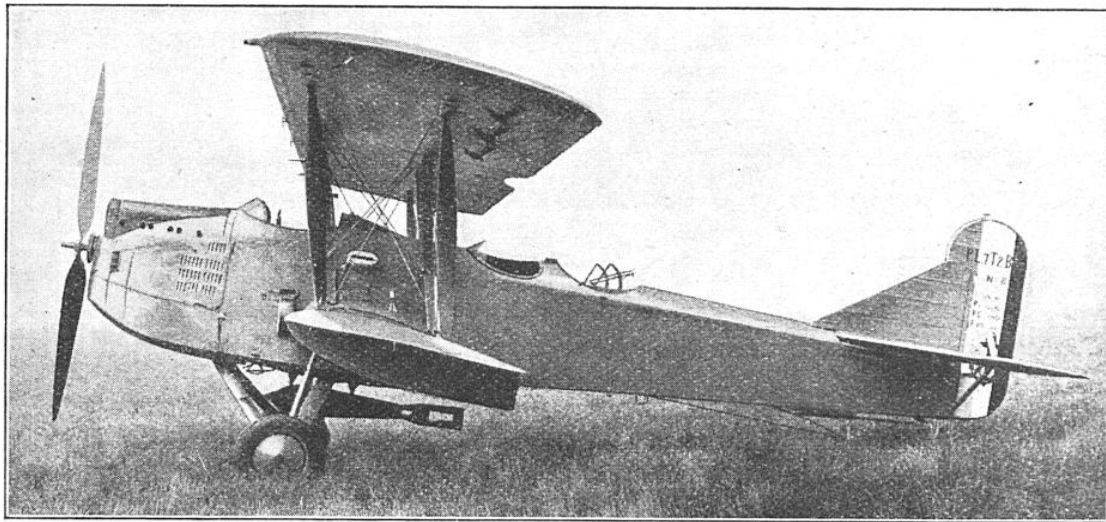


FIG. 11. — AVION BOMBARDIER FRANÇAIS LEVASSEUR, DU TYPE TERRESTRE, DESTINÉ À ÊTRE EMBARQUÉ SUR UN NAVIRE PORTE-AVIONS, COMME LE « BÉARN » DE LA MARINE FRANÇAISE. Cet appareil peut être également équipé en avion torpilleur, en remplaçant la bombe visible entre les roues du train d'atterrissage par une torpille marine.

togires et d'hélicoptères, avions torpilleurs susceptibles de quitter aisément le pont des navires de combat et d'y revenir.

Evidemment, toute arme suppose une riposte, et la réaction contre les avions torpilleurs réside non seulement dans l'artillerie antiaérienne, mais surtout dans l'aviation de chasse, dont les éléments deviendront les véritables contre-torpilleurs. Et nous terminerons par la vision d'une guerre future sur mer.

Les escadres s'approchent l'une de l'autre, enveloppées d'immenses nuages de fumée. Les bâtiments ne se voient pas, mais l'artillerie ne demeure pas pour cela inactive.

(1) Avec cette réserve, que l'hydravion est un véhicule plus délicat et plus fragile que le torpilleur, et qu'aux exercices d'entraînement, en particulier, le pourcentage de déperdition est encore important.

l'eau un instant, sous un feu formidable d'artillerie et de mitrailleuses, lancent une immense gerbe de torpilles pendant que leurs avions de chasse tourbillonnent au-dessus d'eux. Puis ils reprennent l'air pour retraverser le nuage, encadrés à nouveau par leurs escorteurs, d'où tombent des torrents de fumée blanche.

Sir Dennistoun Burney écrivait, dans le *Journal of Royal United States Institution*, d'août 1930 : « *Naval power means an amalgamation of sea power and air power* » — « La puissance navale signifie une coordination de la puissance sur mer et de la puissance dans l'air » — et il n'est, certes, pas besoin d'être grand prophète pour affirmer que la maîtrise de la mer sera de plus en plus, dans l'avenir, subordonnée à la maîtrise de l'air.

LABOUREUR.



# NOUVEL ÉLÉVATEUR FLOTTANT POUR DÉCHARGER 500 MÈTRES CUBES DE DÉBLAIS A L'HEURE

Par Paul LUCAS

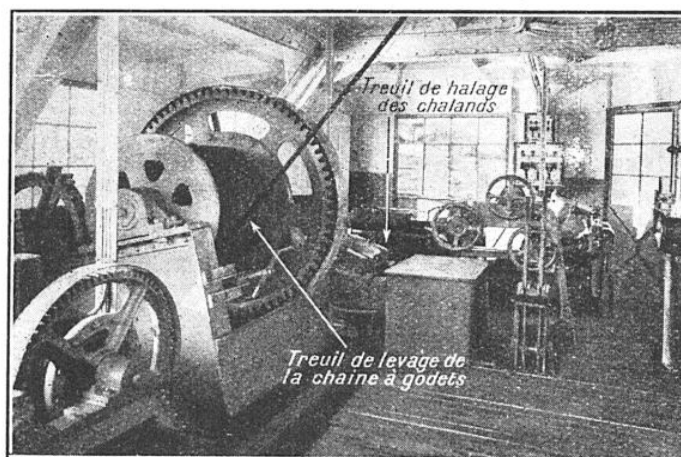
*L'exploitation d'un grand port fluvial nécessite des travaux de dragage continuels et fort importants. Les déblais sont d'abord rassemblés dans des chalands, puis déposés sur les berges en des endroits appropriés. Ils servent, soit au remblayage en général, soit à la construction des digues. La mécanique appliquée, progressant sans cesse, permet aujourd'hui de construire des appareils géants très perfectionnés, qui assurent le déchargement rapide des chalands remplis de déblais. C'est ainsi que le beau port de Rouen vient d'être doté d'un puissant élévateur flottant d'un modèle nouveau, représenté sur la couverture de ce numéro. La capacité de travail de ce magnifique appareil atteint 500 mètres cubes à l'heure. C'est, actuellement, l'un des plus grands engins de ce genre en usage dans le monde.*

**P**OUR assurer le déchargement rapide des chalands chargés de déblais, le port de Rouen est équipé depuis peu d'un élévateur flottant de très grandes dimensions. Pesant 2.100 tonnes, il se compose principalement de deux flotteurs de 60 mètres de long sur lesquels repose le mécanisme de déchargement des chalands et de mise à terre des déblais. Entre les deux flotteurs, distants de 10 m 50, sont halés ces chalands dans lesquels vient alors plonger la chaîne à godets mobile de l'appareil de dragage de l'élévateur. La chaîne à godets, composée de quarante-sept godets de 500 litres de capacité, tourne avec une vitesse de seize godets à la minute, vitesse que l'on peut porter à vingt godets par minute. Les godets sont, comme ceux des excavateurs (1), en acier coulé, recou-

verts d'une robe en tôle d'acier et munis d'un bec d'usure en acier au manganèse.

Les déblais sont déversés, à la partie supérieure de l'élévateur, dans un puits de chute muni de deux papillons permettant de les évacuer, suivant leur nature, la quan-

tité et les dimensions des gros galets qu'ils contiennent, soit par un tapis transporteur, soit par un long couloir à chasse d'eau, soit, enfin, par un petit couloir à pente rapide. Ce dernier, qui fonctionne normalement sans ad d u c t i o n d'eau, permet de déverser les déblais à environ 8 mètres du bord de l'élévateur. Il est utilisé pour la constitution



DANS CETTE CABINE, SONT RÉUNIS TOUS LES ORGANES DE COMMANDE ET TOUS LES TREUILS SERVANT, SOIT AUX MOUVEMENTS PROPRES DE L'ÉLÉVATEUR, SOIT AU HALAGE DES CHALANDS, SOIT AU LEVAGE DE L'ÉLINDE ET DU TABLIER TRANSPORTEUR, ETC.

des digues de calibrage en Seine. Le tapis transporteur a 45 mètres de longueur et est porté par une poutre démontable en sept tronçons de 7 m 50 de longueur chacun. Il est constitué par une bande de caoutchouc de 1 m 30 de large, qui est actionnée par

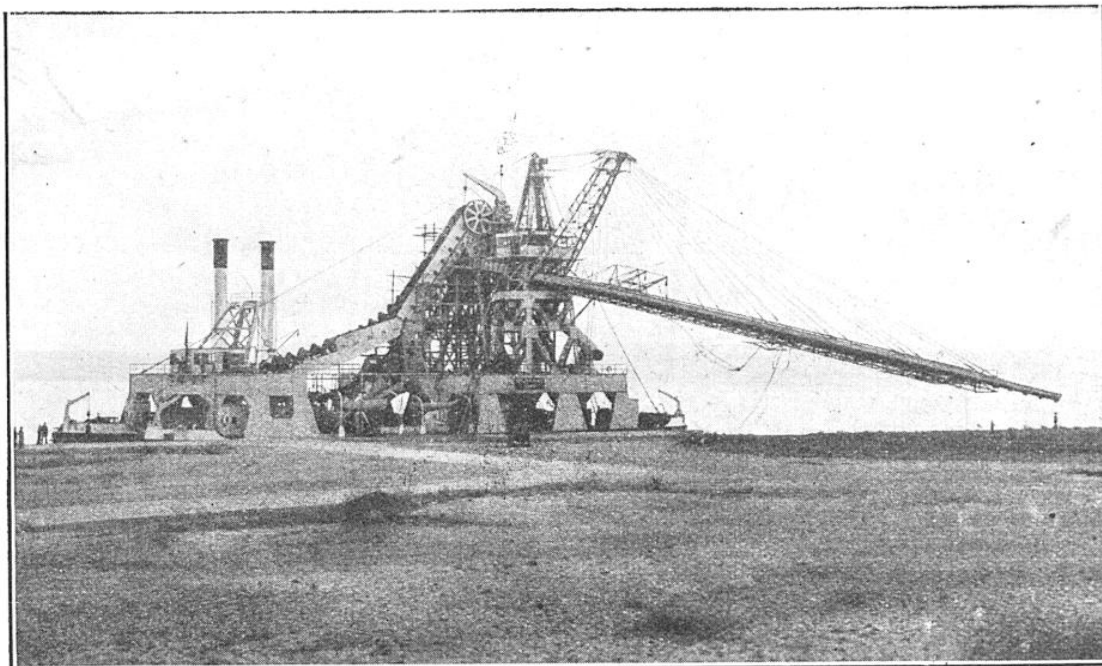
(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 171, page 243.



un moteur électrique de 80 kilowatts, à la vitesse de 2 m 50 par seconde. Le couloir à chasse d'eau est disposé parallèlement au tapis transporteur et a une longueur de 55 mètres ; il est constitué également d'éléments démontables. La chasse d'eau est assurée par une pompe centrifuge d'un débit de 1.800 mètres cubes à l'heure. Entre ce couloir et le tapis transporteur est disposée une passerelle pour le service et la surveillance des rouleaux supportant le tablier

descente est limitée par deux câbles d'acier de 5 centimètres de diamètre qui relient la tête de la bigue au mât. L'inclinaison du tapis transporteur peut varier entre 20° et l'horizontale, ce qui permet d'adapter la hauteur de chute aux conditions locales. La hauteur maximum de déversement du tablier transporteur peut atteindre 19 mètres et celle du couloir à chasse d'eau, 12 mètres au-dessus du plan d'eau.

L'ensemble formé par le tapis roulant, le



VUE GÉNÉRALE DE L'ÉLÉVATEUR FLOTTANT POUR DÉBLAIS DE DRAGAGE

*La chaîne à godets déverse les déblais, dans sa partie supérieure, dans un puits d'où ils peuvent, suivant leur nature, soit s'écouler directement par un petit couloir à pente rapide, soit emprunter le tablier transporteur ou le long couloir à chasse d'eau de 55 mètres de longueur (visibles à droite).*

roulant. Ceux-ci sont montés sur roulements à billes et sont revêtus de caoutchouc en raison des gros galets à transporter.

Le tapis roulant et le long couloir à chasse d'eau sont reliés l'un à l'autre sur toute leur longueur par des entretoises ; leur ensemble est articulé, et chaque élément du système est suspendu à la tête d'une bigue de construction robuste dont le pied est lui-même articulé. La tête de la bigue est fixée par un fort palan à l'extrémité supérieure d'un mât tournant. Grâce au palan, il est possible d'incliner plus ou moins la bigue, c'est-à-dire d'abaisser ou de relever plus ou moins l'ensemble du châssis transporteur et du couloir à chasse d'eau. La

couloir à chasse d'eau, leur bigue de relevage et le mât peut tourner d'un quart de cercle autour de l'axe de ce dernier. Cette disposition permet de faire varier dans de grandes limites la distance de déversement des déblais ; de plus, il est ainsi possible de disposer le transporteur et le couloir dans le sens de la longueur des flotteurs de l'élévateur, pendant son déplacement d'un lieu à un autre, car la position normale de travail des dispositifs de mise à terre est perpendiculaire à l'axe des flotteurs. Tout cet ensemble effectue les rotations voulues, grâce à un treuil électrique d'une puissance de 8 kilowatts.

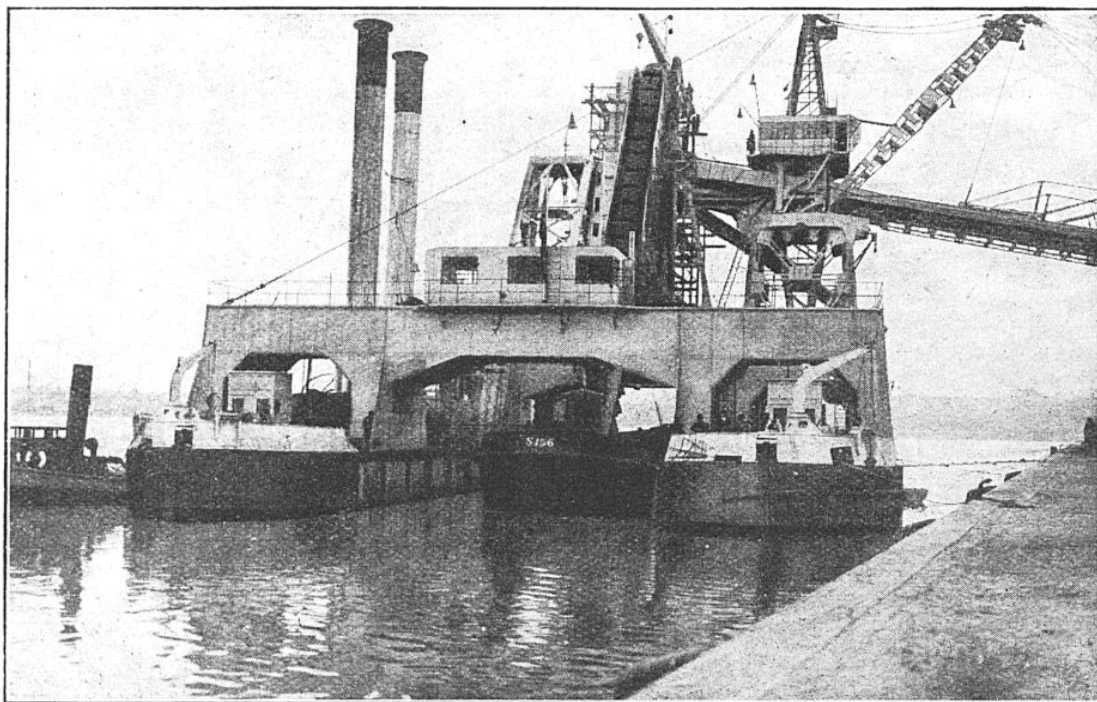
La profondeur de dragage maximum réalisable est de 2 m 45 au-dessous du plan



d'eau, l'élinde articulée supportant la chaîne à godets étant complètement tendue. Le relevage et la descente de l'élinde s'effectuent au moyen d'un treuil directement accouplé à un moteur électrique de 45 kilowatts. Il est disposé dans une cabine installée à l'avant de l'élévateur, dans laquelle se trouvent, en outre, les treuils de halage et de papillonnage des chalands. Un poste de commandement avec les organes de mise en

Une première machine à vapeur alternative de 300 ch actionne la chaîne à godets ; une deuxième de 520 ch entraîne la génératrice principale de 300 kilowatts ; une troisième, enfin, entraîne une génératrice auxiliaire de 130 kilowatts. Tous ces appareils avec les soutes à charbon et les water-ballasts, sont placés dans le flotteur situé du côté de l'eau (tribord).

Le flotteur du côté de la terre (bâbord)



L'ÉLÉVATEUR FLOTTANT, VU DE L'ARRIÈRE, PENDANT LE DÉCHARGEMENT D'UN CHALAND

*Le chaland est engagé entre les deux flotteurs, et la partie inférieure mobile de la chaîne à godets est abaissée de manière à y puiser les déblais à décharger. On aperçoit, en haut et à droite, l'extrémité du tapis transporteur de 45 mètres de longueur.*

marche et d'arrêt nécessaires permet d'observer la chaîne à godets et de surveiller comment s'opère le déchargement des chalands engagés entre les deux flotteurs. Une autre cabine de service, mobile avec le transporteur, le couloir à chasse d'eau et le mâât tournant, est munie également de tous les dispositifs de commande nécessaires pour modifier l'inclinaison et l'orientation du transporteur et surveiller la construction de la digue à élever.

La force motrice nécessaire pour le fonctionnement de l'élévateur est fournie par des machines à vapeur alimentées par deux chaudières marines chauffées au charbon.

contient les logements des officiers et de l'équipage, qui se monte en tout à 40 hommes environ. Outre la cuisine et le réfectoire, il y a encore, dans les flotteurs, de grands locaux servant de magasins pour les pièces de rechange de l'élévateur. Comme il n'est pas muni de machines spéciales pour son déplacement, il faut le remorquer pour les grands parcours.

Cet élévateur, destiné à vider des chalands de 400 à 600 mètres cubes de capacité, a un rendement horaire variant entre 250 et 500 mètres cubes à l'heure, suivant la nature des déblais et leur teneur en gros blocs.

PAUL LUCAS.



# LA TERRE FRÉMIT SOUS LES TRÉPIDATIONS DE LA VIE MODERNE

## La détection et l'étude de ces frémissements au service de la protection des ouvrages d'art

Par E. ROTHÉ

DOYEN DE LA FACULTÉ DES SCIENCES DE STRASBOURG  
DIRECTEUR DE L'INSTITUT DE PHYSIQUE DU GLOBE DE STRASBOURG  
DIRECTEUR DU BUREAU CENTRAL SÉISMOLOGIQUE FRANÇAIS  
ET DU BUREAU CENTRAL SÉISMOLOGIQUE DE L'UNION GÉODÉSIQUE  
ET GÉOPHYSIQUE INTERNATIONALE

*En dehors des tremblements de terre qui, périodiquement, bouleversent certaines régions du globe, et que les sismographes (1) décèlent à des distances considérables, le sol de notre planète est constamment agité par des frémissements que les appareils modernes — si sensibles — ont révélés (2). Tous ces mouvements sont dus à des causes naturelles. Il en est d'autres, cependant, qui sont produits par l'activité humaine elle-même et dont les effets, s'ils ne sont pas aussi brutaux que ceux des séismes proprement dits, n'en sont pas moins néfastes, notamment pour les ouvrages d'art : ponts, digues ou barrages, monuments, cathédrales (3). Notre éminent collaborateur, dont les travaux scientifiques sont appréciés du monde entier, a étudié tout particulièrement ces frémissements « artificiels », grâce aux appareils ultra sensibles dont il dispose. Il a bien voulu se mettre ici à la portée de tous, en montrant comment la détection de ces vibrations rapides constitue, en quelque sorte, une efficace protection en permettant de suivre pas à pas le lent travail d'inclinaison ou de flexion dont les ouvrages d'art ont à souffrir avec le temps. La célèbre cathédrale de Strasbourg, dont les assises ont dû être reprises récemment et où on a utilisé précisément les appareils séismologiques les plus modernes, fournit, à cet égard, un exemple vraiment typique, et illustre fort à propos l'article du professeur Rothé.*

**L**A séismologie est, comme l'indique l'étymologie du mot, l'étude des mouvements. On l'applique surtout aux tremblements de terre naturels. Mais les méthodes séismologiques, les procédés qui conduisent à l'étude des mouvements de la terre, les dispositifs expérimentaux d'observation ou d'inscription, aussi bien que les calculs

assurant l'interprétation des résultats, s'appliquent également aux mouvements artificiels du sol. La séismologie a donc des applications industrielles sur lesquelles je me

propose, dans cet article, d'appeler l'attention du lecteur.

Les séismographes sont des appareils inscripteurs que *La Science et la Vie* a décrits précédemment (1). Je ne parlerai donc pas des instruments d'observation et n'entrerai pas dans le détail de leur théorie,

(1) *V. La Science et la Vie*, n° 68, page 95.

(1) *V. La Science et la Vie*, n° 68, page 95.

(2) *V. La Science et la Vie*, n° 112, page 269.

(3) Voir dans *La Science et la Vie*, n° 131, page 407, les travaux relatifs à la cathédrale de Mayence.

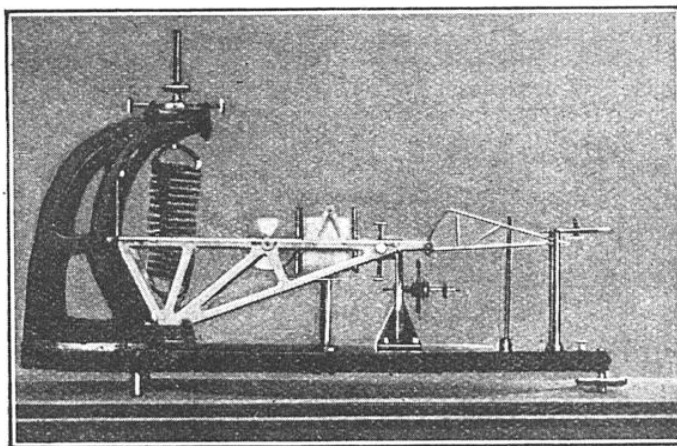


FIG. 1. — SÉISMOGRAPHE VERTICAL, POUR L'ÉTUDE DES MOUVEMENTS VERTICAUX RAPIDES DU SOL

*Cet appareil se compose essentiellement d'un bras pesant suspendu par un ressort.*



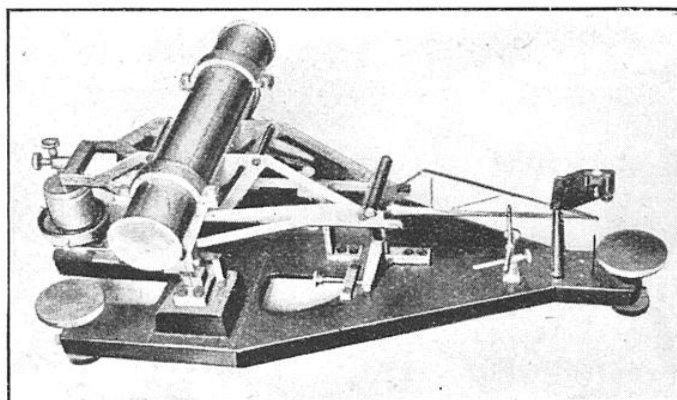


FIG. 2. — SÉISMOGRAPHE HORIZONTAL POUR L'ÉTUDE DES MOUVEMENTS HORIZONTAUX RAPIDES DU SOL

*Cet appareil constitue un « pendule renversé », c'est-à-dire qu'il est constitué par une masse mobile autour d'un axe placé au-dessous du centre de gravité de la masse.*

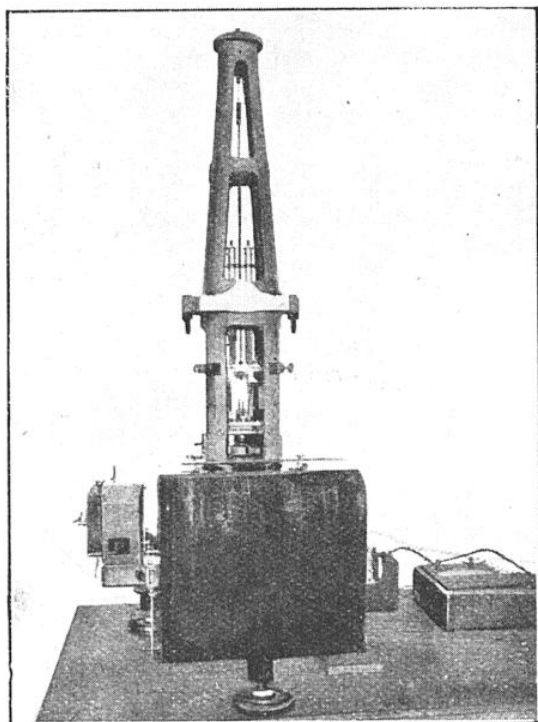


FIG. 3. — ENSEMBLE DU SÉISMOGRAPHE DE QUERVAIN ET DU CYLINDRE ENREGISTREUR

*C'est un pendule suspendu verticalement à la manière ordinaire (comme une boule à l'extrémité d'un fil), mais la masse est divisée en deux parties séparées par des ressorts comme le montre la figure 3. Des leviers sont destinés à inscrire le mouvement de balancement (mouvements horizontaux) et le mouvement d'oscillation de bas en haut des ressorts (mouvement vertical).*

renvoyant les lecteurs aux ouvrages spéciaux pour les tremblements de terre proprement dits et pour les séismographes d'observatoires à longue période (1).

