

Conditions d'utilisation des contenus du Conservatoire numérique

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

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

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

- la réutilisation non commerciale de ces contenus est libre et gratuite dans le respect de la législation en vigueur ; la mention de source doit être maintenue ([Cnum - Conservatoire numérique des Arts et Métiers - http://cnum.cnam.fr](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 possible d'une amende prévue par la loi du 17 juillet 1978.

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

NOTICE BIBLIOGRAPHIQUE

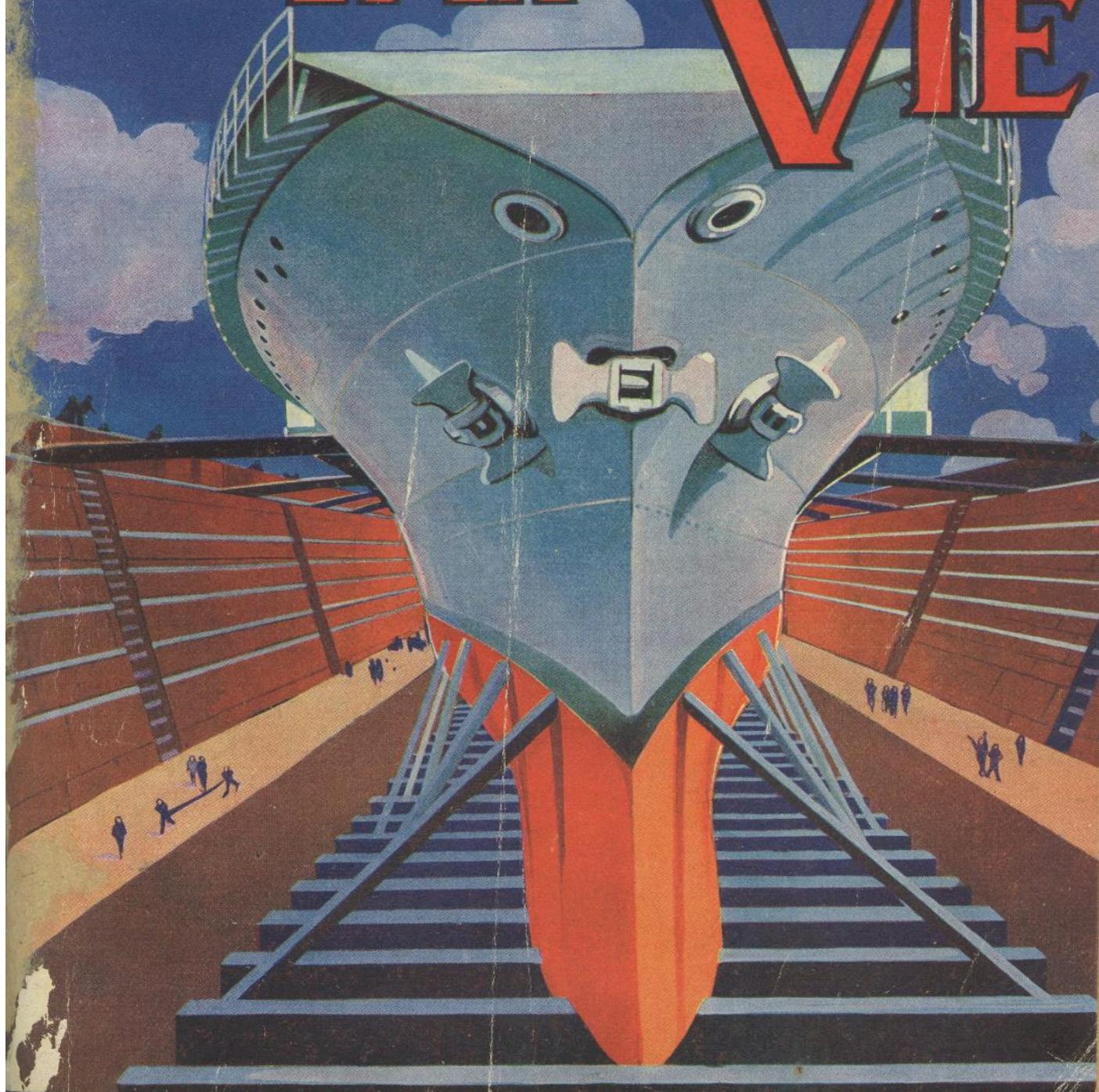
Notice de la Revue	
Auteur(s) ou collectivité(s)	La science et la vie
Auteur(s)	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Adresse	Paris : La science et la vie, 1913-1945
Collation	339 vol. : ill. ; 24 cm
Cote	SCI.VIE
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Note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

Notice du Volume	
Auteur(s) volume	[s.n.]
Titre	La science et la vie
Volume	Tome 37. n. 156. Juin 1930
Adresse	Paris : La Science et la Vie, 1930
Collation	1 vol. (p. [441]-535) : ill., couv. ill. en coul. ; 24 cm
Cote	SCI. VIE 156
Sujet(s)	Sciences -- Vulgarisation Culture scientifique et technique Presse scientifique
Thématique(s)	Généralités scientifiques et vulgarisation
Typologie	Revue
Note	Le volume a été relié, par conséquent il manque la 3ème et 4ème de couverture.
Langue	Français
Date de mise en ligne	10/12/2019
Date de génération du PDF	05/12/2019
Permalien	http://cnum.cnam.fr/redir?SCVIE.156

France et Colonies : 4 fr.

N° 156. - Juin 1930

LA SCIENCE ET LA VIE





le nouveau transformateur BARDON

Extrait d'un
Procès-verbal
du Laboratoire
des Arts et Métiers

Un microphone du haut parleur d'Essais a été placé à une distance fixe du haut parleur et on a mesuré par une méthode de rapport entre les intensités des sons simples émis dans les 2 cas par le haut parleur pour différentes fréquences.

Résultats

Fréquences

80 périodes par secondes
100
125
150
200
250
300
400
500
600
700
800
900
1000

Les résultats obtenus dans ces conditions sont les suivants : Rapport entre l'intensité des sons avec amplification basse fréquence et sans amplification basse fréquence

Transformateur N°1

19,9
21,35
32,2
35,4
39,35
29,4
39,7
40,1
40
40
41,8
40
38,7
40,25

Transformateur N°2

24
30,5
50
61
60,5
63,2
62,6
58
56,2
55,3
60,2
58
44,5
30,55

Le Chef du Service
des Essais de Physique,
J. [Signature]



NOTICE FRANCO SUR DEMANDE

ETABL ts BARDON
61, boulevard Jean-Jaurès, 61 - CLICHY (Seine)

Pub. A. GIORGI

SOMMAIRE

(JUIN 1930)

Tome XXXVII.

La cellule photoélectrique et ses applications modernes : film sonore et télévision. C'est une belle découverte de la physique moderne..

Louis Dunoyer. 443
Professeur à la Sorbonne.

L'électricité est de plus en plus utilisée pour le chauffage et la cuisine. C'est une application pratique de la science à la vie courante

Jean Bodet 453
Ancien élève de l'École Polytechnique, ingén. E.S.E.

Le monde stellaire révélé par l'astrophysique. Nous savons maintenant comment vit, naît et meurt un monde.

L. Houllevigue. 459
Professeur à la Faculté des Sciences de Marseille.

Un programme naval fait appel à des considérations techniques, tactiques, économiques, que chacun doit connaître

C. Hériac 465

Les centrales électriques souterraines

L.-D. Foucault 476

Le bassin des carènes. Comment on y détermine scientifiquement la résistance des carènes à l'avancement. C'est un véritable laboratoire où l'on recherche les formes de demain.

C. Chairé 481

La France est le pays du monde le plus riche en eaux minérales. Voilà un domaine scientifique que doit connaître le monde entier.

Charles Brachet 488

Grâce au béton translucide, la lumière du jour peut être répandue à profusion.

Jean Marival 502

Comment on exploite les transports en commun dans une grande ville moderne. Ce que la S. T. C. R. P. a réalisé, ce qu'elle réalisera demain. Une organisation technique unique au monde

Jean Bodet 508
Ancien élève de l'École Polytechnique, ingen. E.S.E.

Deux avions géants

J. B. 516

La T. S. F. et la vie.

Jean Quinet 518
Ingénieur E. S. E.

Les A côté de la science (Inventions, découvertes et curiosités)