Je rappellerai seulement que, d'après leur constitution, les divers pendules séismographiques agrandissent mieux tel ou tel genre de vibrations. Suivant l'étude que l'on veut faire, il faut choisir un instrument approprié. Pour ne laisser échapper aucun phénomène, quelle que soit sa

période, une station centrale doit posséder toute une gamme d'appareils de construction et de période différentes. (A la station centrale de Strasbourg, il y en a constamment onze en fonctionnement continu.)

Il ne s'agit, dans cette étude, que de mouvements rapides du sol, vibrations dues au passage des véhicules, au fonctionnement des grosses machines industrielles, aux explosions, à la détente brusque de certaines couches. Il est nécessaire d'utiliser, dans ce cas, des instruments à courte période, bien appropriés à ces sortes de mouvements.

Je montrerai également dans cet exposé comment, en associant le pendule horizontal à ces appareils, on peut espérer organiser une surveillance et une sorte de protection des ouvrages d'art, des barrages ou des monuments historiques.

### Comment on décèle les vibrations des routes et des monuments

Dans les séismographes les plus employés, dus à un élève de Wiechert, Mintrop, les mouvements sont amplifiés de deux manières, d'abord *mécaniquement* par des systèmes de

(1) Voir E. Rothé : « Le tremblement de terre », Alcan, Paris 1925. Voir *La Science et la Vie*, tome XXIII, n° 68, février 1923, p. 95.

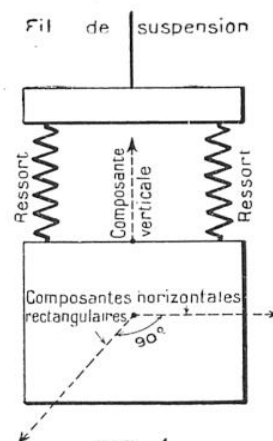


FIG. 4.

SCHÉMA DE L'APPAREIL DE QUERVAIN, PERMETTANT L'INSCRIPTION DES TROIS COMPOSANTES DU MOUVEMENT



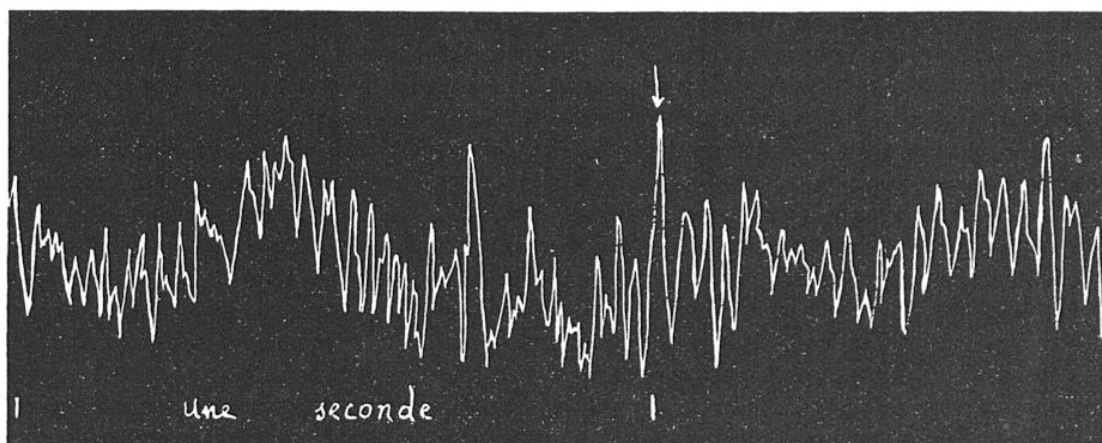


FIG. 5. — REPRODUCTION EN VRAIE GRANDEUR D'UNE INSCRIPTION FAITE AVEC UNE GRANDE VITESSE DE DÉROULEMENT DE LA BANDE ENREGISTREUSE, REPRÉSENTANT LES VIBRATIONS D'UN ÉDIFICE LORS DU PASSAGE DES TRAMWAYS

leviers, ensuite, optiquement, par l'addition au dernier levier d'un petit miroir. La rotation de ce dernier produit la déviation des rayons issus d'une source lumineuse et l'inscription sur papier photographique de l'élongation du sol très agrandie. Il est facile de réaliser avec ces instruments des grandissements de l'ordre de 2.000 à 16.000. Dans ce dernier cas, une élongation du sol de  $1/10^6$  de micron, c'est-à-dire de 0 mm 0001, se traduit sur le papier photographique par une déviation de 1 mm 6. Tous les progrès réalisés par les divers constructeurs consistent à rendre les instruments plus transportables, plus maniables, moins encombrants, mais le principe reste le même. La période propre de ces pendules est d'une demi-seconde.

Un physicien suisse, d'origine bretonne, M. de Quervain, trop tôt disparu pour la science, a réalisé un séismographe portatif capable d'inscrire la composante verticale du mouvement et les composantes horizontales dans deux directions rectangulaires (fig. 3 et 4).

Il est naturellement indispensable d'associer à tout séismographe un inscripteur du temps, animé, par exemple, toutes les secondes par une horloge à contacts électriques.

A Strasbourg, l'auteur de cet article et ses élèves ont utilisé des pendules Mintrop pour mettre en évidence les mouvements du sol au passage des tramways (fig. 5). Ces mouvements sont assez considérables pour qu'on puisse, au cours même de l'enseignement, les montrer en projection à l'auditoire. Dans le

sous-sol de l'Institut de physique du Globe de Strasbourg, les amplitudes sont d'une trentaine de microns pour des périodes voisines de 0 sec 02. On a souvent constaté des amplitudes plus grandes encore. Les variations de vitesse sont considérables, et ainsi les accélérations du

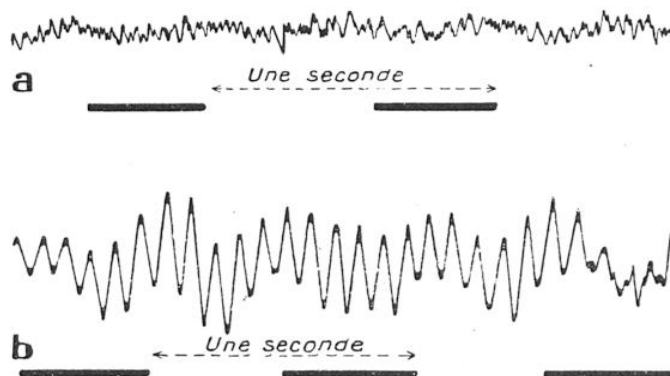


FIG. 6. — VIBRATIONS OBSERVÉES A L'INSTITUT DE PHYSIQUE DE STRASBOURG, SUIVANT L'ÉTAGE  
a, au rez-de-chaussée ; b, à un étage supérieur.

sol peuvent atteindre un chiffre très élevé. Des mesures comparatives ont été faites, aux divers étages de l'Institut, soit pour les mouvements verticaux, soit pour les mouvements horizontaux ; on est obligé, suivant l'étage, de modifier le grandissement,



la sensibilité de l'instrument étant telle que, dès le rez-de-chaussée, il faut renoncer à l'utilisation du plus élevé des grandissements. Les figures 6a et 6b donnent une idée des résultats obtenus.

Constructeurs et savants, géophysiciens et géologues se rencontrent pour chercher à caractériser, d'une façon aussi précise que possible, les divers mouvements du sol. Mais, sans parler des séismes véritables, il y a lieu d'envisager dans tous les pays les *dommages lents* provenant des *secousses artificielles* du sol, parce que ces secousses répétées effritent les mortiers, font cristalliser peu à peu les pièces métalliques. On a ainsi été amené à définir la « nuisance », c'est-à-dire la probabilité pour que les surcharges, les déformations, réduisent la réserve de stabilité jusqu'au moment où, cette réserve étant épuisée, le bâtiment commence à se lézarder, les plafonds à se fendre, etc...

On a pu montrer, d'une manière très simple, de quels paramètres dépend cette nuisance et comment on peut la compter, en chiffres arbitraires, par le produit de l'accélération, exprimée en centimètres par seconde-seconde (1), par le déplacement en centièmes de millimètres. Il y a nuisance si ce produit est supérieur à 10 ; pour l'accélération, il y a nuisance si elle dépasse 10 unités ; pour le déplacement, il y a nuisance s'il dépasse 0 mm 01.

On a pu comparer ainsi les effets des fardiers, des autos à pneus ou à bandes pleines, les différents modèles de bandages, etc...

On peut dire, en résumé, que les fardiers et

(1) L'unité théorique d'accélération est celle d'un mouvement uniformément varié, dont la vitesse, à chaque seconde, augmente d'un centimètre par seconde (abréviation : cm/sec<sup>2</sup>).

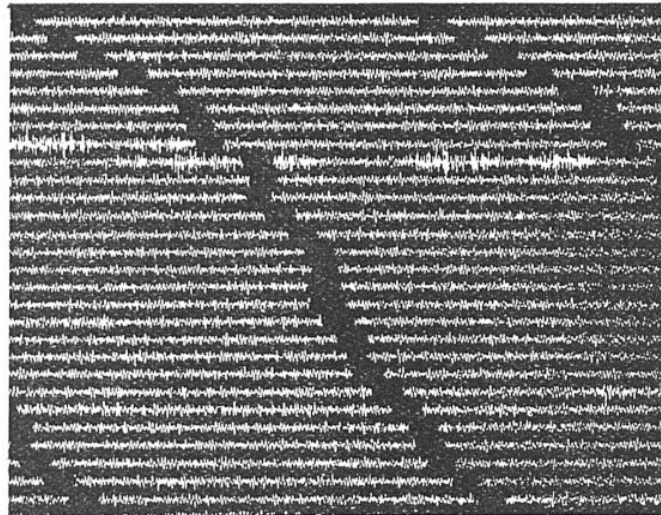


FIG. 7. - VIBRATIONS RAPIDES DU SOL DÉCELÉES PAR LE GRAND SÉISMOGRAPHE DE 19 TONNES DE STRASBOURG

Il a été jusqu'à présent impossible de rapporter ces vibrations à une cause artificielle. Elles sont vraisemblablement dues à des phénomènes de détente dans les Vosges.

les flèches sont nuisibles pour de très petites vitesses auxquelles les voitures automobiles sont inoffensives, que la nuisance varie avec la nature du terrain et avec la matière dont la route a été construite, que la nature des bandages a une importance capitale.

Les expériences de ce genre ne sont pas seulement destinées à satisfaire la curiosité scientifique de ceux qui s'y adonnent ; elles sont susceptibles d'applications directes. Le service des Ponts et Chaussées pourrait mettre à profit les séismographes pour

rechercher le meilleur mode d'établissement des routes modernes, par exemple la meilleure manière de confectionner les « hérissons » sous le macadam.

Il n'est pas rare que des propriétaires d'édifices voisins des lignes de chemins de fer fassent appel aux séismologues pour mesurer les ébranlements produits par le passage des express et des trains de marchandises lour-

dement chargés. Les architectes chargés de constructions en bordure des voies auraient intérêt à connaître l'abondante bibliographie japonaise que possède l'Institut de Physique du Globe sur les « constructions aséismiques ». Les ingénieurs ont, d'ailleurs, abordé les méthodes expérimentales. L'auteur de cet article a eu l'occasion de prêter des instruments à des compagnies de chemins de fer, lors de la construction d'ouvrages importants.

### L'inscription continue des vibrations rapides naturelles et artificielles

Des vibrations très rapides se produisent encore lors de phénomènes qui ne sont pas de véritables tremblements de terre et auxquels on a donné le nom de *pseudo-séismes*. Ce sont des phénomènes de détente produits



dans les couches comprimées des mines profondes. Aux grandes profondeurs, les couches terrestres, toujours tant soit peu élastiques, ont diminué de volume par la compression. Le creusement des galeries modifie les conditions d'équilibre, d'où une détente brusque. Il peut alors arriver que le sol se soulève ou que le toit s'abaisse, ou que les parois se rapprochent. On a souvent l'occasion d'inscrire des phénomènes de cette nature avec les séismographes installés près des charbonnages ou des exploitations de lignite. On leur donne le nom de « coups de toit » parce qu'ils ont souvent lieu au plafond ; mais, comme je viens de le dire, ils peuvent se produire n'importe où.

Pour étudier les tremblements de terre des Vosges et des Alpes, l'Institut de Strasbourg a construit un grand séismographe de 19.000 kilogrammes, d'ailleurs, comme l'appareil de Quervain, l'inscription des trois composantes du mouvement. Grâce à la grandeur de la masse employée, on peut atteindre un grandissement de 2.000, uniquement par des leviers mécaniques, et inscrire avec de fines plumes sur du papier enduit de noir de fumée. Il arrive fréquemment que nous trouvons sur nos feuilles des inscriptions de vibrations très rapides (fig. 7). Malgré tous nos efforts et la collaboration de l'inspection du travail, nous n'avons pu encore identifier ces vibrations et les rapporter à une cause artificielle. Nous sommes donc amenés à les attribuer

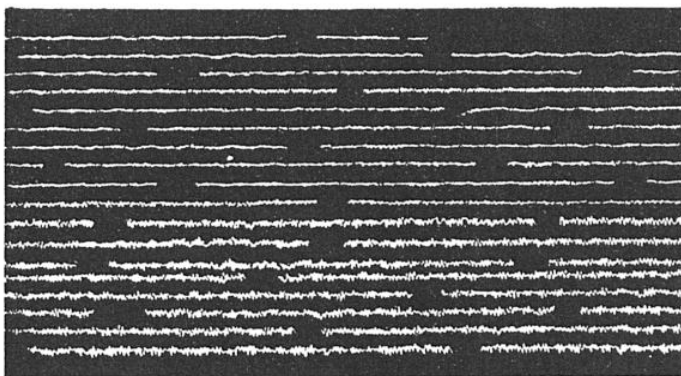


FIG. 8. — LA REPRISE DU TRAVAIL, LE LUNDI MATIN A 6 HEURES, AUX GRANDS MOULINS, A STRASBOURG, SE RÉVÈLE IMMÉDIATEMENT PAR DES VIBRATIONS

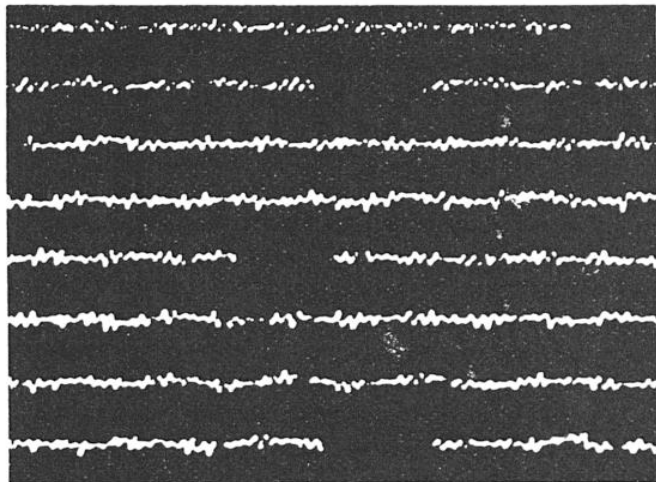


FIG. 9. — INSCRIPTION OBTENUE LORS DE L'ARRÊT DU TRAVAIL AUX GRANDS MOULINS DE STRASBOURG

*Les vibrations sont dues, en grande partie, aux forces d'inerties mises en jeu par les laminoirs des Forges de Strasbourg.*

à une cause naturelle, et nous faisons l'hypothèse qu'elles sont dues à des phénomènes de détente dans les Vosges, trop peu intenses pour être perçus et que, seule, la sensibilité de notre séismographe permet de mettre en évidence.

A côté de ces pseudo-séismes, nous inscrivons journellement ce que j'appelle « la vie industrielle de Strasbourg ».

Le sol de Strasbourg subit une agitation continue, conséquence du travail industriel. Cette agitation microsismique a une période apparente de une à deux secondes ; elle est particulièrement bien inscrite par le grand instrument à période courte, inutilisable, d'ailleurs, pour les tremblements de terre éloignés, dont l'intérêt réside dans la longueur des périodes.

Grâce à l'amabilité de MM. les Directeurs d'usines et de l'inspection du travail, qui ont bien voulu nous donner tous les renseignements désirables sur la succession des différentes équipes, nous avons pu suivre le fonctionnement dans ses détails. La figure 8 représente le commencement du travail, le lundi matin à 6 heures, aux Grands Moulins. La direction des Grands Moulins ayant bien voulu nous prévenir de l'arrêt du travail, l'inscription très différente obtenue ce jour-là (fig. 9)



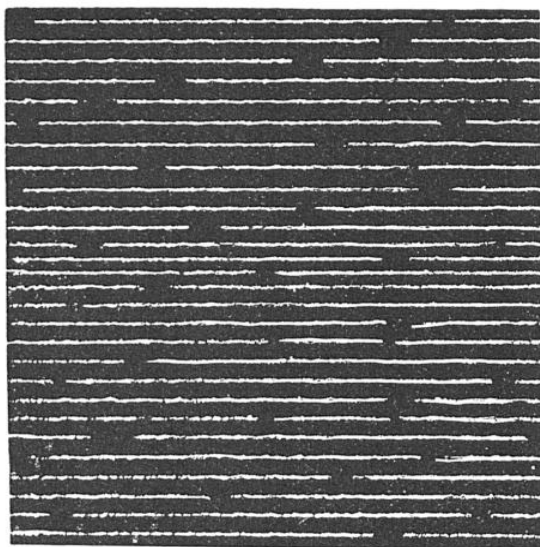


FIG. 10. — COURBES D'INSCRIPTIONS OBTENUES A STRASBOURG LE DIMANCHE, L'USINE ÉLECTRIQUE SEULE RESTANT EN ACTION.

est due, en majeure partie, aux Forges de Strasbourg; les laminoirs, au moment où le métal fait prise ou au contraire, échappe, mettent en jeu des forces d'inertie considérables; les variations d'accélération importantes de ces chocs irréguliers sont nettement visibles sur la figure.

En Alsace, le repos hebdomadaire est très rigoureusement observé: la figure 10 montre ce qui reste le dimanche quand tout est arrêté, sauf l'usine électrique. La figure 11 est particulièrement intéressante, parce qu'elle montre des travaux industriels divers en même temps qu'un séisme ressenti le 5 janvier 1926 dans les pays rhénans, en Belgique et au Luxembourg (épicentre 330 kilomètres, région de Créfeld). Seul, le grand pendule de 19 tonnes inscrivit les premières phases.

Les lecteurs voudront bien remarquer que les vibrations du sol de Strasbourg sont de l'ordre du micron (1), à une distance de 2 kilomètres à 2 km 500 des grandes usines. C'est bien peu! Et il faut le grandissement 2.000 pour obtenir les clichés ci-dessus.

Il n'en est pas moins vrai que, des études précédentes, il résulte qu'au voisinage des grandes installations industrielles, les mouvements du sol peuvent prendre une amplitude relativement très importante et, malheureusement, nuire d'une façon réelle aux édifices voisins.

(1) Millième de millimètre.

### Le pendule horizontal permet d'observer les inclinaisons lentes

On réalise un pendule horizontal en redressant l'axe de rotation d'un pendule ordinaire jusqu'à le rendre à peu près vertical. On constate que la durée d'oscillation devient beaucoup plus grande à mesure que l'axe d'oscillation se rapproche de la verticale. La figure 12 représente un pendule de démonstration qui permet aisément de vérifier ce fait expérimental. Le cadre dans lequel le pendule oscille tourne autour d'une rotule, et l'inclinaison se lit sur un arc divisé.

Aussi bien, on peut se représenter les propriétés du pendule horizontal, s'en faire une image simple, en observant une porte suspendue sur ses gonds: si la ligne des gonds est parfaitement verticale, le battant constitue un pendule horizontal en équilibre dans toutes ses positions, ou équilibre indifférent. C'est donc un pendule de *période infinie*. Si la ligne des gonds est presque verticale, mais pas tout à fait, le battant oscille très lentement; sa période est très grande. Mais si le chambranle est très incliné, par défaut de construction, la porte bat; elle a une période propre plus courte et tend à prendre une position d'équilibre dans un plan déterminé. Bien comprendre l'équilibre d'une porte,

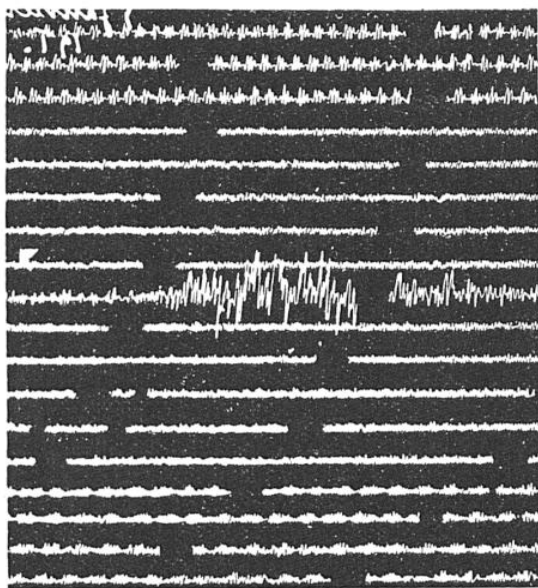


FIG. 11. — CETTE FIGURE MONTRE L'AGITATION DU SOL DE STRASBOURG, DUE A SA VIE INDUSTRIELLE, AINSI QU'UN TREMBLEMENT DE TERRE RESENTI LE 5 JANVIER 1926 DANS LES PAYS RHÉNANS



c'est se pénétrer de la théorie du pendule horizontal.

Le type Zoellner (fig. 13) est formé d'un levier léger  $CQR$ , suspendu par deux fils  $AQ, BR$ , attachés en deux points fixes  $A$  et  $B$  tels que l'axe  $AB$  forme avec la verticale un certain angle.

On atteint très facilement, dans ces conditions, des valeurs de la période de l'ordre de quinze à vingt secondes qu'on est maître de faire varier à volonté en agissant sur l'angle de  $AB$  avec la verticale. Si on voulait atteindre de longues périodes avec des pendules verticaux, il faudrait disposer de cathédrales ou de tours Eiffel, tandis que le pendule horizontal résoud le problème très simplement.

Cette propriété est surtout utilisée en séismologie.

La deuxième propriété est plus importante pour l'objet qui nous occupe. Si, pour une raison quelconque, le plan formé par la verticale et l'axe de rotation subit une très petite inclinaison, le bras du pendule hori-

zontal dévie d'un angle notable, *extrêmement amplifié*. Cela a lieu, par exemple, quand le support de l'instrument subit une très légère flexion.

Si le pendule porte un miroir et qu'on observe par la méthode classique Poggendorf à 4 mètres de distance (ce qui revient à utiliser une plume écrivante de 8 mètres de long), on trouve par un calcul simple qu'une déviation de 2 millimètres correspond à un angle d'inclinaison de 7 centièmes de seconde d'arc. Il faut réfléchir quelque temps à ce résultat pour se convaincre de la beauté de ce petit appareil, si simple et encore si peu connu !

Si, le pendule se trouvant sur un mur, celui-ci s'inclinait, on verrait progressivement augmenter l'angle de déviation du bras et, par suite, la déviation. On aperçoit alors immédiatement les applications possibles de ce pendule merveilleux.

### Les pendules horizontaux furent utilisés lors des travaux de la cathédrale de Strasbourg

Pour faire saisir l'importance de cette utilisation, il convient de décrire d'abord d'une manière sommaire la nature des travaux entrepris qui ont attiré, pendant nombre d'années, l'attention des architectes du monde entier.

Au cours des longs travaux de construction de la cathédrale, qui durèrent plus de trois siècles, il est certain que l'unité de conception a fait défaut, ce qui a eu pour conséquence de nuire à la stabilité générale. On constata, en effet, dès 1665, que le premier pilier (fig. 14) présentait des fentes qui, au cours des années suivantes, s'agrandirent de telle façon qu'en 1907 on dut frotter le pilier avec des bandages d'acier. On soumit à cette époque les fondations de

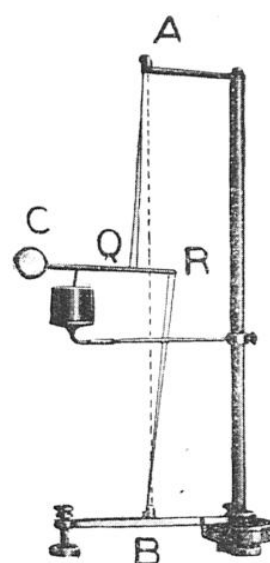


FIG. 13. — PENDULE HORIZONTAL TYPE « ZOELLNER »

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

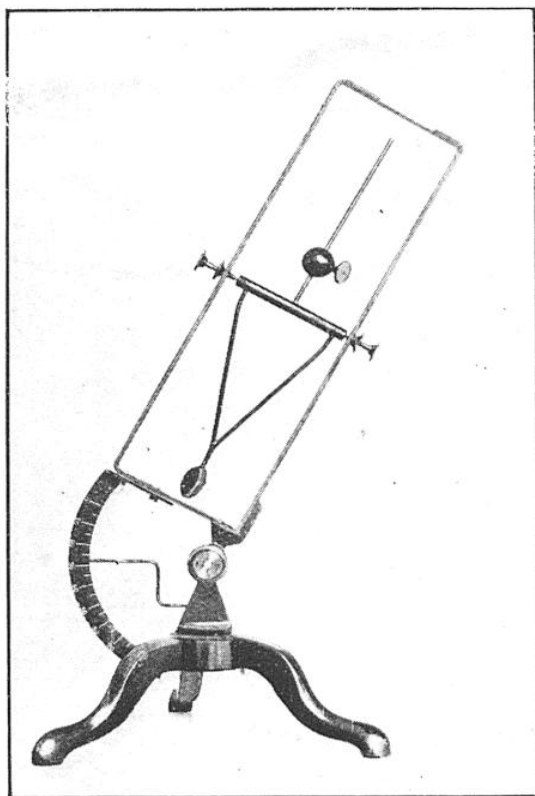


FIG. 12. — PENDULE DE DÉMONSTRATION PERMETTANT DE VÉRIFIER L'AUGMENTATION DE LA DURÉE D'OSCILLATION, LORSQUE L'AXE SE RAPPROCHE DE LA VERTICALE



ce pilier à un examen sérieux qui prouva, cependant, que celles-ci étaient intactes.

Au contraire, l'examen de la base d'un autre pilier de la tour montra que ses têtes de pilotis étaient pourries, comme celles du premier, mais que, chose plus grave, les fondations de la tour gothique ne faisaient plus corps avec les romanes. En encorbellement sur ces dernières, elles en étaient séparées à certains endroits par un lit de débris, de sables, de matières effritées. Ce défaut doit-il être imputé à des négligences des premiers constructeurs, ou bien s'agit-il ici de la « nuisance » du temps et des séismes ? J'inclinerais volontiers vers cette dernière explication. Toujours est-il que les fondations romanes avaient cédé et que sans l'arc-boutant qui décharge ces fondations en reportant sur le premier pilier une partie du poids de la tour, œuvre géniale d'un architecte dont le nom est resté inconnu et qui sauva ainsi la merveilleuse cathédrale, on aurait peut-être assisté à une catastrophe. Les fentes du pilier étaient ainsi tout à fait explicables (fig. 15).

Ce qui nous intéresse ici, c'est seulement de savoir comment on parvint à soutenir (et non soulever, comme on l'a dit improprement) le deuxième pilier pendant qu'on *referait les fondations*.

On construisit, pour cela, un premier panneau de béton passant sous les murs de l'ancienne fondation et sur lequel on établit une deuxième construction indépendante, en béton armé, tronc de pyramide à huit faces, enjambant les anciennes fondations. Dans les pieds étaient ménagées des chambres où l'on plaça ultérieurement des vérins

hydrauliques de 600 tonnes, destinés à supporter cette dernière construction et tout ce qu'elle porterait elle-même.

On construisit alors un « corset » en béton armé épousant à la base la forme du tronc de pyramide précédent.

Le pilier ayant été ainsi encastré dans son corset de béton, on put mettre les vérins en charge (fig. 16), puis travailler sous le pilier, et enlever les anciennes fondations.

Je vais montrer maintenant l'usage qui fut fait, au cours de ces travaux, de séismographes et de pendules horizontaux.

Le fait qu'à Strasbourg même se trouvait un des plus importants centres d'études séismologiques conduisit les techniciens à en tirer immédiatement une application pratique.

Un des collaborateurs du bureau central séismologique venait de créer un modèle de séismographe démontable et transportable. Le séismographe Mainka (1) fut installé dès le début des travaux, quand on creusa autour des fondations incriminées. C'était une sage mesure, car toute vibration inquiétante eût été aussitôt décelée et amplifiée.

Mais ce n'étaient pas seulement les vibrations qu'il fallait connaître : toute inclinaison des piliers pouvait être dangereuse ; il fallait donc s'assurer que, pendant la durée des travaux, il ne se produirait pas de *mouvements relatifs* entre le pilier et la tour, que le pilier ne subirait aucun déplacement par rapport aux murs intérieurs. L'emploi de pendules horizontaux genre Zöllner était tout indiqué. On installa à cet effet une

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 68, page 98.

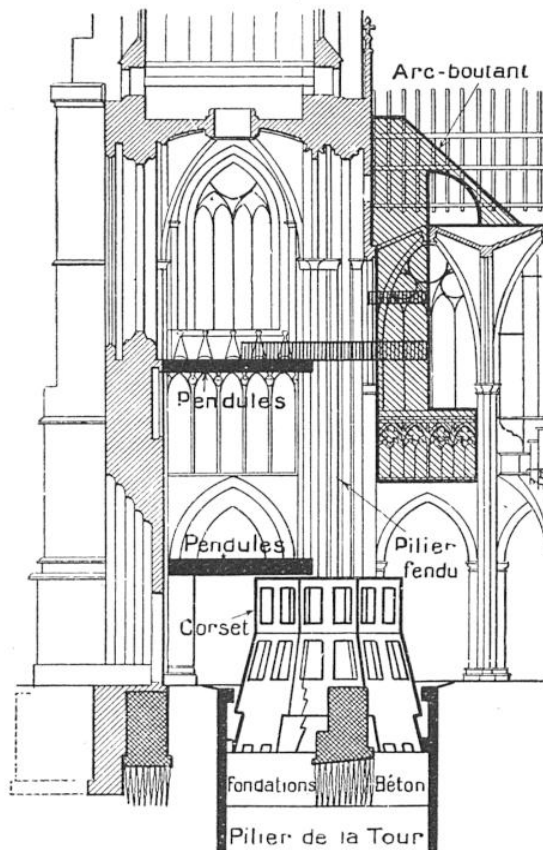


FIG. 14. — PLAN D'ENSEMBLE DES PARTIES DE LA CATHÉDRALE DE STRASBOURG INTÉRESSÉES PAR LES TRAVAUX

*Les traits noirs montrent les emplacements des pendules, destinés à déceler toute inclinaison du pilier, pendant la réfection des fondations.*



longue poutre formée de fers cornières assemblés à la hauteur du premier étage, entre la tour (point supposé fixe) et le pilier dont on voulait constater l'immobilité relative.

D'autres poutres furent placées au deuxième étage et en divers endroits.

Chacun des systèmes pendulaires comprenait deux équipages oscillant dans des plans à angle droit (fig. 17). Chacun d'eux était formé d'un léger levier portant un miroir pour l'observation, et suspendu par des fils de bronze comme dans la figure 13. Un miroir fixe, solidaire de la poutre, servait de repère.

L'observation pouvait être

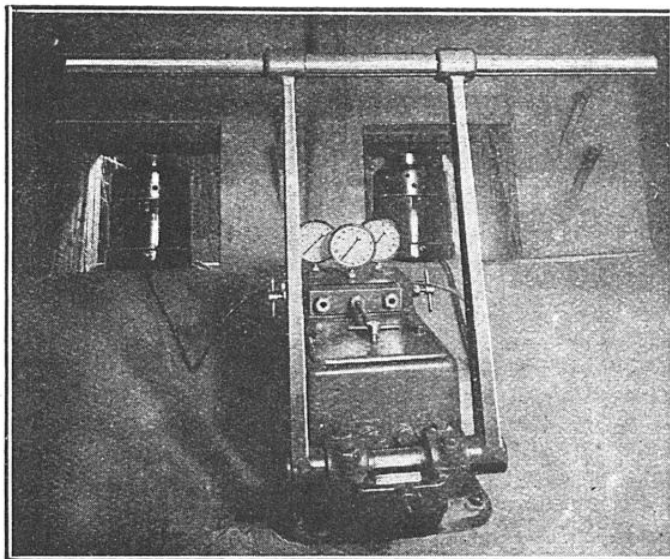


FIG. 16. — LES VÉRINS QUI DOIVENT SUPPORTER LE POIDS DE LA TOUR DE LA CATHÉDRALE DE STRASBOURG, PENDANT LA RÉFÉCTION DES FONDATIONS, VIENNENT D'ÊTRE MIS EN PLACE

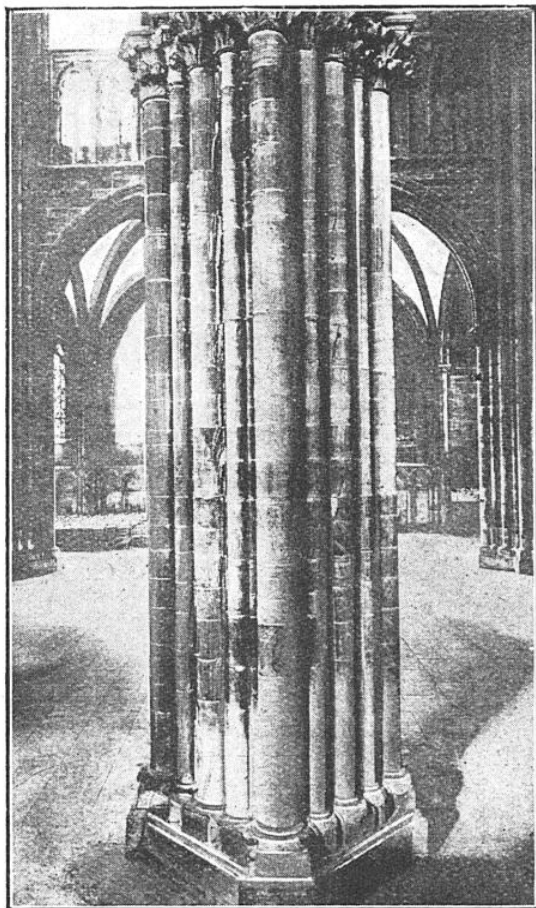


FIG. 15. — UN DES PILIERS DE LA CATHÉDRALE DE STRASBOURG QUI PRÉSENTAIT DES TRACES DE FENDILLEMENT

faite de deux manières : 1<sup>o</sup> visuellement, on observait alors directement les déviations de l'image d'une source lumineuse après réflexion par les miroirs ; 2<sup>o</sup> photographiquement, on recevait l'image sur du papier sensible entraîné par un mouvement d'horlogerie. Cette deuxième méthode, préférable puisqu'elle permet un enregistrement continu, fut utilisée pendant toutes les périodes critiques de la construction.

Le service d'architecture de la cathédrale conserve dans ses archives la collection des inscriptions. On y voit les perturbations apportées par les cloches, par les machines et aussi par les inondations ou les changements de hauteur de la nappe d'eau du Rhin.

#### **De l'étude des frémissements du sol, découlent des méthodes de protection d'une grande utilité**

Il suffit, pour se convaincre de l'utilité de ces méthodes, de parcourir dans la presse la liste des accidents survenus aux vieux monuments.

Le directeur du bureau central séismologique a, d'ailleurs, été consulté sur l'influence qu'auraient pu avoir sur ces monuments les tremblements de terre, peu intenses mais fréquents, qui se sont produits dans le Midi de la France. Il est certain que, dans



ces dernières années, les Pyrénées ont été particulièrement mobiles, et il est très possible, comme je l'ai dit à propos de la cathédrale de Strasbourg, que de petites, mais fréquentes secousses amènent l'effritement des mortiers.

Quoi qu'il en soit, l'emploi de pendules horizontaux peu coûteux, ou de petits séismographes, résoudrait la question d'une manière définitive. La conservation de nos richesses nationales vaut bien que l'on essaie ce mode de surveillance.

Le bureau central a aussi été consulté à diverses reprises sur la sismicité des régions où l'on se proposait d'établir de grands ouvrages d'art, viaducs de chemins de fer ou barrages de montagnes.

Combien de graves accidents, de pertes humaines, de dommages matériels ont été entraînés par la rupture de digues et de barrages !

Ceux-ci sont particulièrement vulnérables, surtout dans les montagnes. Il n'y a pas lieu

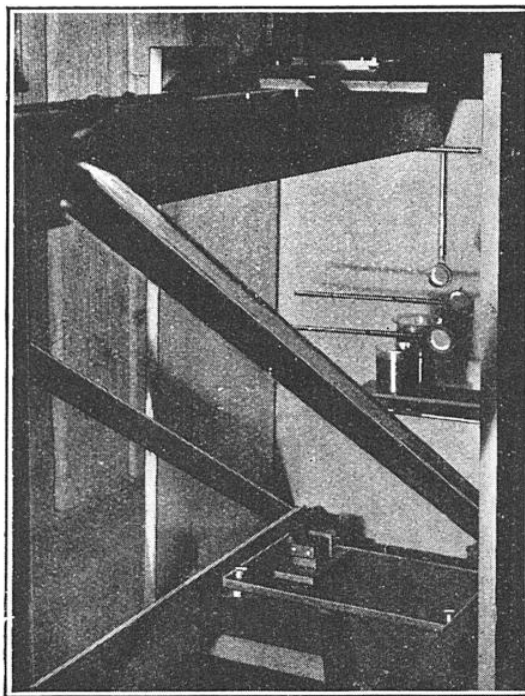


FIG. 17. - PENDULES HORIZONTAUX UTILISES PENDANT LES TRAVAUX DE RÉFECTION DU PILIER DE LA CATHÉDRALE DE STRASBOURG

bilité de ces ouvrages. Dans les Pyrénées, par exemple, les ingénieurs ont le devoir de se préoccuper de la fréquence des séismes.

Mais, *quelle que soit la cause des ruptures, comme elles ne sont pas instantanées, des pendules horizontales et des séismographes permettraient de suivre le lent travail d'inclinaison ou de flexion.*

E. ROTHÉ.

de s'en étonner, car les phénomènes d'érosion que nous voyons dans les vallées et les lits des torrents se produisent aussi en sous-sol, comme le fait remarquer le séismologue italien Oddone. Un barrage est une construction de grande longueur qui n'a pas ses assises sur un même banc : il faut donc tenir compte des failles, des dislocations, des accidents tectoniques en relation avec les séismes, et l'on conçoit que le barrage n'ait pas une liaison rigide avec le sous-sol.

La nature du sous-sol, la constitution géologique, la sismicité de la région ont une grande influence sur la sta-

### LA LITTÉRATURE REND HOMMAGE A LA SCIENCE :

*Victor Margueritte a écrit récemment ;*

*« Ce n'est pas trahir l'art du romancier que de le plier aujourd'hui au service de la science », et le célèbre écrivain ajoute :*

*« On trouve des centaines de mille francs pour primer le commerce du livre, des millions pour les palmarès de l'Académie française. Cependant, nos laboratoires, quasi sans le sou, sont les plus pauvres de l'Europe, et les plus hautes découvertes scientifiques sont passées sous silence, quand elles ne se heurtent pas à l'ignorance de la foule et à l'hostilité des mandarins ».*

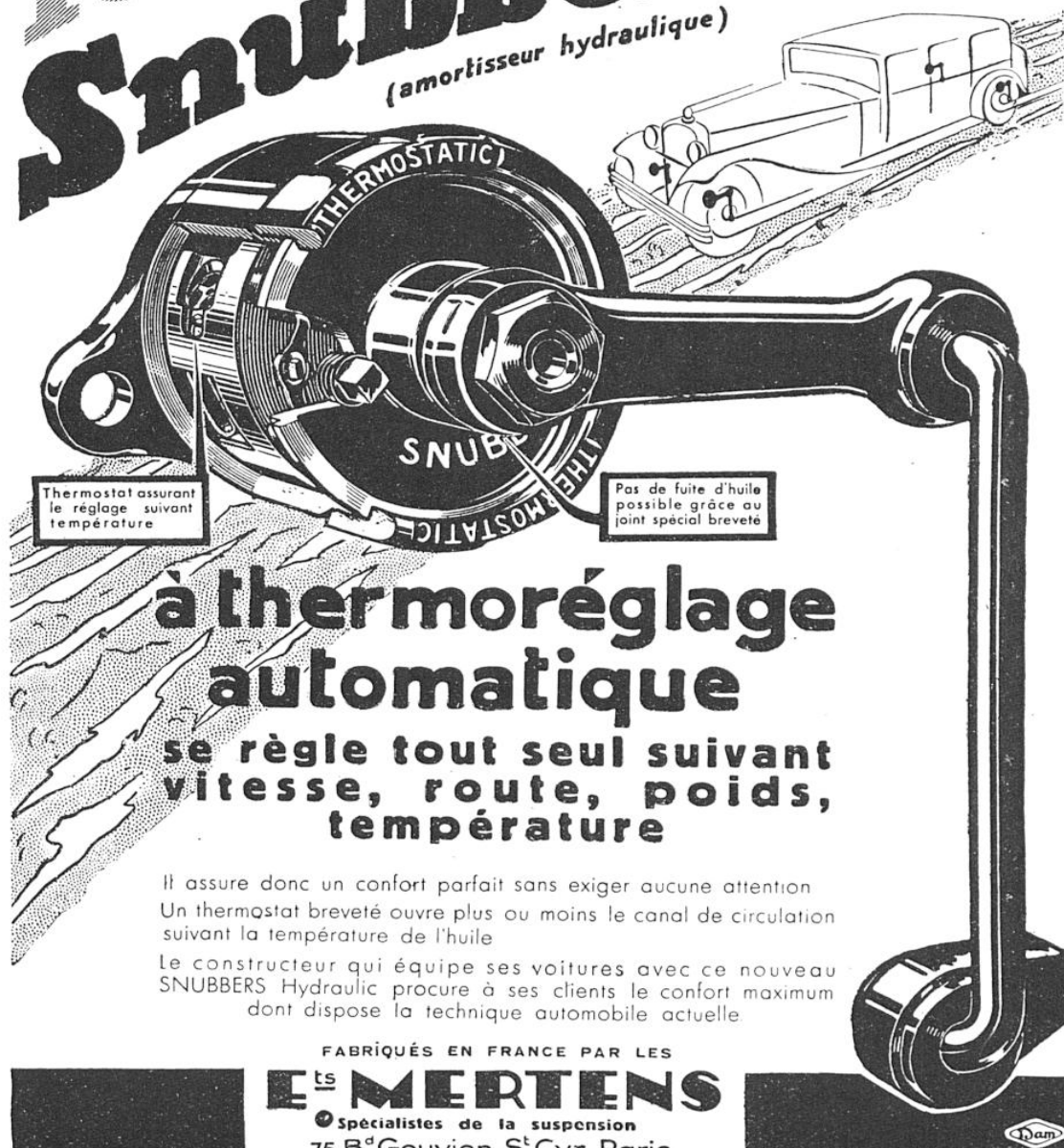
*(Victor Margueritte.)*

*« La Science et la Vie » a précisément comme programme de faire connaître les découvertes scientifiques au grand public, en se mettant à sa portée, d'éclairer la foule et de donner à chacun la vérité scientifique dans tous les domaines.*



# le nouveau **Snubbers**

(amortisseur hydraulique)



Thermostat assurant le réglage suivant température

Pas de fuite d'huile possible grâce au joint spécial breveté

## à thermorégulation automatique

se règle tout seul suivant vitesse, route, poids, température

Il assure donc un confort parfait sans exiger aucune attention  
Un thermostat breveté ouvre plus ou moins le canal de circulation suivant la température de l'huile  
Le constructeur qui équipe ses voitures avec ce nouveau SNUBBERS Hydraulic procure à ses clients le confort maximum dont dispose la technique automobile actuelle

FABRIQUÉS EN FRANCE PAR LES

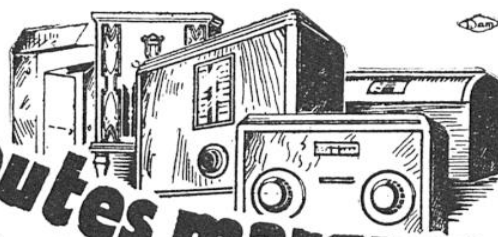
### **E<sup>ts</sup> MERTENS**

● Spécialistes de la suspension  
75 Bd Gouvion St Cyr Paris





**sur postes de toutes marques,  
de tous modèles,**



## LES LAMPES TUNGSRAM

**au baryum métallique  
donnent des résultats  
incomparables**

En prévision des longues soirées d'hiver, équipez dès maintenant votre poste en lampes Tungsrham : vous tirez de lui toutes ses ressources, vos auditions seront plus pures, plus puissantes et vous goûterez pleinement les plaisirs de la T. S. F.

**D.G. 407**  
Lampe Bigrille.  
Chauffage par accus.

**P.P. 415**  
Tétraode  
de puissance.

**A.S. 4100**  
Lampe à grille-écran.  
Chauffage indirect.

**L.D. 410**  
Lampe Universelle.  
Délectrice.

**L. 414**  
Lampe  
basse-fréquence.

**G. 407**  
Lampe Universelle.  
Amplificatrice.

**A.R. 4100**  
Lampe  
haute-fréquence.

**P.V. 495**  
Valve Bipolaire.  
Redresseuse.

### Bientôt

Tungsrham organisera, à l'intention des sans-filistes français et belges

**un grand concours**  
doté de 50 prix de valeur, dont  
**3 Automobiles**

Tout acheteur de lampes Tungsrham pourra y prendre part.  
Suivez attentivement dans ce journal les prochaines pages Tungsrham.

# TUNGSRAM

66, rue de Bondy, 66 - PARIS - Tél. Botzaris 34-96, 34-97.



## 250.000 TONNES DE SOIE ARTIFICIELLE PAR AN !

1° Soie nitrée; 2° Soie au cuivre; 3° Soie de viscose;  
4° Soie à l'acétate de cellulose.