V. Rubor 522

Isolons nos habitations

J. M. 526

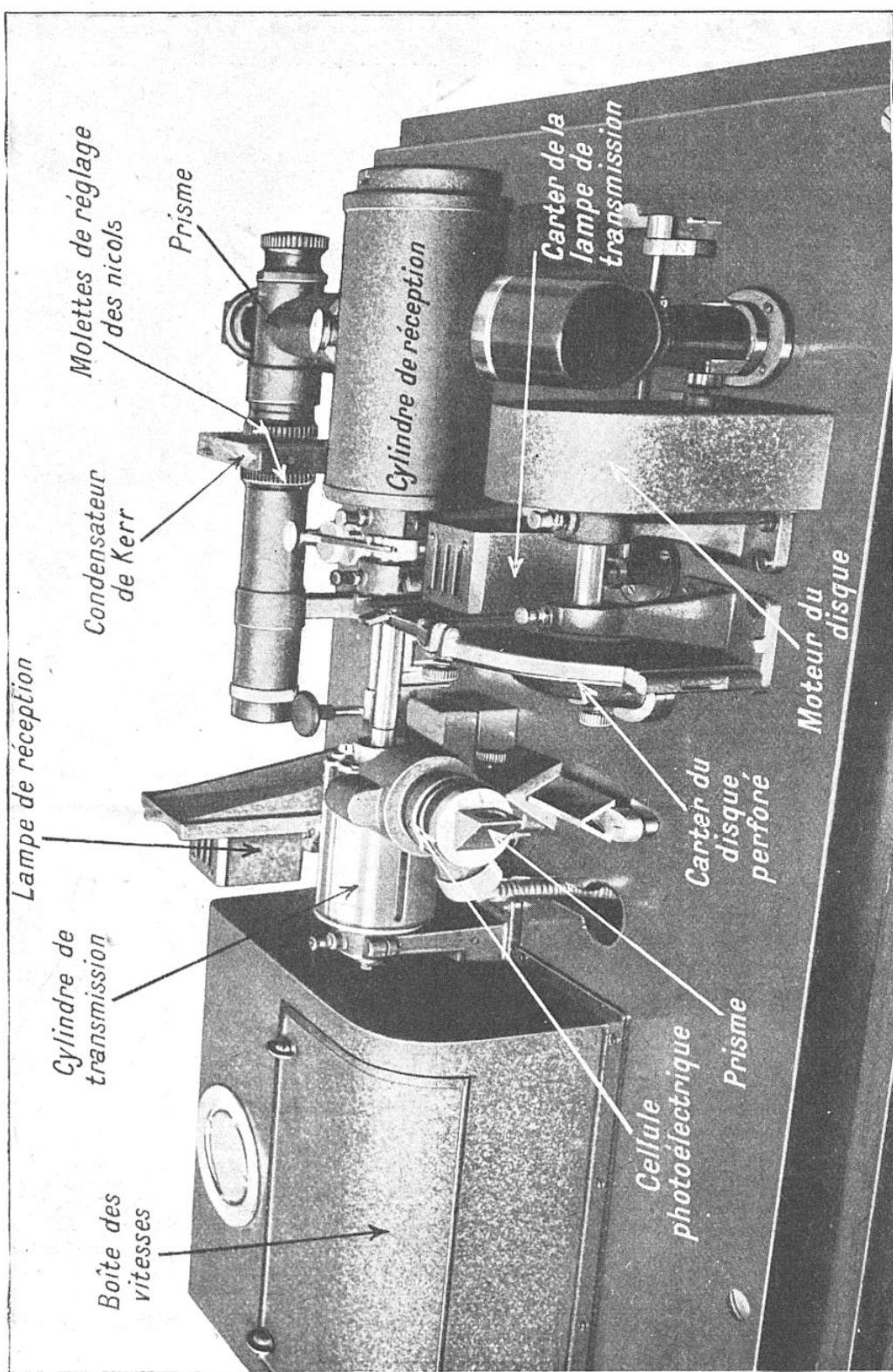
Chez les éditeurs

J. M. 528

Dans la navigation maritime comme dans la navigation aérienne, l'évolution au point de vue de la forme des mobiles (avion ou navire) dans un fluide (air ou eau), est conditionnée par les recherches expérimentales dans les laboratoires de mécanique. Nous avons vu, par ailleurs, les progrès réalisés au point de vue de la « finesse » des avions (1) et il nous a paru opportun d'exposer les travaux accomplis, dans le même esprit, en ce qui concerne les navires. Non seulement la forme des carènes a évolué, mais encore celle de la superstructure. Témoin le « Lexington », ce fameux navire porte-avions de la marine américaine (2) qui est loin de présenter aujourd'hui la silhouette classique des navires d'autan. L'aviation a, en effet, imposé aux bâtiments des modifications « morphologiques », dont la couverture du présent numéro, qui représente le « Lexington », suffit à mettre en évidence l'originalité. (Voir l'article sur les carènes, page 481 de ce numéro.)

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

(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 153, page 235.