Par H. TATU

CHEF DE LABORATOIRE A L'INSTITUT DE CHIMIE INDUSTRIELLE DE LYON

*Née de la découverte du Français de Chardonnet, en 1885, l'industrie de la soie artificielle a progressé à pas de géants. Il y a vingt ans sa production annuelle dépassait à peine 7.000 tonnes ; aujourd'hui, elle atteint près de 250.000 tonnes. LA SCIENCE ET LA VIE a déjà exposé (1) les procédés d'obtention de la soie artificielle, qui reposent tous sur l'utilisation de la cellulose. Parmi eux, il en est un qui se détache nettement des autres puisque, à lui seul, il fournit 88 % de la production mondiale : c'est le procédé de préparation de la soie de viscose, inventé en 1892 par deux Anglais, Cross et Bevan, et mis au point en 1900. La faible valeur des produits chimiques entrant dans cette fabrication et le bon marché de la cellulose nécessaire, empruntée à la pâte de bois, sont à la base du prodigieux développement de la soie de viscose. Si elle semble souffrir actuellement de ce qu'on pourrait appeler une « crise de croissance », l'industrie de la soie artificielle, dont la production n'atteint encore que 2 % de celle du coton, doit trouver des débouchés nouveaux qui lui permettront de surmonter des difficultés passagères.*

### Quelques mots d'histoire

**S**ous le nom, d'ailleurs impropre, de « soie artificielle » on désigne un textile dont personne ne parlait il y a un demi-siècle et dont la ressemblance avec la soie naturelle se borne uniquement à cet aspect brillant et caractéristique que l'on appelle l'aspect soyeux.

Les lecteurs de *La Science et la Vie* savent qu'il existe quatre espèces de soie artificielle, dont l'importance est, d'ailleurs, très inégale (1).

1° La première en date est la *soie nitrée*, découverte en 1884, par le comte Hilaire de Chardonnet : elle est obtenue en dissolvant, dans un mélange d'alcool et d'éther, la nitrocellulose, c'est-à-dire un produit très voisin des explosifs bien connus sous les noms de coton-poudre et de fulmi-coton ; la solution ainsi obtenue, qui n'est autre que le collodion des pharmaciens, est filée à travers des filières de platine ou de verre et donne un fil continu, le solvant étant évaporé par la chaleur.

2° La *soie au cuivre*, brevetée en 1890, par un Français, Despeissis, est obtenue en dissolvant le coton dans une solution ammoniacale d'oxyde de cuivre ; comme sa sœur aînée, elle connut des débuts difficiles, et ce n'est qu'en 1898 que la fabrication en

fut entreprise sur une échelle industrielle.

3° La *soie de viscose*, dont la matière première n'est plus, comme pour les deux précédentes, une cellulose chère, comme celle du coton, mais une cellulose abondante et bon marché, comme la pâte de bois, parut en 1900 ; elle était le fruit de longues et patientes recherches entreprises par deux chimistes anglais, Cross et Bevan.

4° Enfin, c'est seulement après la guerre que l'on vit apparaître une quatrième soie, dont les propriétés sont tout à fait différentes de celles des trois autres, la *soie à l'acétate de cellulose*, dont la réalisation industrielle fut rendue possible grâce aux délicates recherches effectuées, en France, par la Société Chimique des Usines du Rhône et, en Angleterre, par la British Celanese.

Nous ne parlerons ici que de la soie de viscose, d'abord parce que l'article de *La Science et la Vie* de décembre 1926 donnait, sur les autres soies, des renseignements généraux auxquels rien n'est à ajouter et, ensuite, parce qu'aujourd'hui la soie de viscose représente 85 à 90 % de la soie artificielle fabriquée dans le monde.

L'accroissement de la production de cette fibre en vingt ans est vraiment prodigieux, puisqu'en 1909, sur une production annuelle de soie artificielle de 7.400 tonnes, la soie de viscose représentait 1.200 tonnes, soit 16 % ; en 1929, la production totale a atteint

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 114, page 463.



190.000 tonnes, sur lesquelles la viscose atteint 170.000 tonnes, soit environ 88 %.

Ce qu'il faut remarquer, c'est que, pendant cette période, les autres soies ont eu des fortunes très diverses.

La soie nitrée a vu sa production décroître de plus en plus, et, en 1929, les deux usines belges qui exploitaient encore ce procédé, l'ont abandonné définitivement ;

c'est le prix trop élevé de l'alcool et de l'éther qui empêche la fabrication d'être rémunératrice, et il faut envisager, dans un avenir assez proche, la disparition totale de la soie nitrée.

La soie au cuivre, très en faveur en Allemagne il y a vingt ans, — en 1909, elle représentait 36 % de la production mondiale et plus de 90 % de la production allemande, — a subi une longue éclipse pendant les années de guerre, mais, aujourd'hui, elle tend à reprendre une certaine importance, et sa production augmente légèrement ; il n'existe, en France, qu'une seule usine fabriquant de la soie au cuivre : la Société Cupro textile, à Roanne (Loire).

La soie à l'acétate se développe lentement, mais régulièrement ; de 2,8 % de la production totale en 1924, elle a atteint 4,5 % en 1929 ; elle est fabriquée en France par deux sociétés distinctes : la « Rhodiaseta », dans ses usines du Péage-de-Roussillon (Isère) et de Lyon-Vaise, et la Société

Française de Tubize, à Vénissieux (Rhône).

A quoi tient donc cette écrasante supériorité conquise en si peu de temps par la soie de viscose ? A plusieurs causes, dont les deux principales sont le bon marché de la matière première et la faible valeur des produits chimiques qui entrent dans sa fabrication. Nous nous en rendrons compte, d'ailleurs,

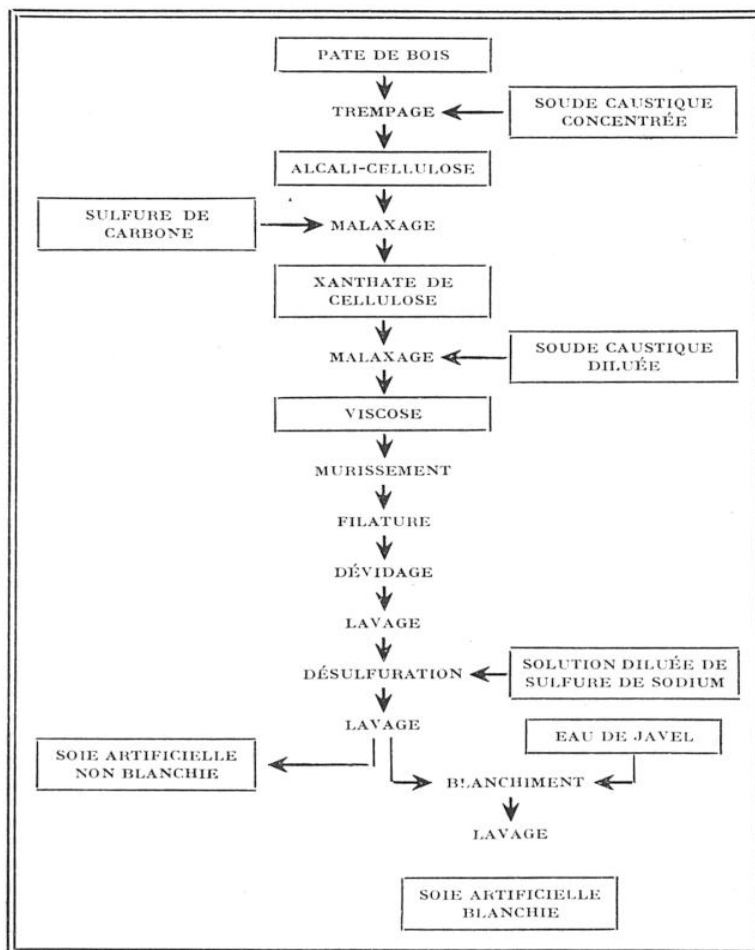
en parcourant rapidement les différents stades de sa préparation.

### Voici les matières premières utilisées pour la fabrication de la soie artificielle

Les fabricants de soie à l'acétate et de soie au cuivre sont obligés d'utiliser, comme matière première, une cellulose très pure que seul le coton peut fournir ; dans la pratique, ce sont les déchets de coton et les fibres les plus courtes que l'on utilise ; le prix de ces déchets, qu'on ap-

pelle les *linters*, est environ la moitié de celui du coton brut, soit 5 à 6 francs le kilogramme.

Au contraire, les fabricants de viscose utilisent la *pâte de bois*, dont le prix varie, suivant les qualités, entre 150 et 300 francs les 100 kilogrammes. Cette pâte de bois est obtenue, au Canada et en Norvège, en soumettant, en autoclave, les copeaux de sapin à l'action d'une solution concentrée de bisulfite de sodium. Ce réactif dissout les impuretés du bois et laisse une pâte claire avec



SCHEMA GÉNÉRAL DE LA FABRICATION DE LA SOIE DE VISCOSE



un rendement de 45 à 60 %, suivant les arbres. Cette pâte, lavée et séchée, est comprimée en feuilles analogues à du carton ou du papier buvard épais et qu'on livre soit enroulées en cylindres, soit découpées en rectangles de 90 centimètres environ sur 60.

La pâte de bois contient 80 à 90 % de cellulose pure, le reste étant constitué par des produits de dégradation, de constitution assez mal connue et que l'on a désignés sous le nom générique d'hémicelluloses.

Actuellement, la totalité de la pâte de bois employée à la fabrication de la soie artificielle vient des pays du Nord de l'Europe et de l'Amérique, où les forêts de conifères couvrent des espaces considérables. Mais quelle que soit l'importance de ces forêts, elles ne constituent pas d'inépuisables réserves, car la consommation du papier, retiré lui aussi du bois, ne fait que s'accroître ; aussi est-ce certainement à la crainte de l'avenir qu'il faut attribuer toutes les recherches entreprises actuellement pour extraire la cellulose d'autres arbres à croissance rapide, comme l'eucalyptus, ou même d'autres végétaux, comme la paille.

### Comment on prépare la viscose

La première opération que l'on fait subir à la pâte de bois est un trempage dans une solution concentrée de soude caustique à 18 % ; dans ces conditions, la cellulose pure reste inaltérée, mais se combine à une partie de la soude pour donner un produit complexe appelé *alkali cellulose* ; quant aux hémicelluloses, qui, comme nous l'avons vu, représentent 10 à 20 % de la pâte de bois, elles se dissolvent à peu près complètement ; le

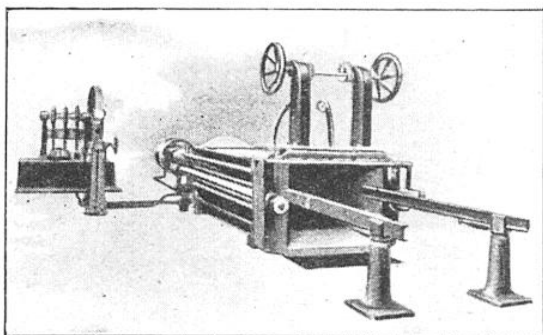


FIG. 1. — CUVE ET PRESSE POUR LE TREMPAGE ET L'EXPRESSION DE LA PÂTE DE BOIS  
La pâte de bois, future soie artificielle, est trempée dans une solution de soude et ensuite pressée ; le produit que l'on obtient alors porte le nom d'*alkali cellulose*.

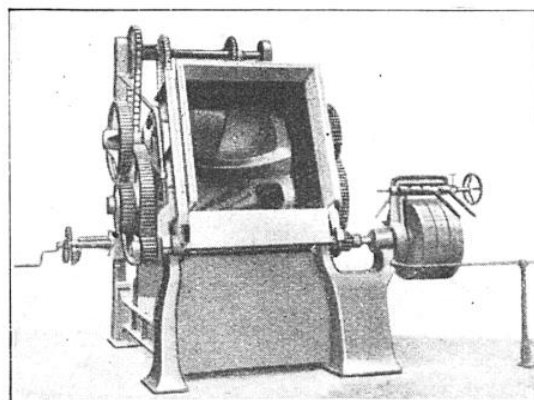


FIG. 2. — L'ALKALI CELLULOSE EST TRANSFORMÉ EN VISCOSE, DANS UN MALAXEUR, GRÂCE À L'ACTION DU SULFURE DE CARBONE

trempage dure de deux à quatre heures, généralement à la température ordinaire.

L'alkali cellulose est ensuite pressé pour enlever l'excès de soude et n'en laisser que la quantité nécessaire aux opérations ultérieures. Le trempage et l'expression se font généralement dans le même appareil : c'est une cuve dans laquelle les feuilles de pâte de bois sont placées sur champ et recouvertes de soude caustique ; on exprime l'excès d'alkali grâce à une paroi latérale que l'on peut mouvoir comme un piston (fig. 1).

La liqueur exprimée contient les hémicelluloses qui sont solubles dans les alcalis ; on peut la réutiliser après l'avoir renforcée par addition de soude à 40 %, mais elle ne peut pas servir indéfiniment, parce qu'elle se charge de plus en plus en hémicelluloses ; elle brunit et elle finirait par donner une soie artificielle de mauvaise qualité ; pratiquement, elle est éliminée lorsqu'elle contient plus de 1,5 % d'hémicelluloses.

Les feuilles d'alkali cellulose sont ensuite déchiquetées et transformées en une pâte légère (elle pèse 225 à 250 grammes au litre), constituée à peu près par : 25 % de cellulose ; 15 % de soude caustique ; 60 % d'eau.

C'est cette pâte que l'on va soumettre, dans un malaxeur ordinaire (fig. 2), à l'action du *sulfure de carbone*. Ce corps, préparé par action de la vapeur de soufre sur le charbon au rouge, est un liquide à odeur spéciale, très inflammable, très dangereux à manipuler ; il se combine avec l'alkali cellulose en donnant un produit que les chimistes appellent le *xanthate de cellulose* et qui a la propriété de se dissoudre facilement dans les solutions diluées de soude caustique.

Par suite, en introduisant dans le ma-

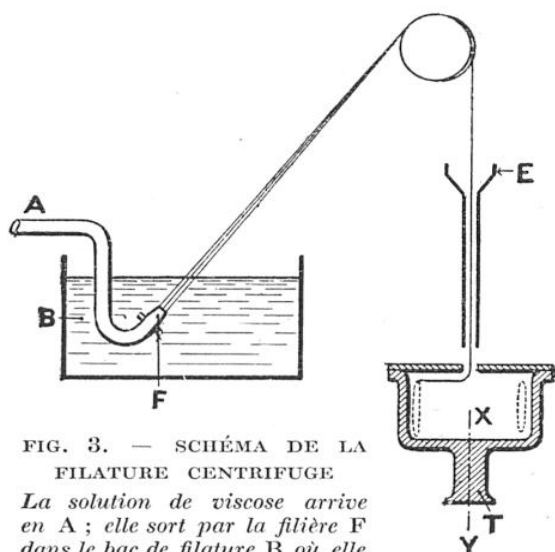


FIG. 3. — SCHÉMA DE LA FILATURE CENTRIFUGE

*La solution de viscose arrive en A ; elle sort par la filière F dans le bac de filature B où elle est solidifiée. Les fils obtenus sont dirigés, par l'entonnoir guide-fil E, vers le pot-turbine T, animé d'un mouvement de rotation autour de son axe.*

laxeur, d'abord l'alcali cellulose et le sulfure de carbone, puis la solution de soude caustique à 3 %, on obtient, au lieu d'un produit insoluble, une solution claire qui a reçu le nom de *viscose*. Cette viscose contient, par litre, 70 à 80 grammes de cellulose, 70 grammes de soude caustique et 22 à 26 grammes de soufre, dont 16 à 18 grammes seulement sont combinés sous forme de xanthate

La viscose, avant tout autre traitement, doit être abandonnée à elle-même pendant quatre ou cinq jours, à la température ordinaire ; c'est l'opération que l'on appelle le *mûrissement*, et qui est de la plus grande importance pour les transformations futures. Il se produit, pendant ce mûrissement, des réactions complexes, dont le détail n'est, d'ailleurs, pas exactement connu ; tout ce que l'on sait, c'est que la teneur en soufre combiné diminue jusqu'aux environs de 9 à 10 grammes par litre et que, si on prolongeait trop longtemps le mûrissement, il y aurait prise en masse de toute la solution.

Nous n'avons pas à décrire ici les méthodes que l'on emploie pour suivre ce mûrissement, ce sont des méthodes basées sur le fait que, par introduction d'une solution concentrée d'un sel métallique, comme le chlorure

d'ammonium ou le chlorure de sodium, la coagulation de la viscose se produit d'autant mieux que le mûrissement est plus avancé.

Lorsqu'on juge ainsi le mûrissement suffisant, on filtre la solution de viscose, pour éliminer les moindres traces de produits non dissous qu'elle pourrait contenir, et, pour enlever toutes les bulles d'air qui gêneraient beaucoup en filature, on maintient un vide élevé à la surface de la solution.

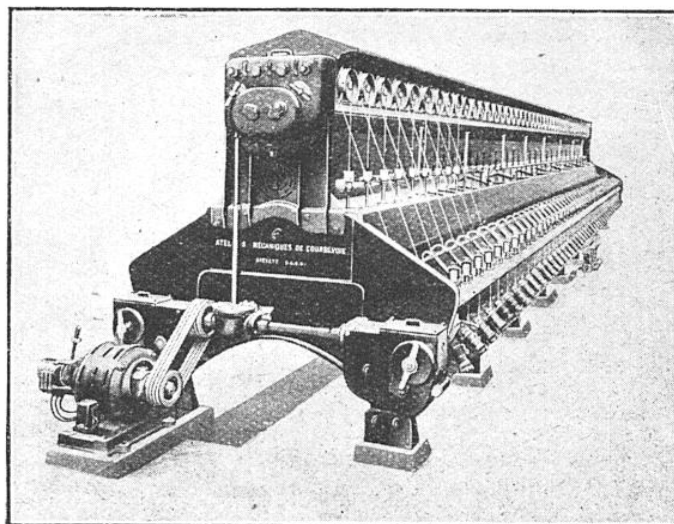
La viscose est, cette fois, prête à être filée.

### De la viscose au fil de soie artificielle

Pour bien comprendre ce qu'est la filature de la viscose, il faut savoir que cette solution n'est stable que parce que l'on se trouve en présence d'un alcali comme la soude ; l'addition d'un acide quelconque, ou même d'une solution concentrée d'un sel, comme le sulfate de soude ou le chlorure de sodium, amène immédiatement la coagulation de la solution en une masse compacte qu'il est impossible de redissoudre.

Ceci étant, il est facile de voir que, si on force cette solution à passer au travers d'un trou très fin, comme celui d'une filière, et si, de l'autre côté de cette filière, il y a une solution acide, par exemple de l'acide sulfurique, il y aura immédiatement coagulation de la veine liquide et formation d'un fil continu.

Dans la pratique, les filières que l'on emploie comportent plusieurs trous (dix à cinquante), tous très fins, et les différents fils formés que l'on appelle les brins, sont



(Photo Ateliers Mécaniques de Courbevoie.)

FIG. 4. — ENSEMBLE D'UNE MACHINE À FILER LA SOIE ARTIFICIELLE PAR LE PROCÉDÉ CENTRIFUGE



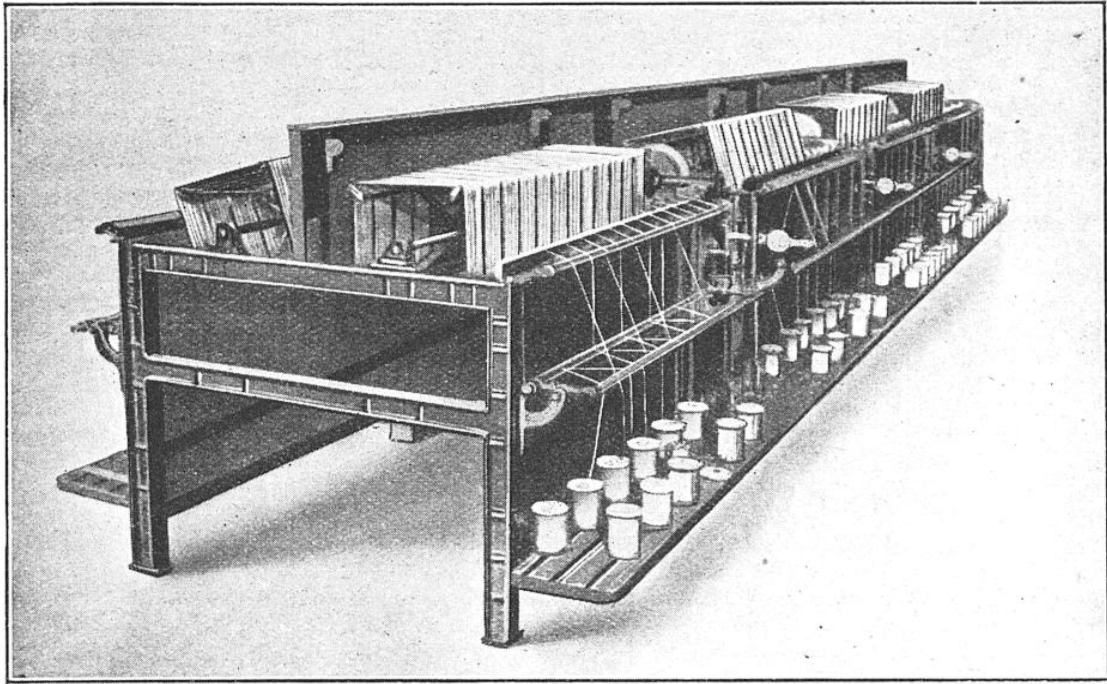
réunis par dix, vingt, trente ou même davantage, pour constituer le fil de soie artificielle. Il est évident qu'il faut comprimer fortement la viscose pour la forcer à traverser les filières, et on comprend facilement qu'il ne faut, dans cette viscose, ni matière en suspension, qui boucherait les trous, ni bulles d'air, qui amèneraient une rupture des brins.

Pour assembler les brins unitaires qui vont constituer le fil, il est nécessaire de leur donner une certaine torsion, assez faible,

on arrête, on démonte le pot et on en retire un gâteau creux, pesant, humide, environ 500 grammes ; il est facile de voir qu'avant de former ce gâteau, les fils ont subi, du fait de leur enroulement, une certaine torsion, qui en assure la cohésion.

La figure 4 représente l'ensemble d'une machine à filer par le procédé centrifuge.

Ce procédé n'est pas le seul connu : dans certaines usines, les fils, à la sortie du bain de filature, passent directement sur un guide-fil



(Photo Fougeirol et Cie.)

FIG. 5. — MACHINE A DÉVIDER LES BOBINES EN ALUMINIUM POUR LA MISE EN ÉCHEVEAUX DE LA SOIE ARTIFICIELLE

d'ailleurs, puisqu'elle varie de cent à trois cents tours au mètre. Pour cela, on emploie, le plus souvent, le système de filature centrifuge, dont la figure 3 indique l'essentiel.

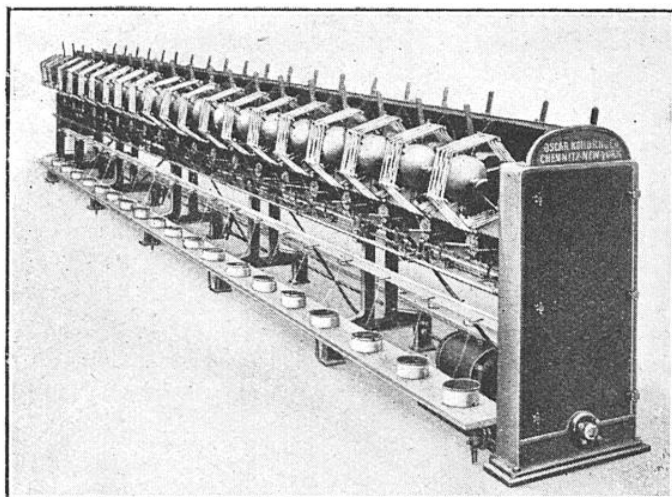
Les filaments, à la sortie du bain de filature, qui est constitué généralement par un mélange d'acide sulfurique et de sulfate de soude, passent sur un rouleau d'appel et, de là, sont conduits, par un entonnoir guide-fil, à l'orifice central d'un *pot tournant*. Ces pots sont constitués tout simplement par des boîtes cylindriques tournant à grande vitesse autour de leur axe vertical. Le fil, entrant au centre du couvercle, est projeté par la force centrifuge contre les parois, qu'il tapisse peu à peu ; le pot se garnit donc de la périphérie au centre ; au bout d'un certain temps,

animé d'un mouvement alternatif et ils s'enroulent sur des bobines qui peuvent être en bois, en verre ou en aluminium.

Par opposition au système précédent, ce procédé porte le nom de filature parallèle ou sur bobine ; il est évident que, cette fois, le fil n'a subi aucune torsion, ce qui est un inconvénient, car les brins unitaires, qui sont très fins et qui se trouvent ainsi libres sont très fragiles.

Les gâteaux de filature ou les bobines ne constituent pas la forme commerciale de la soie artificielle ; jusqu'ici tout au moins, cette soie est vendue en écheveaux, se présentant un peu comme les écheveaux de laine et pesant 50 à 100 grammes. La mise en écheveaux constitue le *dévidage*, qui est





(Photo Oscar Kohorn et Co.)

FIG. 6. — MACHINE A DÉVIDER LES GATEAUX DE FILATURE, ANALOGUE AUX MACHINES A DÉVIDER LES BOBINES, POUR LA MISE EN ÉCHEVEAUX DE LA SOIE ARTIFICIELLE

réalisé par des machines simples, dont les figures 5 et 6 montrent le fonctionnement.

#### Comment on traite le fil obtenu pour le rendre propre à la consommation

Les écheveaux de fils ainsi obtenus ne sont pas encore prêts à l'emploi ; ils ont à subir un certain nombre de traitements dont les plus importants sont : le lavage, la désulfuration et, s'il y a lieu, le blanchiment.

Le lavage est absolument nécessaire pour éliminer du fil les restes d'acide provenant du bain de filature ; toute trace d'acide aurait pour effet d'altérer la soie au séchage, et surtout de produire, à la longue, une attaque du fil se traduisant par une sérieuse diminution de résistance. Ce lavage est fait dans des machines automatiques (fig. 7), dans lesquelles les écheveaux, suspendus sur des baguettes, avancent à mesure.

La désulfuration est, comme son nom l'indique, l'élimination du soufre contenu dans le fil, ce soufre correspondant à celui qui, dans la solution de viscose, était combiné à la cellulose sous forme de xanthate. Cette élimination est indispensable, car le soufre restant dans le fil donne à celui-ci une couleur

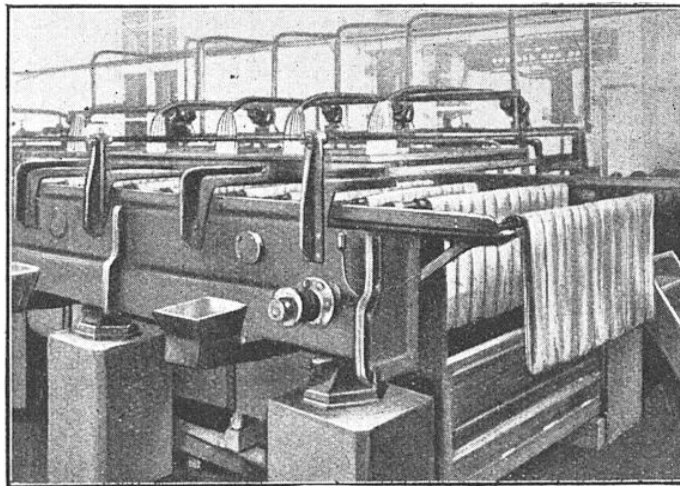
jaune très gênante et amène de grosses difficultés dans la teinture.

La désulfuration se fait par lavage des écheveaux dans une solution de sulfure ou de sulfite de sodium, qui dissout le soufre ; on lave ensuite à fond. Cette élimination n'est d'ailleurs jamais absolument complète et, dans la pratique, c'est en recherchant le soufre, par des réactions chimiques évidemment très sensibles, que l'on peut caractériser la soie de viscose et la différencier de la soie au cuivre qui, elle, ne contient pas du tout de soufre.

Le blanchiment n'est pas indispensable, car la soie, après désulfuration, a une blancheur suffisante pour la plupart des applications ; elle garde cependant un léger reflet jaune qui peut être gênant ; le blanchiment se fait à froid par des solutions

diluées d'eau de Javel ; il est suivi d'un lavage à fond pour éliminer toute trace de chlore provenant de l'eau de Javel, car l'action du chlore sur la soie artificielle est très importante, surtout au bout de quelques mois ; elle se traduit par une diminution considérable de la résistance du fil ; celui-ci devient cassant et ne peut plus être employé au tissage.

Dans la pratique, toutes ces opérations de désulfuration et de blanchiment, ainsi que



(Photo Ateliers Mécaniques de Courbevoie.)

FIG. 7. — MACHINE AUTOMATIQUE POUR LE LAVAGE, LA DÉSULFURATION ET LE BLANCHIMENT DES ÉCHEVEAUX DE SOIE ARTIFICIELLE



tous les lavages intermédiaires, se font dans des machines automatiques analogues à celle de la figure 7.

Il ne reste plus qu'à sécher les écheveaux pour pouvoir les livrer au commerce. Cette opération est réalisée généralement dans des séchoirs continus, appelés séchoirs-tunnels (fig. 8) : la soie, placée sur des wagonnets, est introduite à l'un des bouts, et les wagonnets cheminent lentement à l'intérieur du séchoir, en rencontrant de l'air de plus en plus chaud et de plus en plus sec.

La soie artificielle ainsi terminée est examinée très soigneusement, écheveau par écheveau, par des ouvriers expérimentés, au point de vue de sa couleur, de son éclat et de l'absence de défauts ; suivant le résultat de cet examen, elle est classée en premier, deuxième et troisième choix. Finalement, elle est emballée et livrée au commerce.

### Où en est l'industrie de la viscose en France ?

La production de la soie artificielle en France, qui était, en 1913, de 1.800 tonnes par an, a atteint 19.000 tonnes en 1929, et, sur ce chiffre, on peut compter que 85 % environ correspondent à la soie de viscose.

Les usines qui fabriquent cette soie se répartissent très inégalement sur l'ensemble du territoire français ; la plupart sont groupées en une puissante fédération, le Comptoir des Textiles artificiels, dont les principales usines se trouvent situées à Arques-la-Bataille (Seine-Inférieure), Givet (Ardennes), Izieux (Loire), Albi, Vals et La Voulte (Ardèche), Vaulx-en-Velin (Rhône), Grenoble, Besançon, Colmar, Gauchy (Aisne), etc. La plus importante de toutes est celle de Grenoble, qui est outillée pour produire, à elle seule, 10.000 kilogrammes de soie artificielle par jour.

En dehors de ce consortium, il n'existe que quelques usines indépendantes, dont les principales sont celles de la Société Lyonnaise de Soie artificielle, à Décines (Isère) et à Beynost (Ain) ; celle de Strasbourg, celle de Valenciennes et celle de Condé-sur-l'Escaut.

Il faut signaler également que quelques sociétés étrangères exploitent des usines en France ; la plus importante est l'usine de Calais, affiliée à la puissante société anglaise la Courtaulds Limited ; une autre usine anglaise est en construction à Verdun.

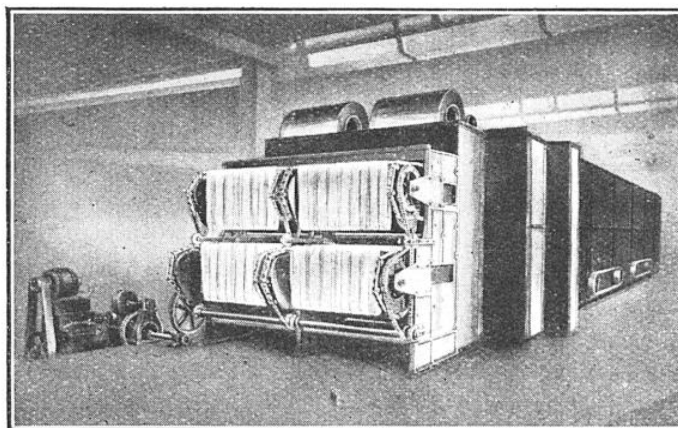
Comment faut-il envisager l'avenir de la soie artificielle en général et de la viscose en particulier, dont le développement a été vraiment prodigieux pendant ces trente dernières années ?

Il est incontestable que cette industrie traverse actuellement une crise sévère, venant, pour une grande part, de ce que la consommation de ce nouveautextile n'a pas aug-

menté aussi rapidement que la production ; le résultat a été une chute des prix atteignant parfois 50 à 60 %, annulant, de ce fait, la marge bénéficiaire des usines nouvelles, dont les dépenses de construction n'étaient pas encore amorties.

C'est là un phénomène économique que l'on rencontre souvent dans les industries dont la croissance est vraiment brutale, mais il n'y a pas lieu de s'en alarmer outre mesure ; l'adaptation se fera, de nouveaux débouchés seront créés, du côté de la laine artificielle, par exemple, et, quand on songe que la production de la soie artificielle n'atteint encore que 2 % de la production mondiale du coton, on peut conclure que, malgré l'étape parcourue, la soie artificielle n'est pas encore au bout de sa carrière.

H. TATU.



(Photo Fried-Hass.)

FIG. 8. — TUNNEL SÉCHEUR CONTINU A QUATRE PAIRES DE CHAINES POUR DES ÉCHEVEAUX DE SOIE ARTIFICIELLE

# VOICI LE PLUS MODERNE ET LE PLUS GRAND « CINÉMA » DU MONDE

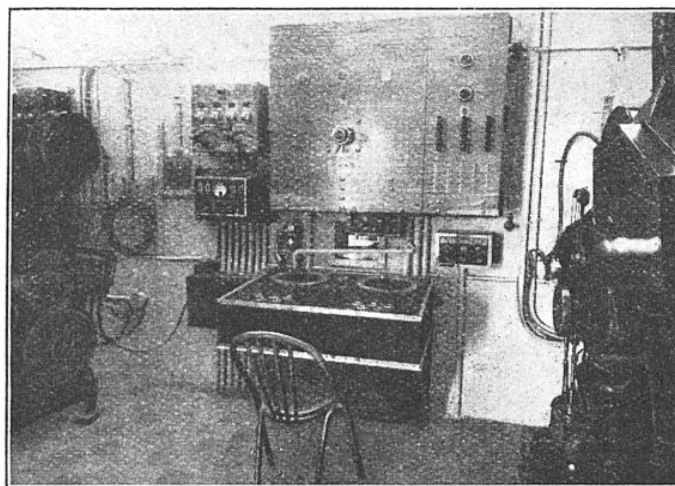
Par Jean MARCHAND

INGÉNIEUR I. E. G.

*Équiper aujourd'hui un « cinéma » utilisant les plus récents perfectionnements scientifiques, constitue, en quelque sorte, une synthèse de toutes les sciences appliquées à la réalisation, à la projection et à l'audition du film — sonore ou parlant. C'est la résultante de toutes ces techniques — depuis celles de l'architecte et de l'électricien jusqu'à celles, si délicates, des ingénieurs du son et de la projection — qui a permis d'édifier tout dernièrement, à Paris, la plus grande salle du monde consacrée à l'art cinématographique moderne.*

Nous sommes accoutumés à entendre dire généralement : le plus grand... « in the world » vient d'être inauguré aux États-Unis. Dans le domaine cinématographique, nous pouvons affirmer que la plus grande salle de cinéma du monde a été récemment inaugurée à Paris. Vous l'avez tous deviné, il s'agit de la nouvelle salle du Gaumont-Palace qui, avec sa longueur de 60 mètres (du fond de la salle à l'orchestre), avec sa largeur de 40 mètres, sa hauteur de 25 mètres, offre un volume de 60.000 mètres cubes aux 6.000 spectateurs qui peuvent y prendre place. Puisque nous en sommes aux mesures, signalons que la scène s'ouvre sur une largeur de 22 mètres et qu'elle est profonde de 11 mètres. Mentionnons encore les dimensions de l'écran : la projection normale se fait sur une surface de 8 m × 10 m 66, la grande projection sur

un écran de 12 m × 16 m, le passage de l'une à l'autre étant réalisé par un système de tentures mobiles dont le mouvement est commandé depuis la cabine de projection.



POSTE DE COMMANDE DE LA CABINE DE PROJECTION  
CINÉMATOGRAPHIQUE

*Sur le pupitre et les tableaux sont rassemblés tous les organes pour la commande de la puissance sonore, pour le démarrage ou l'arrêt des machines, pour l'ouverture ou la fermeture automatique de l'écran. Le chef de cabine suit le spectacle par la vitre placée devant lui et règle le son suivant le minutage très précis établi à la répétition du film présenté.*

L'écran est situé à 2 mètres en avant du fond de la scène, de sorte que la distance de projection est de 70 mètres.

Il peut paraître simple, *a priori*, de construire le plus grand cinéma du monde. Ne suffit-il pas de disposer de la place nécessaire ? C'est évidemment une condition indispensable et elle ne pouvait être remplie, en plein cœur de Paris, que par l'utilisation rationnelle de l'an-

cien hippodrome ; mais on se tromperait singulièrement si on croyait que cette condition est suffisante. Concevez-vous la délicatesse du problème soulevé par ces dimensions inaccoutumées ? Quelle puissance lumineuse faudra-t-il pour effectuer une projection nette à 70 mètres, dans une salle



où les fumeurs semblent chercher (sans y parvenir, d'ailleurs, grâce à la ventilation rationnellement étudiée) à tendre un rideau bleuâtre entre la cabine et l'écran ? En outre, comme il s'agit évidemment d'un cinéma sonore, parlant, sur la scène duquel se déroulent des intermèdes, d'où l'orchestre n'est pas banni, quelle puissance sonore faudra-t-il pour que les 6.000 spectateurs-auditeurs puissent entendre les paroles, les chants et la musique ? Enfin, cette puissance étant réalisée, comment faudra-t-il aménager la salle pour que des résonances intempestives ne transforment pas en une cacophonie épouvantable les plus belles phrases musicales, les mélodies les plus douces ?

### Comment est réalisée la projection à 70 mètres de distance

Tels sont les trois grands problèmes posés aux services techniques de la Compagnie Radio - Cinéma

quand fut décidée la construction de la nouvelle salle. Comment ont-ils été résolus ? Voici, tout d'abord, l'équipement cinématographique que nous examinerons sous ses deux aspects : cabine et écran.

La cabine de projection du Gaumont-Palace ne mesure pas moins de 26 mètres de long sur 4 mètres de large. Là sont alignés quatre appareils de projection sonore, type « Radio-Cinéma », équipés avec les projecteurs cinématographiques « Chrono Seg 31 » à obturation arrière, et les lanternes à arc électrique de grande puissance, susceptibles d'absorber un courant de 225 ampères. Une telle intensité risquait d'amener un échauffement dangereux pour la pellicule. Un obturateur spécial comportant des pales, dont la forme et la disposition ont été minutieusement étudiées, provoque un refroidissement supplémentaire du film, en même

temps qu'il réalise un gain de lumière. Ce refroidissement est, en outre, assuré à la fois par une cuve à eau à circulation continue et par une soufflerie d'air comprimé. Ainsi, la pellicule sort de l'appareil à la même température qu'elle y est entrée.

Outre ces appareils de cinéma proprement dit, la cabine comprend : une lanterne de projection pour plaques diapositives et surimpressions colorisées, d'où la possibilité d'illustrer, sur l'écran, des conférences ou la présentation des films et, en outre, de

produire, sur la scène, des effets de lumière, lors des intermèdes scéniques. Tel est l'équipement lumineux de la cabine.

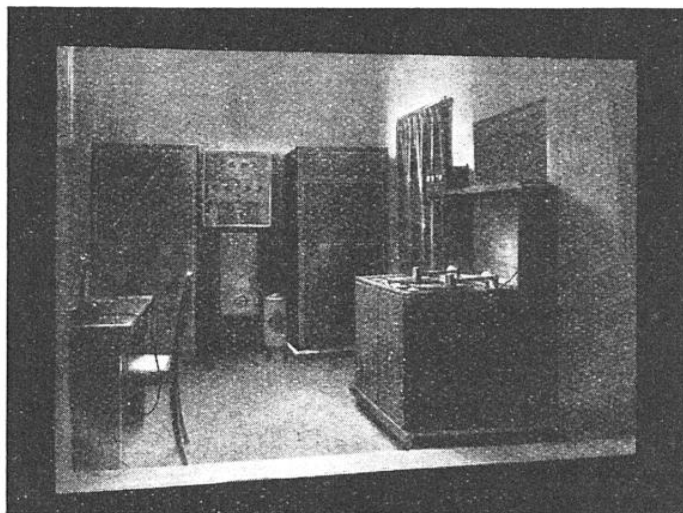
Quant à l'écran, il est constitué par un tissu caoutchouté spécial à haut rendement lumineux et se laissant traverser aisément par toutes les fréquences acoustiques. (Nous verrons l'importance de cette condition.) Ainsi que nous l'avons dit, il mesure 12 m sur 16 m

et un système de tentures mobiles de velours noir peut le ramener à 8 m sur 10 m 66 pour la projection normale. Cette manœuvre devant être exécutée en synchronisme avec l'agrandissement ou le rétrécissement de la projection lumineuse, est commandée par des moteurs électriques dont la marche et l'arrêt sont réalisés au moyen de contacteurs placés sur la scène et commandés de la cabine. Passer d'une surface de 100 mètres carrés à une surface plus que double n'exige ainsi que deux secondes.

### Un équipement sonore à la fois puissant et fidèle

Retournons dans la cabine de projection où nous avons laissé les projecteurs. On sait que la reproduction sonore (1) est obtenue en transformant les variations

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 153, page 173.



LA CABINE DU SPEAKER POUR LA DIFFUSION DE LA PAROLE ET DE LA MUSIQUE DANS LES GALERIES ET DANS LA SALLE. On voit, au fond, les deux amplificateurs à grande puissance pouvant alimenter trente-deux haut-parleurs ; à droite, une table double pour les disques avec ses pick-up.



d'intensité lumineuse inscrites sur une bande latérale du film en courants électriques variables, grâce à la cellule photoélectrique (1). Ces courants de très faible intensité doivent être amplifiés avant d'être envoyés aux haut-parleurs. Nous trouvons donc, dans cette cabine, cinq amplificateurs à grande puissance fonctionnant sous une tension de 3.000 volts et susceptibles de fournir chacun une puissance modulée de plus de 200 watts sans aucune distorsion. Quatre de ces amplificateurs peuvent alimenter chacun quatre haut-parleurs. Ces seize haut-parleurs sont situés derrière l'écran supporté lui-même, ainsi que les tentures, par un châssis métallique extrêmement robuste. Nous avons dit que l'écran laissait passer toutes les vibrations de fréquence acoustique. On voit ici l'importance de cette propriété.

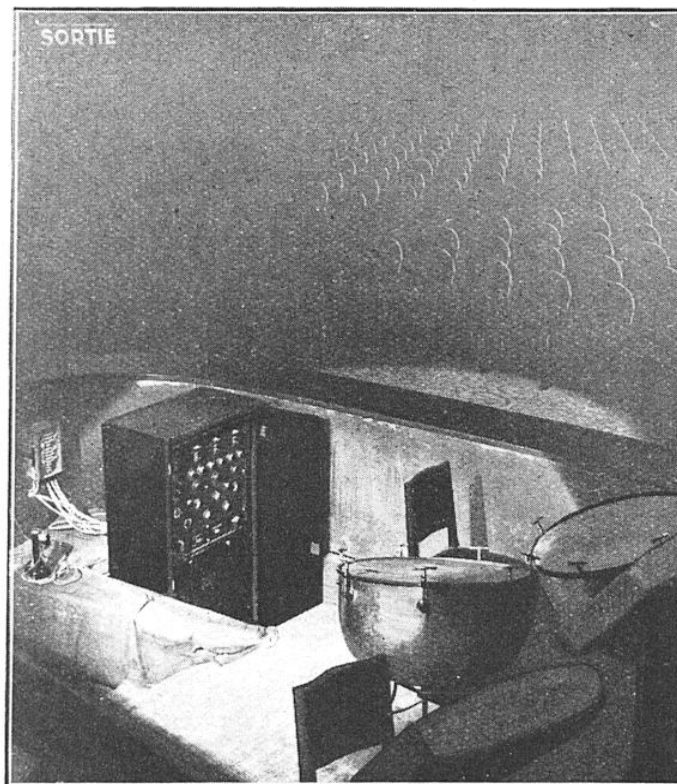
Ces seize haut-parleurs, répartis en quatre groupes de quatre appareils, ne sont utilisés d'ailleurs que par moitié ; huit d'entre eux suffisent pour diffuser le son dans toute la salle. Les autres servent de secours.

Cependant, pour que tous les spectateurs puissent entendre convenablement, il fallait, étant donné la grandeur de la salle, pointer les haut-parleurs dans des directions déterminées. Ce résultat est obtenu au moyen d'un dispositif de suspension par chaînes

réglables, de sorte que chaque spectateur se trouve toujours dans le cône de diffusion d'au moins un haut-parleur. Ainsi ont pu être utilisées les remarquables qualités acoustiques de la salle, obtenues grâce aux longs et minutieux travaux de recherches des laboratoires de la Compagnie Radio-Cinéma.

Grâce à ce réglage, non seulement les auditeurs les plus éloignés de l'écran entendent parfaitement, mais encore ceux des premiers rangs d'orchestre ne sont pas assourdis malgré la puissance sonore.

En dehors de la projection du film sonore, le Gaumont-Palace, avons-nous dit, permet, grâce à sa scène, de présenter des intermèdes musicaux ou chantants et de faire entendre l'excellent orchestre situé dans sa fosse. Il était à craindre que la musique ou les chants (ou la voix d'un conférencier) ne soient mal perçus au fond de l'immense salle. Ici, entre



L'AMPLIFICATEUR MICROPHONIQUE PLACÉ DANS LA FOSSE D'ORCHESTRE, OU VIENNENT ABOUTIR LES CANALISATIONS DES MICROPHONES DE L'ORCHESTRE ET DE LA SCÈNE

*Cet amplificateur comporte, en particulier, un dispositif de mélange des courants provenant des différents microphones, ce qui permet de disposer à volonté l'intensité de chaque pupitre d'instrument, en vue du renforcement général de l'orchestre. Le courant sortant de cet amplificateur est envoyé ensuite à la cabine cinématographique sur les amplificateurs à grande puissance.*

en jeu le cinquième amplificateur et ses haut-parleurs.

A cet effet, quatre microphones sont placés à proximité des musiciens avec un amplificateur microphonique muni d'un dispositif de mélange. Les courants électriques modulés sortant de cet amplificateur sont envoyés dans la cabine où se trouve le cinquième amplificateur de puissance qui alimente, soit quatre haut-parleurs situés de part et d'autre de la scène, soit quatre haut-parleurs installés au plafond. Il est à

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 156, page 413.



signaler ici, que, grâce aux travaux spéciaux des laboratoires de la Compagnie Radio-Cinéma, les sons puissants de ces haut-parleurs ne risquent pas d'influencer les microphones (accrochage en Larsen), difficulté qui n'avait jamais été vaincue encore.

Mentionnons encore une cabine spécialement aménagée pour le « speaker », une table à deux plateaux pour la diffusion de disques, avec, bien entendu, les amplificateurs correspondants. Cette installation alimente seize haut-parleurs disséminés dans les couloirs du théâtre et peut actionner également quatre haut-parleurs situés dans la salle de part et d'autre de l'écran. Absolument indépendante du cinéma sonore, cette installation est automatiquement alimentée par une batterie de secours en cas de panne du secteur ou par suite d'un accident quelconque. Ainsi le « speaker » peut toujours parler

au public et, dans certains cas, qu'il faut toujours prévoir, éviter une panique fatale.

#### **Tout risque d'interruption de la représentation est évité**

Entrer dans le détail de l'installation électro-acoustique réalisée par la Compagnie Radio-Cinéma pour assurer, en toutes circonstances, la continuité de la représentation, sortirait du cadre de cette étude. Songez, en effet, que n'importe quel projecteur peut être branché sur n'importe quel amplificateur et sur n'importe quel groupe de haut-parleurs ; que ces amplificateurs peuvent être employés à volonté, soit pour le cinéma sonore, soit pour le renforcement de l'orchestre ; qu'il suffit pour cela d'une seule manœuvre sur des tableaux de commutation pour mettre en service instantanément, sans erreur possible, les appareils désirés ; que toutes les manœuvres de la cabine sont automatiquement

contrôlées par une signalisation lumineuse et vous concevrez la complexité des circuits qui ont dû être établis par la Compagnie Radio-Cinéma.

Aussi les tableaux de distribution, de commutation, de commande et de contrôle de tous ces appareils présentent-ils une importance particulière. Ils ne couvrent pas moins de 30 mètres carrés de surface.

En régime normal d'exploitation, on utilise deux projecteurs sonores et seulement deux amplificateurs, tous les autres étant toujours prêts, en cas de besoin, à se substituer, à la convenance, à ceux qu'on désire mettre hors circuit.

La batterie d'accumulateurs de secours est, bien entendu, munie des appareils de charge nécessaires. Enfin, un petit atelier et une salle de manipulation et de préparation des films sont annexés à la cabine. Ainsi, la représentation se déroulera d'une façon continue, sans interruption, en toutes circonstances.

#### **Comment l'acoustique de la salle a été rendue excellente**

L'acoustique d'une salle de spectacle varie avec une infinité de facteurs (1). Pour une salle moyenne, il est déjà fort délicat d'établir la meilleure forme à donner aux parois (murs, plafonds, balcons, etc...), de choisir les matériaux les plus favorables, et de les répartir convenablement pour que la parole et la musique parviennent à chaque auditeur avec toutes leurs nuances, sans déformation. A plus forte raison, le problème posé aux techniciens de la Compagnie Radio-Cinéma, était-il ardu dans cette vaste salle de 60.000 mètres cubes, la plus grande du monde. Voici comment il a été résolu : la voûte du plafond risquait de provoquer des réflexions et des échos. On a moulé sur ce

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 151, page 3.



ENSEMBLE DES APPAREILS AMPLIFICATEURS A GRANDE PUISSANCE, FONCTIONNANT SOUS LA TENSION DE 3.000 VOLTS ET POUVANT DONNER CHACUN UNE PUISSANCE DE 200 WATTS SANS AUCUNE DISTORSION

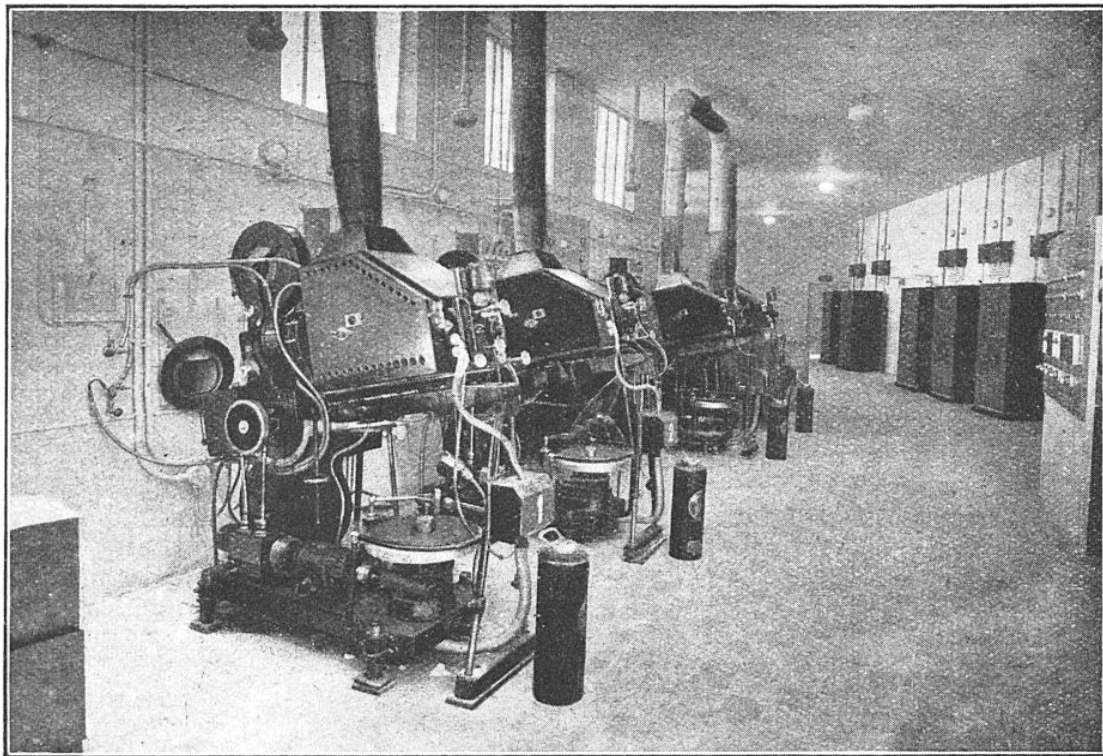


plafond un système de 30 plissements parallèles en staff revêtu de feutre collé. La hauteur des plissements est constante, mais leur distance mutuelle croît de la scène vers le fond. Les parois de la salle ont été traitées sur une superficie de 1.200 mètres carrés par application successive d'une couche de laine d'amiante, d'une couche de panneau

complètement la salle des bruits de la rue.

Aussi, sans être rendue sourde, la salle du Gaumont-Palace est-elle exempte de tout écho.

Nous sommes loin du temps où, pour installer un cinéma, il suffisait de disposer d'une salle quelconque, d'une « lanterne magique » et d'une toile blanche tendue.



LES QUATRE PROJECTEURS CINÉMATOGRAPHIQUES A GRANDE PUISSANCE

*On aperçoit, sur les côtés des projecteurs, les canalisations d'air comprimé et d'eau pour le refroidissement de la pellicule.*

feutré, d'une couche de feutre peinte au pistolet. Le mur du fond est recouvert de laine d'amiante revêtu de mousseline; les parois des balcons et des galeries sont feutrées. L'avant des loges et les couloirs d'accès au « mezzanine » sont revêtus de feutre recouvert lui-même d'une mince pellicule de cuir. Enfin, un système de gaine d'air doublant les parois latérales isole

Aujourd'hui, l'établissement d'une salle moderne fait appel à toutes les branches de la science. L'électricien, le mécanicien, les spécialistes du son et de l'optique doivent unir leurs efforts à ceux de l'architecte pour réaliser à la fois le confort et les représentations artistiques dont le public est de plus en plus friand.

J. MARCHAND.



## LA RADIODIFFUSION FRANÇAISE COMPTE UN NOUVEAU POSTE A GRANDE PUISSANCE

**L**ES auditeurs de la radiodiffusion française apprendront avec plaisir la création d'une nouvelle station d'émission à grande puissance dans la région parisienne, en remplacement du poste actuel de Radio-Vitus.

Ce nouvel émetteur a été établi sur une colline de Romainville, dont la situation est des plus favorables à une large propagation des ondes. La station, fonctionnant sur ondes moyennes de 310 mètres environ, est dotée des derniers perfectionnements techniques et dispose d'une puissance pouvant aller de 15 à 50 kilowatts antenne.

Nous allons en indiquer succinctement le principe de montage et les conditions de fonctionnement.

Deux pylônes de 80 mètres de hauteur, et distants de 80 mètres, supportent une antenne tubulaire en T qui a une longueur d'onde propre d'environ 380 mètres, les derniers essais ayant montré qu'on obtenait un rayonnement supérieur en

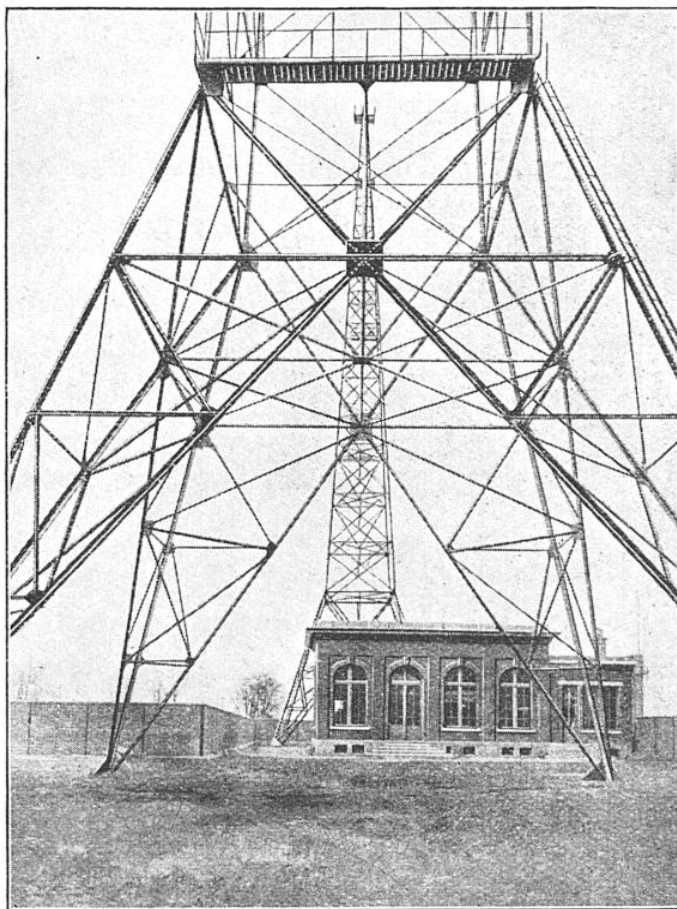
augmentant la longueur d'onde propre de l'antenne par rapport à celle de l'onde porteuse.

La prise de terre est constituée par un

réseau de bandes en cuivre rouge recouvert d'une couche de plomb, enterré à environ 50 centimètres de profondeur. Ces bandes couvrent la surface d'un cercle ayant comme diamètre la distance entre les deux pylônes. Toutes les masses métalliques du bâtiment, ainsi que les pylônes, sont mis à la terre.

Le bâtiment de la nouvelle station Radio-Vitus comprend quatre grandes pièces au rez-de-chaussée et quatre pièces de mêmes dimensions au sous-sol. La pièce principale du rez-de-chaussée est la salle d'émission proprement dite, derrière

laquelle se trouve la salle des transformateurs d'alimentation et de l'émetteur. La troisième salle est destinée à l'émetteur des ondes courtes et aux diverses petites



DEUX PYLONES DE 80 MÈTRES DE HAUTEUR, ET DISTANTS DE 80 MÈTRES, SUPPORTENT L'ANTENNE TUBULAIRE EN « T » DE LA NOUVELLE STATION DE RADIODIFFUSION RADIO-VITUS

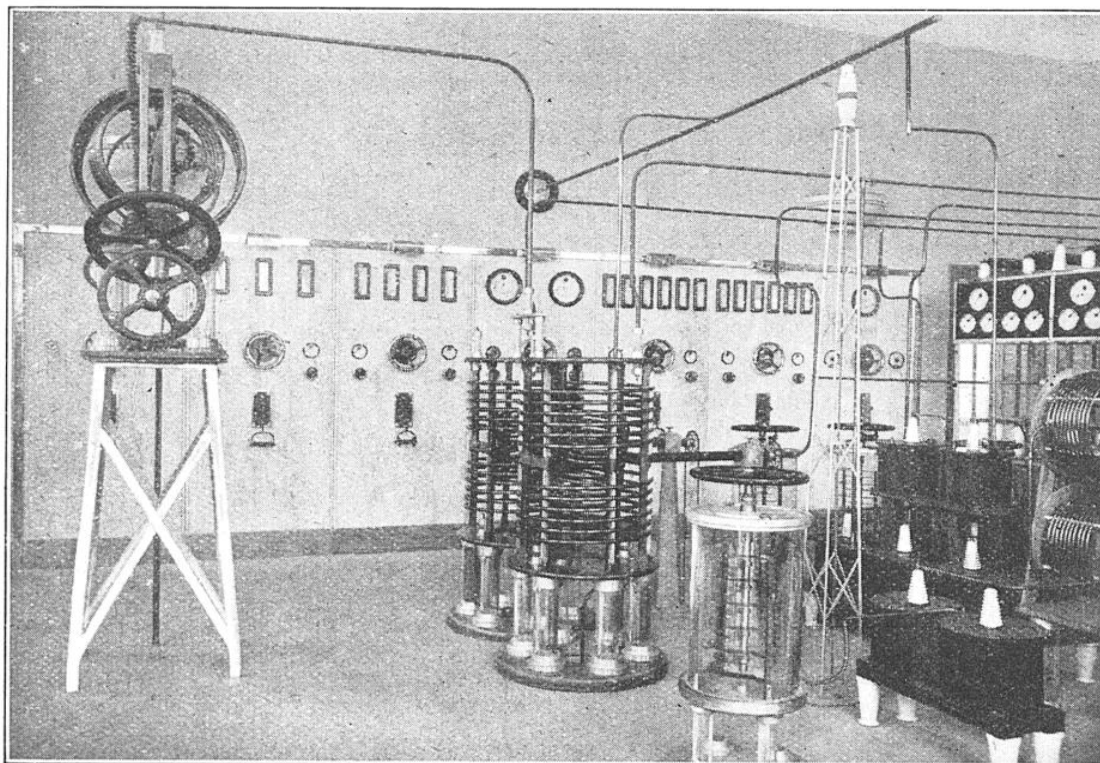


machines de polarisation. La quatrième est destinée au contrôle de l'émission.

L'émetteur proprement dit comporte six étages. Le premier étage est constitué par une lampe de 10 watts, qui sert de maître oscillateur (1), stabilisé par quartz ou non. La lampe est alimentée sous 250 volts et donne une puissance de 5 watts. La deuxième cascade est constituée par une lampe spéciale à double grille et écran de grille qui permet, en appliquant sur chaque grille respec-

d'une puissance de 20 kilowatts. Enfin, le dernier étage est constitué par six lampes à refroidissement par eau d'une puissance de 20 kilowatts, montées symétriquement en série parallèle.

Les trois premiers étages de l'émetteur sont installés dans une cabine rigoureusement blindée à triple paroi. Les deux derniers étages, au contraire, sont installés dans la grande salle où les selfs sont disposées de telle manière que toute réaction mutuelle



LE POSTE ÉMETTEUR DE LA NOUVELLE STATION DE RADIODIFFUSION RADIO-VITUS

tivement de la haute fréquence et de la basse fréquence, de produire, dans un circuit accordé sur le maître oscillateur, de la haute fréquence modulée. La troisième cascade comporte deux lampes de 50 watts neutrodynées. Le circuit oscillant de cet étage est constitué par deux selfs, montées en parallèle et leur condensateur approprié.

Le quatrième étage, également neutrodyné, sert uniquement à élever la tension haute fréquence pour l'appliquer à la grille du cinquième étage. Celui-ci est constitué par une lampe à refroidissement par eau

(1) Voir, page 355 de ce numéro, l'article sur la radiodiffusion.

est évitée et que leur accord est d'une grande facilité.

Le système de protection du poste a été très approfondi et tous les appareils de sécurité rendent les accidents impossibles. D'autre part, en appuyant sur un bouton, on peut déclencher ou arrêter tout le poste instantanément.

La réalisation de la nouvelle station d'émission de Radio-Vitus, qui met en œuvre les derniers perfectionnements de la technique radiophonique, marque une importante étape dans le développement et l'amélioration des émissions françaises de radiodiffusion.



# LE PHONOGRAPHE ET LA VIE

Par Félicien FAILLET

## La longue histoire d'une petite aiguille

C'E n'est, certes, pas aux lecteurs de *La Science et la Vie* qu'il est nécessaire de rappeler l'importance capitale de la minuscule aiguille d'acier dans le processus de la reproduction phonographique. Ils ont été tenus au courant des divers progrès apportés successivement aux formes parfois complexes de cette pointe essentielle, et nous nous sommes, à maintes reprises, efforcés de leur démontrer combien il était indispensable de ne jamais utiliser deux fois de suite la même aiguille.

Serait-ce que nos conseils ont porté leurs fruits ? Toujours est-il qu'il ne se passe guère de semaine sans que l'on nous demande de décider entre telle ou telle marque. Choix, en vérité, bien délicat.

De ces manifestations répétées d'une curiosité particulière, nous prendrons donc prétexte, d'abord pour examiner la collection complète mise à la disposition des amateurs, ensuite, pour assister à la naissance de cette pointe précieuse.

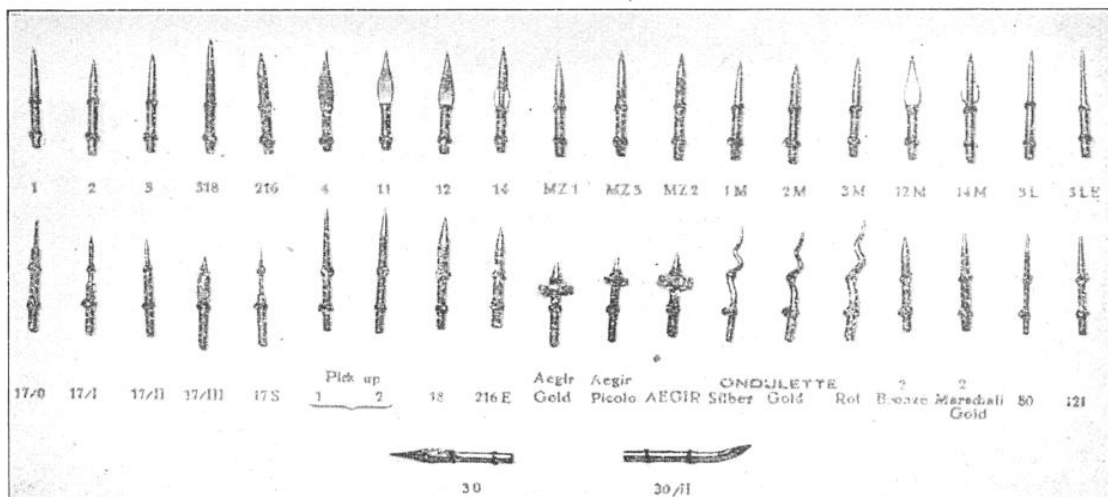
## A public varié, choix complexe

Peut-être vous souvenez-vous de ce jour où, adepte nouveau de la machine parlante, vous avez soudain appris — et vous avez surtout compris ! — la nécessité impérieuse de changer d'aiguille à chaque audition ? Ce jour-là, vous avez tout à coup découvert qu'étant donné une marque d'appareil, étant

donné aussi un disque d'une qualité déterminée, il ne reste plus qu'un seul facteur variable grâce auquel votre volonté pouvait se manifester : l'aiguille. Ce jour-là, vous vous êtes précipité chez votre marchand d'accessoires... et vous avez reculé devant le nombre imposant de modèles qui vous était soumis ! Qu'auriez-vous dit, alors, s'il vous avait été offert la carte d'échantillons que nous mettons sous vos yeux et qui se rapporte à peu près à une collection complète de ce qui se fait de raisonnable (car, à vrai dire, on pourrait encore y ajouter une dizaine d'autres modèles) ?

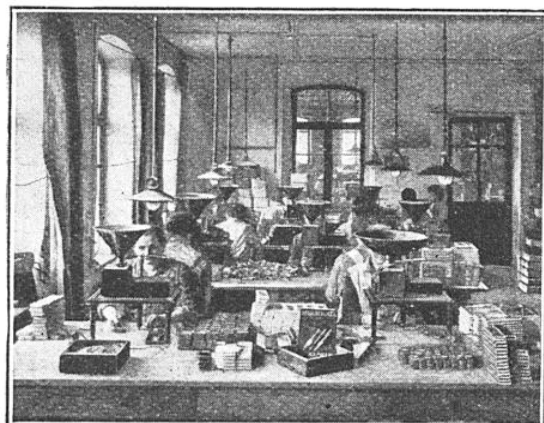
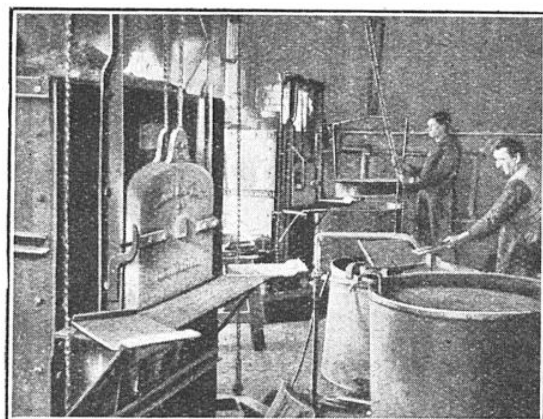
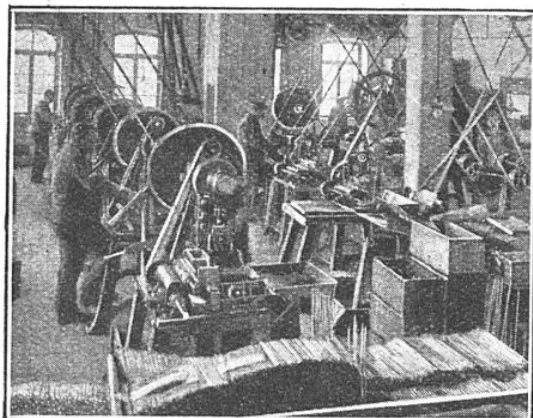
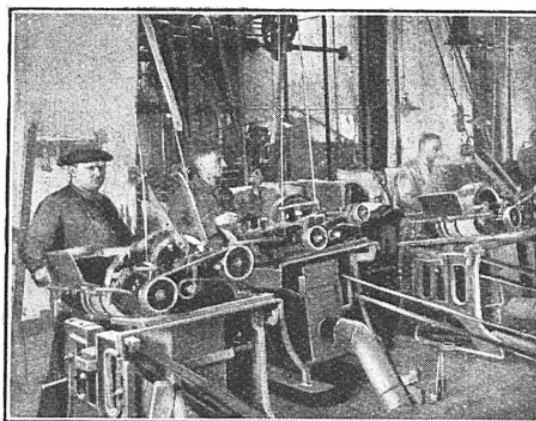
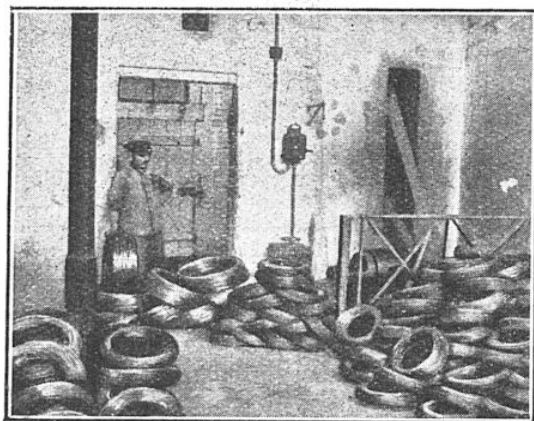
Pourquoi cette multiplicité de formes ?

Pourquoi, ami lecteur ? Mais, parce que vous le réclamez ! La machine parlante a atteint, en effet, un tel stade de perfectionnement qu'elle permet aux auditeurs de raffiner à l'extrême sur la qualité des sons restitués. Le goût, l'oreille de chacun peuvent alors intervenir à votre guise, mais, naturellement, par le seul truchement de l'aiguille ; d'où provient alors ce choix complexe que les fabricants ont été amenés à établir, en suivant peu à peu les suggestions plus ou moins précises de leur clientèle. Donc, pratiquement, après essai rapide de cette « carte d'échantillons », vous serez amené à vous cantonner dans une catégorie déterminée. En général, tout reviendra à choisir le type déterminé pour votre appareil... et votre oreille, dans les aiguilles douces, médium, fortes et extra-fortes, soit que vous



PARMI CES NOMBREUSES FORMES D'AIGUILLES DE PHONOGRAPHE, LES AMATEURS PEUVENT CHOISIR CELLE QUI LEUR CONVIENT LE MIEUX (CARTE D'ÉCHANTILLONS MARSCHALL)





*Photos prises aux usines Marshall.*

#### LES DIFFÉRENTES PHASES DE LA FABRICATION D'UNE AIGUILLE DE PHONOGRAPHE

*De gauche à droite et de haut en bas : la matière première ; polissage des tronçons d'acier ; estampage et coupage ; trempe ; contrôle ; emboîtement.*

préfériez la série des « ondulettes », soit que les « toupies » aient votre faveur pour les ensembles bruyants, ou encore, que ce soient les « fer de lance » ou, plus simplement, les classiques aiguilles rondes courantes.

Quant à la marque de ces différentes aiguilles, nous allons vous révéler un grand secret : elles proviennent souvent du même fabricant, quelle que soit l'étiquette qui recouvre votre petite boîte de métal... Eh !



oui, il vous faut perdre encore cette illusion, au risque de quelque confusion touchant la finesse de votre oreille ! Et vous n'avez aussi qu'à continuer à vous ravitailler d'aiguilles de la même « marque », puisque, aussi bien, il n'y aurait rien de changé... en changeant ! (Nous entendons, naturellement, les grandes marques.) Seulement, vous pourrez dorénavant exiger un choix plus complet, avant que de vous arrêter aux formes et aux grosseurs se rapportant exactement à vos désirs.

Toutes les aiguilles que vous voyez sur la carte d'échantillons page 427, en effet, proviennent d'une grande maison allemande spécialisée : la Maison Marschall, bien connue d'ailleurs, mais dont on ignore généralement qu'elle est la même sous tant d'étiquettes multicolores.

C'est en Bavière, non loin de Nuremberg, dans de très vastes usines, que se fabriquent ces multitudes de fines pointes d'acier répandues par milliards aux quatre coins du globe, fabrication naturellement très minutieuse, puisqu'il s'agit, d'une part, d'obtenir des formes rigoureusement semblables, et d'employer un acier à la fois très solide et pourtant capable de s'incliner devant la dureté du disque, qui, lui, doit être usé au minimum.

Il n'est point aisé de jeter un coup d'œil dans cette fabrique allemande où s'élaborent les aiguilles ; les issues sont peu accueillantes et les appareils photographiques, sévèrement proscrits ! C'est donc très exceptionnellement que nous pouvons mettre sous les yeux de nos lecteurs cette sorte de film photographique de la fabrication des aiguilles que nous allons succinctement commenter.

#### La fabrication des aiguilles

Lorsque nous avons exposé ici même (1), il y a quelques mois, comment s'enregistraient et comment se fabriquaient les disques, nous avons surtout insisté sur le grand nombre d'appareils que cela comportait, espérant faire partager à nos lecteurs cette émotion réelle que nous-mêmes avions éprouvée au cours de notre première visite dans l'une des usines où s'élaborent les noires galettes : les ateliers Gramophone, à Nogent. Or, cette difficulté de fabrication, nous la retrouvons dans tout ce qui concerne le phonographe, aussi bien pour l'établissement des machines parlantes proprement dites que dans la fabrication des aiguilles.

En réalité, chaque sorte d'aiguilles comporte une succession de façonnements qui se retrouvent, à peu de choses près, dans les autres modèles.

La matière première est, bien entendu, un acier spécial. Cet acier parvient à l'usine sous forme d'assez gros rouleaux de fils, chaque rouleau se rapportant à une sorte d'aiguille déterminée. On pourra suivre aisément, sur l'illustration photographique qui accompagne ces pages, les différentes étapes par-

courues par le fil initial, jusqu'au moment où il sort sous forme d'aiguilles de phonographe.

A cette description imagée, ajoutons seulement les précisions suivantes. Les préalables opérations d'aiguisage, notamment, se font après une première section du fil sur le tronçon d'acier qui, en réalité, permettra d'obtenir deux aiguilles. L'aiguisage et le polissage final, dont l'importance est si évidente qu'il n'est pas nécessaire de s'y arrêter longtemps, sont effectués par une série de machines munies de brosses progressives et qui fonctionnent, pour un même lot d'aiguilles, pendant sept jours consécutifs. Les aiguilles ne sont pas nickelées, la couche de nickelage risquant de supprimer la pointe. Elles sont seulement polies. Le polissage final est effectué dans des sacs remplis d'émeri secoués par des machines spéciales, sans précaution aucune : les petits bouts d'acier prennent ainsi cet aspect glacé et propre qui les caractérise. Les opérations de triage sont plus nombreuses que celles indiquées par nos images. Des machines, tout d'abord, effectuent un premier choix, grossier, il est vrai, et destiné surtout à retenir les aiguilles trop longues. Des ouvrières, ensuite, parfont l'opération. Enfin, les aiguilles sont pesées sur des balances électriques extrêmement précises où, automatiquement, chaque deux centième pointe fait tomber la cupule dans laquelle elle est versée. Ces petits tas de deux cents sont immédiatement mis en boîtes de fer. Plusieurs boîtes de fer sont ensuite enfermées dans des boîtes de carton et des paquets de 25.000 sont prêts à être expédiés dans toutes les directions.

#### Quelques chiffres en conclusion

Bien des amateurs de phonographe persistent encore à entendre plusieurs disques sans changer d'aiguille. Il faut admettre pourtant que la majorité des auditeurs ne procède pas de la même sorte.

Aussi, parallèlement au développement du commerce des disques de grande musique, des enregistrements d'artistes en renom et particulièrement soignés, on a pu constater une augmentation considérable de la vente des aiguilles. D'autre part, les aiguilles semi-permanentes et spéciales au pick-up, ont également vu leur vente extrêmement amplifiée ces derniers temps, par suite de la vulgarisation du pick-up commercial.

Aussi ne surprendrons-nous guère nos lecteurs en leur disant que, pour la France seulement, plusieurs centaines de millions d'aiguilles ont été livrées, l'année dernière, chez les revendeurs de détail. N'est-il pas vrai que ce simple chiffre, suivant la succession des images que nous avons présentées plus haut, suffit pour convaincre chacun de l'importance de cette industrie minutieuse, et de l'importance que peut présenter la fabrication d'une si humble petite chose : l'aiguille du phonographe ? F. FAILLET.

1) Voir les nos 163 et 164 de *La Science et la Vie*.



# QUELQUES NOUVEAUTÉS EN AUTOMOBILE

## Vers le silence en automobile

**L**ES progrès réalisés dans la construction des moteurs d'automobiles et dans les transmissions ont permis d'atteindre à une marche silencieuse du châssis. Mais la carrosserie elle-même, soumise à des vibrations continuelles, est une source de bruit que, depuis la guerre, on a cherché à annuler. Ce fut d'abord la carrosserie souple en cuir, qui donna d'excellents résultats. La recherche de la standardisation, du meilleur prix de revient et de la plus grande robustesse ont fait cependant abandonner peu à peu le cuir pour la tôle d'acier. Allions-nous donc être privés du silence obtenu ?

Pour rendre une carrosserie silencieuse, il est évident que la seule solution consiste à la séparer en un certain nombre d'éléments indépendants, articulés entre eux, avec un jeu suffisant. Souplesse, résistance aux chocs, silence, durée, absence d'entretien, telles sont les qualités requises pour ces articulations. A cet égard, le Silentbloc, qui, depuis plusieurs années, a fait ses preuves dans les chapes d'amortisseurs et dans les articulations de ressorts, devait assurer cette liaison souple.

Voici donc comment est constituée la carrosserie Silentbloc. Elle est scindée en quatre parties principales, indépendantes les unes des autres (fig. 1) : 1° un ensemble A ; 2° un plancher E boulonné sur les longerons ; 3° un ensemble C comprenant le reste de la caisse ; 4° les montants de portes D, au cas où la carrosserie comporte quatre portes.

*L'accouplement par Silentblocs.* — Grâce aux Silentblocs, qui assemblent élastiquement entre eux les différents panneaux de cette carrosserie, chacune de ses parties constitutives peut suivre les mouvements imposés par le châssis sans se déformer ni déformer

ses voisines, et peut se déplacer légèrement vers l'avant ou vers l'arrière, s'incliner très peu en tous sens et suivre ainsi les longerons dans leurs déformations. Bien entendu, les jeux nécessaires sont prévus pour laisser la liberté de ces mouvements.

Tous les Silentblocs et leurs ferrures sont dissimulés dans les encastrement, ou sous la tôle, de sorte que rien, dans l'aspect extérieur, ne permet de déceler leur existence. Quand la voiture roule, le silence est vraiment impressionnant : rien ne vibre (les Silentblocs absorbent les vibrations). On se

croirait dans une « souple ». Les portes elles-mêmes ne claquent pas, même après 50.000 kilomètres.

*Le montage des portes.* — Car les portes, vous le pensez bien, ont fait aussi l'objet de recherches spéciales. A première vue et de l'extérieur, elles n'ont rien que de très normal ; leurs charnières sont du type classique à pivot

sur bille. Mais ouvrez-les et poussez-les avec force. Au lieu du claquement métallique que nous sommes tous habitués à entendre, vous serez surpris de ne percevoir qu'un bruit mat, étouffé. Autre sujet d'étonnement : si la voiture est penchée, avec une roue dans un trou profond, la porte se ferme avec la même surprenante facilité que sur un sol uni.

La figure 2 nous donne la clef de ce petit mystère. C'est la serrure qui est spéciale et très ingénieusement conçue : le Silentbloc associé au pêne maintient la porte à sa place correcte ; il laisse à la porte un certain degré de liberté, car elle doit suivre dans tous ses déplacements le montant auquel elle est reliée par ses charnières.

*Les qualités maîtresses de la nouvelle carrosserie.* — Aussi souple que le cuir, puisque, comme nous l'avons vu, la carrosserie Silentbloc se prête

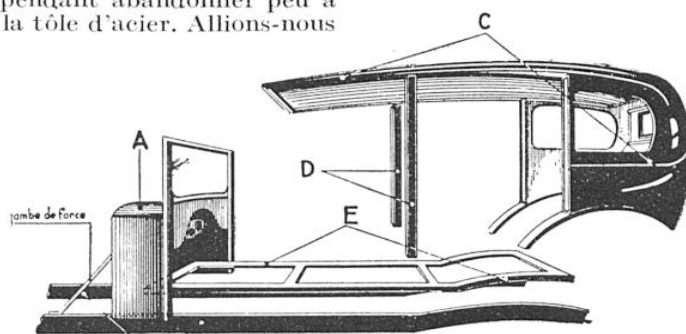


FIG. 1. — LA CARROSSERIE « SILENTBLOC » COMPREND QUATRE PARTIES PRINCIPALES (A, C, D, E) INDÉPENDANTES ET ASSEMBLÉES AU MOYEN DU « SILENTBLOC »

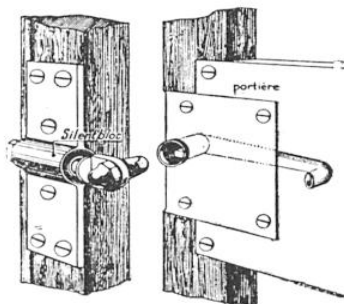
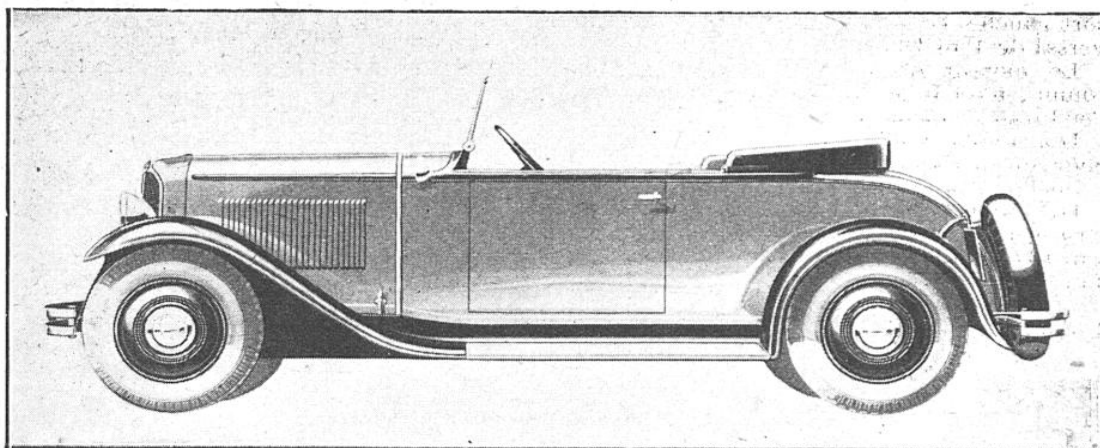


FIG. 2. — MONTAGE DE LA SERRURE AU MOYEN DU « SILENTBLOC »





ROADSTER « PRIMASTELLA » RENAULT

à toutes les déformations ; elle est silencieuse comme le cuir, grâce aux propriétés isolantes du Silentbloc, et résistante aux chocs comme une carrosserie tôle, dont elle a d'ailleurs l'aspect.

Mais elle revendique aussi une qualité bien à elle : sur la carrosserie Silentbloc, la peinture se conserve intacte, alors que des fissures, des craquelures apparaissent, hélas ! si souvent sur les carrosseries ordinaires, par exemple, sur la tôle d'auvent, à la naissance du pare-brise.

#### Les nouvelles voitures Renault 1932

EN dehors des modèles de 1931, qui sont continués en 1932, c'est-à-dire la belle série des Monastella, des Vivastella, des Nervastella et des Reinastella, Renault présente, cette année, des nouveautés intéressantes. Ce sont la Monaquatre, la Vivaquatre, la Primastella.

La Monaquatre, avec son moteur 4 cy-

lindres, 1.300 cmc de cylindrée, imposée seulement pour 7 ch, peut emporter aisément cinq personnes, confortablement assises. Le moteur est monté avec vilebrequin porté par deux paliers régulés, piston en aluminium à jupe fendue comportant trois segments de compression et un racleur d'huile.

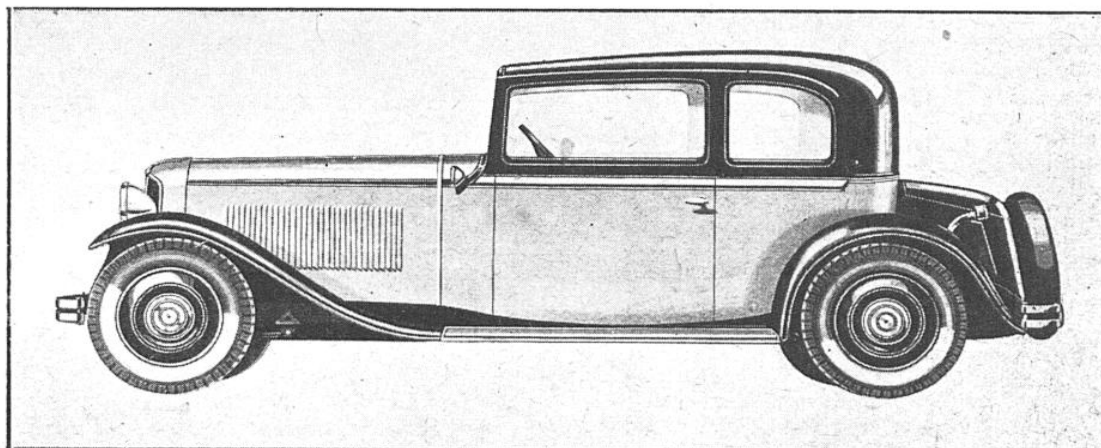
Les soupapes sont commandées par taquets à plateau. La distribution est entraînée par deux pignons et la pompe à huile actionnée par l'arbre à cames. Ventilateur, pompe à eau et dynamo sont mus par courroie sans fin en caoutchouc.

Le carburateur est un Zénith et l'allumage est demandé à la batterie.

L'embrayage est à disque unique, la boîte à trois vitesses et la transmission à rotule centrale.

Les freins sur les quatre roues sont de grand diamètre.

La suspension avant est à ressorts droits, avec attache élastique antishimmy au res-



BERLINE RENAULT « NERVASTELLA »



sort gauche. Le ressort arrière est un transversal de 1 m 188 de longueur.

Le moteur de la Vivaquatre est bien connu ; n'est-il pas vraiment le prototype de l'endurance même ?

Les remaniements apportés au châssis pour son entretoisement ont encore contribué à améliorer la tenue de route.

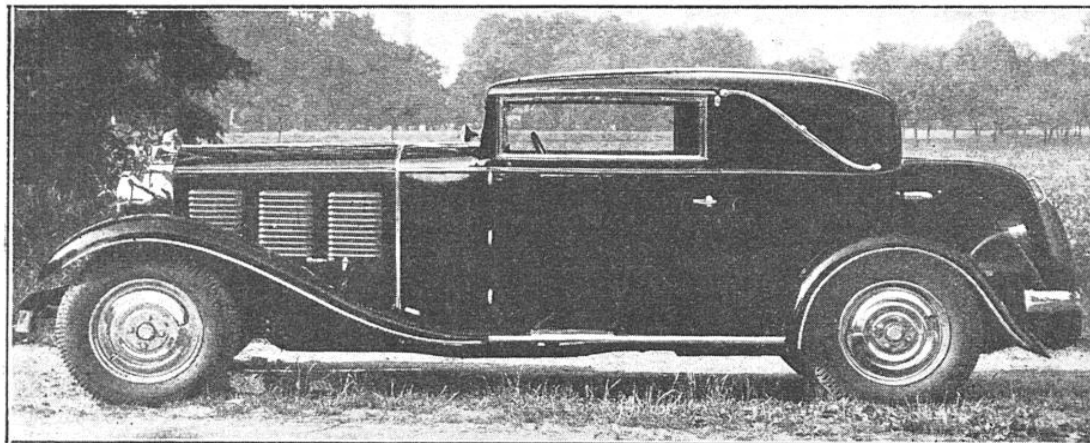
La voie très large de 1 m 440 a été conservée, mais l'empattement a été réduit de 3 m 107 à 2 m 907 pour les cinq places et de 3 m 347 à 3 m 147 pour les sept places. Cette réduction de l'empattement n'a en rien diminué les dimensions intérieures de la

### Les voitures Mathis 1932

**T**OUT le monde connaît la voiture Mathis, « l'automobile qui a étonné l'Amérique ». C'est la 6 ch PY, prototype de la conception du constructeur dont la formule : « le poids voilà l'ennemi », est restée célèbre.

Actuellement, les Mathis se classent en quatre groupes : les 4 cylindres, les 6 cylindres, les super-Mathis 6 et 8 cylindres et les véhicules industriels.

Il faut donc citer, en dehors de la 6 ch, toujours à l'honneur, la TY 5 ch, la 7 ch



LA VOITURE MATHIS 1932

caisse. Les emplacements de carrosserie sont de 2 m 752 pour cinq places et 2 m 992 pour sept places.

Le Primaquatre en circulation depuis de longs mois, et qui connaît si grande faveur, peut-être considéré comme châssis nouveau pour 1932.

Le châssis de la Primastella, de forme trapézoïdale surbaissée, est fortement entretoisé en X. Son empattement de 2 m 894 le rend très maniable, aussi bien en ville que sur la route. Sa voie est de 1 m 447 à l'avant et de 1 m 440 à l'arrière.

La cylindrée du moteur est celle des 15 ch 6 cylindres, qui équipent les Vivaquatre depuis plusieurs années, mais il est nouveau quant à sa présentation et à son exécution. C'est ainsi qu'il est muni d'un graissage sous pression, d'un épurateur d'huile et que les systèmes de commande de pompe à eau et de génératrice ont été modifiés. La pompe à eau et la génératrice sont actionnées maintenant par courroie.

Dotée d'une grosse surpuissance, ses reprises énergiques, ses accélérations foudroyantes et son agrément de conduite feront certainement de la Primastella la voiture du connaisseur. Elle est prévue pour dépasser 110 kilomètres à l'heure.

MYP, la 9 ch QMY, la 11 ch QGN. Les 6 cylindres, particulièrement bien au point, vont de 11 à 23 ch. Enfin, les super-Mathis représentent la voiture de grand luxe, sans toutefois comporter de poids inutile.

Recherchant toujours l'économie, Mathis a pensé, avec juste raison, que la roue libre ne devait pas être négligée. Aussi a-t-il adopté la boîte synchrobiflex à roue libre qui, sur un simple parcours Paris-Strasbourg, économise 50.000 tours du moteur, en même temps qu'elle procure la douceur de rouler débrayé et la facilité de changer de vitesse sans débrayer. Elle constitue à la fois un organe de confort et d'économie.

### Nouvel amortisseur à thermorégulation automatique

**L**ES amortisseurs dits hydrauliques ont, depuis longtemps, fait les preuves de leur efficacité parfaite. Cependant, une critique, d'ordre important, pouvait être formulée contre leur fonctionnement par temps froid. On sait que la température a, sur l'huile dont ils sont remplis, une influence considérable, diminuant sa fluidité par le froid, l'augmentant par la chaleur. Il en résultait que, lorsque la température n'était pas exactement celle sous laquelle les débits



d'huile avaient été réglés, l'amortisseur devenait, soit trop dur, soit trop doux.

Snubbers vient de parer à cet inconvénient grâce à son nouvel amortisseur à thermorégulation automatique, dont la création constitue un grand progrès dans la suspension de l'automobile.

On sait que le fonctionnement de tout amortisseur hydraulique est basé sur l'écoulement de l'huile sous pression à travers un faible orifice. En fait, considérant l'impossibilité de modifier la température de l'huile, Snubbers a songé à modifier automatiquement le diamètre des orifices par lesquels l'huile devait circuler.

Partant de ce principe, grâce à un thermostat bimétal, l'ouverture des orifices est automatiquement réglée de façon que, en hiver comme en été, un débit parfait et toujours égal soit assuré sans exiger du conducteur aucune attention.

D'autre part, un dispositif de pale à grande surface et de profil spécial fournit un freinage proportionnel à l'amplitude de la friction des ressorts de la voiture.

Sur de bonnes routes, et à petite allure, alors que les ressorts de la voiture fléchissent lentement et légèrement, l'ailette se déplace lentement, offrant une très légère résistance, et freine par conséquent au degré exact nécessaire par ces très légères ondulations de la route.

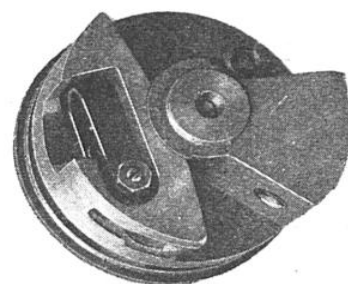
Sur mauvaises routes et à grandes vitesses, la rotation de l'ailette augmente automatiquement, en emmagasinant ainsi progressivement la puissance de freinage nécessaire qu'exige la suspension dans les conditions les plus désavantageuses.

Cette action est aussi simple que celle de tirer la rame d'une barquette dans l'eau. Tirez sur la rame lentement, la résistance dans l'eau sera légère; tirez sur la rame plus rapidement et la résistance augmentera en proportion directe de la vitesse. Frappez-la d'un coup de maillet, elle ne bougera même pas.

Tout est donc automatique dans cet amortisseur; il s'approprie de la façon la plus rationnelle pour donner en toutes circonstances une suspension et une tenue de route parfaites.

Les fuites d'huile sont rendues impossibles par la création d'une chambre à basse pression, dans laquelle l'huile qui pourrait

échapper à la haute pression du corps principal se trouve, par un ingénieux dispositif de succion, reprise automatiquement et purifiée par un filtre placé entre les chambres de réserve et de compression. Ceci évite de devoir remplacer le liquide de l'amortisseur.



L'AMORTISSEUR SNUBBERS

### Le super-huilage des moteurs d'automobiles

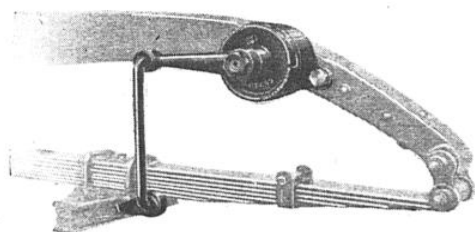
Nous avons montré déjà (*La Science et la Vie*, n° 169, page 78) pourquoi il était nécessaire de graisser la partie supérieure des moteurs et que la seule façon d'aboutir aisément à ce résultat consistait à mélanger l'huile à l'essence. Mais ceci exige l'utilisation d'un produit d'une pureté absolue, sous peine de se trouver arrêté par un énorme encrassement des soupapes, des segments et des bougies.

L'« Empire Oil », dont la pureté atteint 100 %, se mélange instantanément à l'essence, formant un tout homogène, permet de résoudre pratiquement cet important problème et donne au moteur une souplesse remarquable en même temps qu'elle assure une économie appréciable dans la consommation du carburant.

### A propos du Vélocar

Nous avons signalé déjà la petite voiture munie d'un moteur de 3 ch (puissance fiscale 1 ch), qui permet d'effectuer d'agréables promenades sans fatigue, à la vitesse de 30 kilomètres à l'heure, donc sans danger. Rappelons, à ce propos, que le Vélocar, né depuis quelques années, constitue également un agréable moyen de transport. On sait qu'il est constitué par un châssis à quatre roues, muni d'une carrosserie et de pédales qui permettent à deux personnes, confortablement assises, d'assurer la propulsion de l'appareil. Dérivés de ce premier type, différents modèles ont été établis. Mentionnons la « fourgonnette » pour les livraisons en ville, le « sidapédal », sidecar muni d'un pédalier qui s'adapte à la bicyclette et permet au compagnon de route de participer à l'effort du cycliste, la « remorque familiale » à deux places et deux pédaliers, qui se place derrière la bicyclette sans obliger le cycliste à augmenter son effort. Grâce au changement de vitesse faisant varier la multiplication, les côtes sont montées avec la plus grande facilité.

J. M.



AMORTISSEUR SNUBBERS MONTÉ



## LES A CÔTÉ DE LA SCIENCE

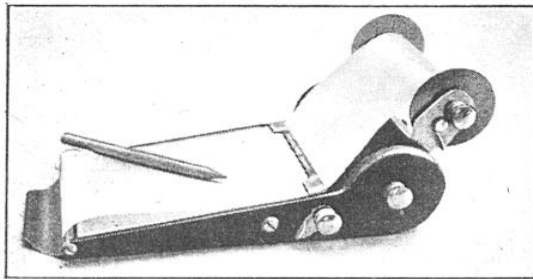
### INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

#### *Un bloc-notes à écriture continue*

**L**ES blocs-notes comportent habituellement un certain nombre de feuillets assemblés de diverses manières.

Il arrive souvent qu'un feuillet soit insuffisant pour prendre une note d'une certaine longueur, ce qui conduit à utiliser plusieurs



ENSEMBLE DU BLOC-NOTES A DÉROULEMENT CONTINU DU PAPIER

feuillet ; d'autre part, il arrive fréquemment aussi que l'on ait à noter que quelques lignes sur un feuillet de bloc, ce qui constitue un gaspillage.

La conservation d'une note sur plusieurs feuilles exige, pour le bon ordre, l'assemblage de celles-ci ; il en résulte immédiatement que la lecture ou la copie d'une telle note est moins commode que si elle était sur une page unique qui, si elle dépasse une certaine dimension, peut être pliée ou roulée.

En outre, les pages des blocs existants s'écornent vite et les blocs s'égarent facilement parmi les autres papiers.

Avec ce nouveau bloc-notes, aucun de ces inconvénients ne subsiste. La simple rotation d'un bouton permet l'avancement d'une bande de papier qui peut être amenée à toute longueur et découpée ensuite sur une règle appropriée ; cette bande non découpée peut être rappelée à l'intérieur à volonté pour compulsion des notes écrites.

Un rouleau amovible se place facilement à la partie supérieure et permet l'enroulement et le déroulement à volonté de la bande de papier.

Grâce à cette disposition, il peut être utilisé d'une façon pratique par les sténos-dactylos pour leur prise de dictée et la recopie à la

machine ; dans le petit commerce, il est susceptible de faciliter la comptabilité ou l'enregistrement de différentes opérations telles que inscriptions des débits, recettes, commandes, etc.

Des bobines de papier, spécialement réglées, peuvent être établies pour tous ces usages.

Des bobines à papier double et carbone sont aussi prévues.

Le remplacement des bobines se fait facilement par ouverture du boîtier par simple pression sur un bouton placé à la partie supérieure.

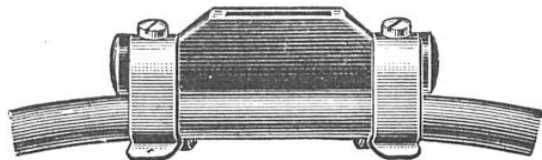
Par ses multiples applications, cet appareil, simple et robuste, est appelé à rendre aux hommes d'affaires, commerçants, sténos-dactylos, etc., d'appréciables services.

#### *Nouveau contrôleur vérificateur d'allumage pour automobiles*

**G**RAND est l'embarras d'un automobiliste lorsqu'il s'aperçoit que son moteur ne « rend » pas. Si ses premiers soupçons se portent naturellement sur l'allumage, il lui est bien difficile de les justifier sans un examen approfondi et bien trop compliqué par rapport à cette opération si simple qui consiste à changer une bougie. Grâce à un nouveau contrôleur vérificateur d'allumage, il est possible de surveiller constamment le fonctionnement de la magnéto et des bougies.

Il consiste en un petit tube lumineux (1), enfermé dans une petite capsule d'ébonite que l'on fixe, à l'aide de deux pinces à ressort, directement sur l'enveloppe isolante du fil de bougie. De cette manière, le contrôleur n'a donc aucune liaison électrique avec l'âme du câble, à la différence de certains appareils utilisant également des tubes lumineux, mais qui, connectés avec le circuit d'allumage, se trouvent ainsi sous tension. Il ne diminue donc en rien la puissance de

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 144, page 447.



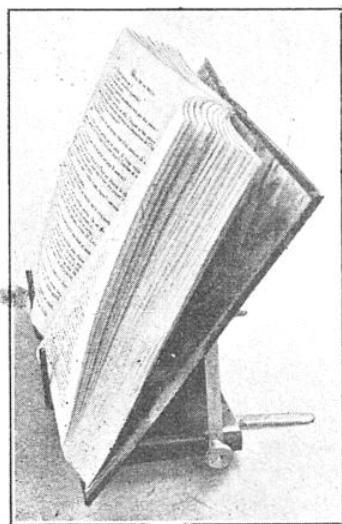
LE CONTRÔLEUR D'ALLUMAGE POUR AUTOS



l'étincelle et peut rester, sans aucun inconvénient, fixé à demeure sur le fil de bougie. Dans certains cas, par exemple pour les motocyclettes, le contrôleur d'allumage est associé directement à la cosse du câble, pour ne former qu'un avec celle-ci ; le tube lumineux est ainsi encastré dans la partie isolante de la cosse. Pour chaque cylindre, il faut donc disposer un contrôleur sur le fil d'allumage correspondant ; dans le cas des moteurs monocylindriques, il faut relier une des pinces à ressort à la masse ; dans le cas des moteurs polycylindriques, il suffit de relier les pinces des différents contrôleurs entre elles par un simple fil métallique fourni avec les appareils. D'un seul coup d'œil, l'automobiliste le plus novice peut voir si, dans chaque cylindre, l'allumage fonctionne bien, mal ou pas du tout. Ce petit appareil, d'un fonctionnement si simple, est appelé à rendre de grands services, non seulement en automobile, mais encore en aviation.

### *Appui-livres à dossier réglable*

**L**a lecture est un des passe-temps les plus agréables, pourvu, toutefois, qu'elle soit faite dans des conditions de confort suffisantes. Notamment, il est fastidieux de tenir son livre à la main si on veut l'incliner de façon à conserver le buste droit. Cette précaution est particulièrement importante pour les adolescents dont la formation n'est pas terminée. Le livre d'études, d'après lequel on travaille, doit donc être incliné. Le support ci-dessous, à dossier réglable, résout élégamment ce petit problème de la vie quotidienne. Coposé d'une planchette en acajou ou en hêtre l'appareil comprend un cadre nickelé



L'APPUI-LIVRES PEUT ÊTRE RÉGLÉ À L'INCLINAISON VOULUE

dont l'inclinaison peut être réglée au moyen de deux vis. A l'avant, deux tiges retiennent le livre et empêchent les feuillets de tourner tout seuls. Lire au lit, ou dans son bain, devient donc également très aisé.

La dactylographe peut l'utiliser pour placer son bloc. Enfin, en mettant un morceau de carton, on peut transformer l'ap-



COMMENT ON PLACE LA COUVERTURE ÉLECTRIQUE

pui-livres en porte-musique pratique. Peu encombrant, replié, l'appareil tient aisément dans une poche.

### *La couverture électrique chauffante améliore l'hygiène du sommeil*

**A**u moment où, fatigué par une longue journée de travail, on songe à prendre un repos bien mérité, est-il une sensation plus pénible en hiver que le contact d'un lit humide et froid ? Le corps fatigué, donc dans un état de moindre résistance, est exposé ainsi chaque jour à un refroidissement malsain qui, s'il n'est pas à l'origine d'une mauvaise grippe, peut, du moins, être la cause principale de son aggravation. Jusqu'à présent, faute de mieux, le seul remède consistait dans l'emploi de bouillottes, briques et « chauffe-lits » divers, peu pratiques et encombrants, dont l'action était, soit exagérée, pouvant provoquer des brûlures, soit insuffisante, favorisant encore les refroidissements. Aujourd'hui, c'est encore l'électricité qui va nous apporter une solution rationnelle de ce problème.

La couverture chauffante, dont nous donnons à la page suivante la photographie, fait rayonner de façon continue une chaleur modérée et uniforme ; ses dimensions : 1 m 20 sur 0 m 80, permettent de chauffer simultanément tout le corps. Il suffit de l'étendre sur le lit et de la brancher sur une prise de courant, comme une lampe ordinaire, pour qu'en l'espace d'environ une demi-heure, toute la surface utile du lit soit portée à une température uniforme comprise entre 35 et 40 degrés. Il n'y a aucun inconvénient à laisser ensuite la couverture branchée, même pendant plusieurs heures consécutives, sans surveillance ni réglage : la température ne peut s'élever au-dessus de cette valeur et aucun danger de brûlure n'est à craindre.

La puissance consommée par la couverture est à peu près la même que celle d'une

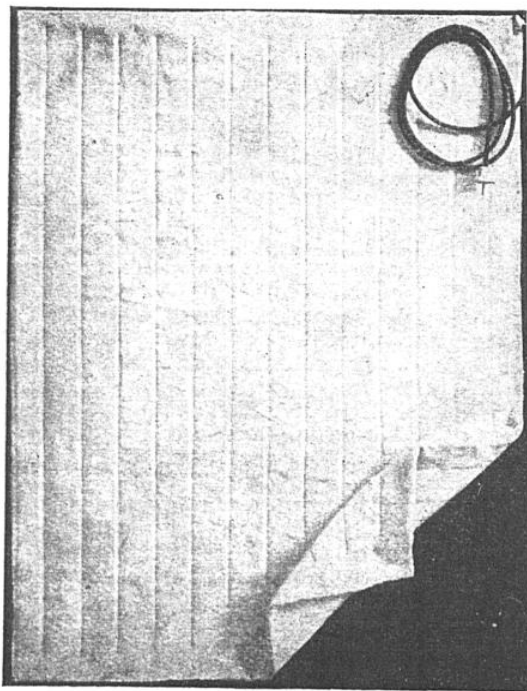


lampe électrique ordinaire de 60 bougies, c'est dire qu'elle ne nécessite aucune modification dans les installations électriques existantes, quelle que soit la puissance du comp-teur. Grâce à son système de fabrication, il n'y a aucun danger de court-circuit. Légère et souple, cette couverture a donné toute satisfaction dans un certain nombre d'hôpi-taux et de maisons de santé, où elle rend de grands services toutes les fois qu'il y a inté-rêt à stimuler la circulation par un apport de chaleur constant et régulier, notamment après une opération chirurgicale. Par l'amé-lioration qu'elle apporte à l'hygiène du sommeil, la couverture chauffante sera également appréciée des bien portants.

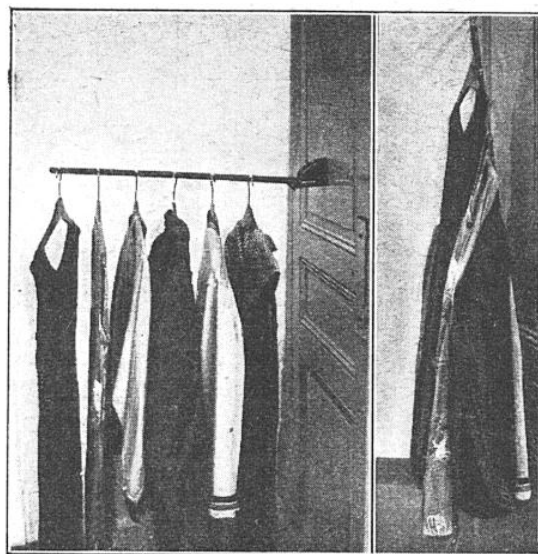
### *Voici un porte-habits peu encombrant*

**I**L n'est pas toujours facile de transformer un placard en penderie pour vêtements. De même, l'armoire est, le plus souvent, trop encombrée pour en distraire une partie à cet usage. Cependant, cela est toujours possible aujourd'hui, grâce au porte-vête-ments représenté par les deux photographies ci-contre : à gauche, dans sa position hori-zontale, à droite, dans sa position verticale.

Cet appareil se compose, en effet, d'une barre munie d'encoques et articulée, à son extrémité, sur un axe faisant partie d'un sec-teur métallique denté. Ce secteur étant sim-



LA COUVERTURE ÉLECTRIQUE CHAUFFANTE



LE PORTE-HABITS « KÉPLA » : A GAUCHE, OUVERT ; A DROITE, REPLIÉ

plement vissé contre une porte, on peut amener la barre dans une position horizontale afin d'y placer aisément le porte-habits. En la faisant pivoter, on la rend presque verti-cale et un cliquet, prenant appui sur les dents du secteur, l'empêche de retomber. Dans cette position, les vêtements s'appuient légère-ment les uns contre les autres, sans se froi-ser, et l'encombrement devient presque nul. On peut, d'ailleurs, au moyen d'une housse, les cacher à la vue et les protéger de la pous-sière.

Rien de plus simple que d'organiser ainsi un vestiaire dans un espace restreint.

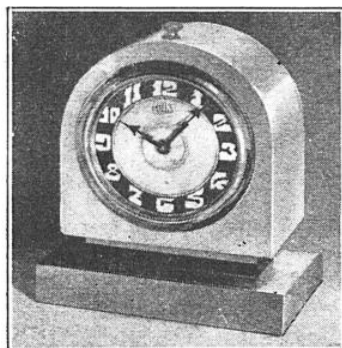
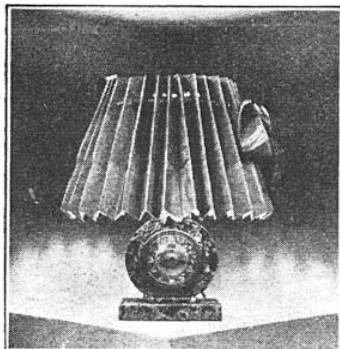
### *Une pendulette électrique fonctionnant sur le secteur*

**L'**HORLOGERIE électrique modernes'oriente nettement vers la construction de pen-dules se branchant sur le courant du secteur et, pour des raisons d'ordre tech-nique et économique, sur le courant alterna-tif seulement. Nous devons signaler dans ce domaine une réalisation intéressante : une pendulette électrique de petite dimension, constituant en même temps un réveil électri-que. Voici le principe de son fonctionnement :

Un petit moteur rigoureusement silen-cieux remonte le ressort principal et le main-tient ensuite toujours à la même tension. A cet effet, un frein, fonctionnant automatique-ment, règle la vitesse du moteur de telle manière que le ressort se remonte toujours d'une quantité égale à celle dont il se déroule pour faire marcher l'échappement. Cet effort constant sur l'échappement, joint



à l'influence pratiquement nulle des variations sur celui-ci, assure une tenue de réglage hors pair. Possédant un balancier circulaire, il n'est pas nécessaire de mettre cet appareil d'aplomb.



VOICI TROIS MODÈLES DE PENDULETTES ÉLECTRIQUES : LA PENDULETTE LAMPE ; LA PENDULETTE RÉVEIL ; LA PENDULETTE MURALE

Le dispositif de déclenchement de la sonnerie est d'une simplicité remarquable et d'une sûreté absolue de marche. La durée de la sonnerie est d'une minute, l'appareil s'arrêtant de sonner de lui-même au bout de cette minute. Un bouton, très accessible, permet de l'arrêter à volonté. De plus, le même bouton permet d'empêcher complètement le dispositif sonnerie de fonctionner.

Cet appareil ne comporte aucune complication électrique : pas de contact, pas de batterie, qui puissent compromettre sa marche. En cas d'interruption de courant, l'appareil continué à marcher pendant de nombreuses heures. Ajoutons que sa consommation d'énergie

électrique est parfaitement négligeable.

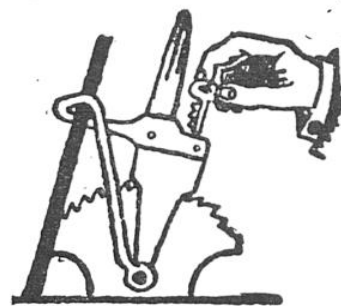
Montée en lampe, cette pendulette permet une combinaison des plus originales. La lampe peut être allumée et éteinte par l'intermédiaire d'un interrupteur se trouvant sur le fil, comme pour une lampe ordi-

naire. De plus, elle s'allume automatiquement le matin lorsque le réveil sonne, vous réveillant ainsi à la fois, par le son et la lumière, sans avoir jamais besoin de la remonter ou de s'en occuper de quelque manière que ce soit. Un bouton placé sur l'appareil permet, à volonté, d'empêcher l'allumage automatique de la lampe, le réveil continuant à fonctionner sans que celle-ci s'allume.

La présentation artistique de ces pendulettes et lampes en fait des objets aussi pratiques qu'agréables.

### Dispositif de sécurité pour autos

LE nouveau garde-autos, visible ci-dessous, remédie aux inconvénients inhérents au défaut de blocage des freins et protège, de plus, le véhicule contre le vol, empêchant même son déplacement et son remorquage. Il consiste en un levier auxiliaire, qui vient, lorsqu'on le désire, maintenir le levier de frein à sa position de serrage. Pour cela, le déplacement de ce levier auxiliaire sur un secteur denté s'effectue librement d'avant en arrière, tandis que le mouvement inverse, libérant le frein, n'est possible que par l'introduction d'une clef, dont la forme est différente pour chaque appareil. Ainsi, à l'arrêt, la manœuvre de blocage est des plus simples. La serrure de sûreté rend, d'autre part, le dispositif inviolable. La mise en place du secteur denté est extrêmement rapide, puisque le travail se limite à la pose de deux boulons. Le levier auxiliaire, très robuste pour résister aux efforts, ne gêne en rien les manœuvres habituelles.



DISPOSITIF DE BLOCAGE DES FREINS

Ce dispositif s'étend à tous les moteurs comportant des leviers et, en particulier, aux canots automobiles. V. RUBOR.

### Adresses utiles pour les « A Côté de la Science »

Bloc à écriture continue : M. JEAN SAYE, 31, rue du Sommerard, Paris.

Contrôleur d'allumage : MOTEURS « RAJEUNI », 119, rue Saint-Maur, Paris (11°).

Appui-livres : M. BLEUZE, 43, rue des Couronnes, Paris.

Couverture électrique : ÉTABLISSEMENTS A. ABKIN 95, boulevard Soult, Paris (12°).

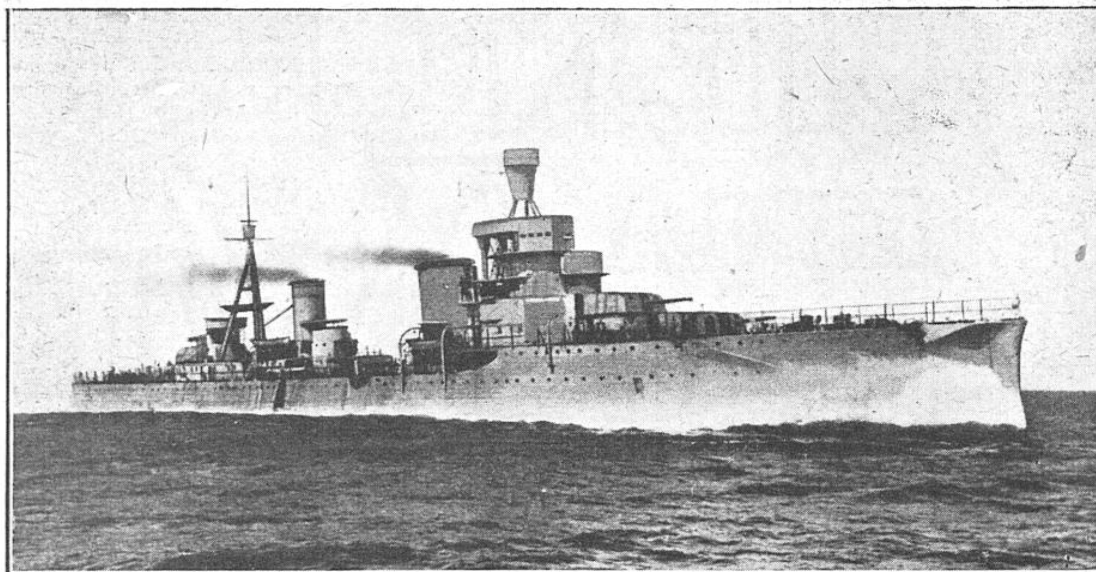
Porte-habits : ÉTABLISSEMENTS BRUNEAU-HOIRY, 32, rue Titon, Paris (11°).

Pendulette électrique : SOCIÉTÉ INDUSTRIELLE D'HORLOGERIE ET D'APPAREILS ÉLECTRIQUES, 10, rue des Messageries, Paris.

Sécurité sur autos : M. CAMIA, 5, rue Colbert, Marseille.



## LE PROGRAMME NAVAL DE L'ITALIE



CROISEUR LÉGER ITALIEN « ALBERTO DI GIUSSANO », DE LA SÉRIE DES « CONDOTTIERI », PHOTOGRAPHIÉ AU COURS DES 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).

La photographie ci-dessus, prise au cours des derniers essais, représente le croiseur léger italien *Alberto di Giussano*, de la série des « condottieri ». Par suite d'une substitution de clichés, dans l'article sur la marine italienne paru dans le dernier numéro (172) de *La Science et la Vie*, à la page 302,

la légende concernant ce croiseur moderne figure sous la photographie d'un des quatre anciens cuirassés encore en service. C'est le *Giulio Cesare*, armé de treize pièces de 305 en trois tourelles triples et deux doubles, de dix-huit canons de 120 et de dix-neuf de 76.

## TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

## FRANCE ET COLONIES

|                                   |                    |                        |                    |
|-----------------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|
| Envois simplement affranchis..... | { 1 an..... 45 fr. | Envois recommandés.... | { 1 an..... 55 fr. |
|                                   | { 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 affranchis..... | { 1 an..... 80 fr. | Envois recommandés.... | { 1 an..... 100 fr. |
|                                   | { 6 mois... 41 —   |                        | { 6 mois.. 50 —     |

Pour les autres pays :

|                                   |                    |                        |                    |
|-----------------------------------|--------------------|------------------------|--------------------|
| Envois simplement affranchis..... | { 1 an..... 70 fr. | Envois recommandés.... | { 1 an..... 90 fr. |
|                                   | { 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<sup>e</sup>  
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

Directeur : G. BOURREY. — Gérant : M. LAMY.

Paris. — Imp. HÉMERY, 18, rue d'Enghien.