UNE APPLICATION INTÉRESSANTE DE LA CELLULE PHOTOÉLECTRIQUE : ENSEMBLE DES ORGANES TRANSMETTEURS ET RÉCEPTEURS DU SYSTÈME SIEMENS-KAROLUS-TELEFUNKEN, POUR LA TRANSMISSION TÉLÉGRAPHIQUE DES IMAGES PHOTOGRAPHIQUES

LA SCIENCE ET LA VIE

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

Rédigé et illustré pour être compris de tous

Voir le tarif des abonnements à la fin de la partie rédactionnelle du numéro
(Chèques postaux : N° 91-07 - Paris)

RÉDACTION, ADMINISTRATION et PUBLICITÉ : 13, rue d'Enghien, PARIS-X^e — Téléph. : Provence 15-22

Tous droits de reproduction, de traduction et d'adaptation réservés pour tous pays.
Copyright by La Science et la Vie, Juin 1930 - R. C. Seine 116.544

Tome XXXVII

Juin 1930

Numéro 156

LA CELLULE PHOTOÉLECTRIQUE ET SES APPLICATIONS INDUSTRIELLES : FILM SONORE ET TÉLÉVISION

Par Louis DUNOYER

PROFESSEUR A LA SORBONNE (INSTITUT D'OPTIQUE)

Lorsqu'une radiation — visible ou invisible — frappe un métal, elle provoque l'expulsion de charges électriques négatives qu'on appelle aujourd'hui électrons (1). Ce phénomène a été découvert par le physicien allemand Hertz, il y aura bientôt cinquante ans (1887). Sans développer dans cette introduction les considérations théoriques qui ont bouleversé la physique moderne, nous pouvons affirmer de suite que ce phénomène a donné lieu à des applications pratiques aussi récentes que sensationnelles. Si, par exemple, on constitue une ampoule électrique avec une électrode négative (cathode), formée d'une couche métallique sensible, et une électrode positive (anode), placée en regard, à une certaine distance, un faisceau lumineux tombant sur la cathode provoquera dans l'ampoule le passage d'un courant électrique mesurable, si certaines conditions sont remplies, comme on le verra dans l'article ci-dessous. C'est sur ce principe, présenté ici de la façon la plus élémentaire, qu'ont été réalisées les cellules sensibles qui ont donné naissance, elles-mêmes, aux applications les plus variées. M. Dunoyer, professeur à la Sorbonne, qui s'occupe depuis de longues années de la préparation et des propriétés des cellules photoélectriques, a bien voulu présenter, sous une forme accessible à tous, les merveilles engendrées par cette découverte. Ce sont, notamment, les applications de la cellule photoélectrique à la mesure des éclairages (photométrie) et qui sont adoptées aujourd'hui par l'industrie (comparaison des sources lumineuses, etc.). C'est ensuite la comparaison des émulsions photographiques, au point de vue de leur sensibilité ; c'est, enfin, l'application la plus sensationnelle, celle qui a donné naissance au film sonore (2), comme l'auteur l'a expliqué magistralement au cours de cette étude. Demain, la télévision elle-même, qui fait l'objet de recherches minutieuses dans les différents pays, devra, sans doute, sa mise au point pratique aux perfectionnements apportés à la cellule photoélectrique.

ORSQUE l'illustre physicien allemand Hertz découvrit le phénomène qui est à la base du fonctionnement des cellules appelées aujourd'hui cellules photoélectriques, il ne pouvait, évidemment, avoir aucune idée du prodigieux développement que devaient prendre ces appareils, trente-cinq ans après sa mort, dans presque toutes les branches de l'activité humaine. Ce phénomène remarquable consistait en une

émission de charges négatives (nous dirions aujourd'hui d'électrons), de la part d'une surface métallique éclairée. Grâce aux recherches de nombreux savants, les cellules photoélectriques se sont répandues très rapidement dans le cours de ces dernières années, aussi bien les cellules sensibles à la lumière visible, que celles sensibles seulement aux radiations infrarouges ou ultraviolettes.

Les cellules photoélectriques aux métaux alcalins, sensibles à la lumière visible, seront les seules dont nous allons montrer ici les

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 149, page 379.

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

principales propriétés et les diverses applications, laissant délibérément de côté, malgré le grand intérêt qu'elles pourront bientôt présenter en radiothérapie, les cellules photoélectriques au zinc, au magnésium ou au cadmium, sensibles seulement aux rayons ultraviolets, ainsi que celles sensibles aux rayons infrarouges déjà étudiées ici-même (1).

Qu'est-ce qu'une cellule photoélectrique ?

Une cellule photoélectrique à métal alcalin est essentiellement constituée par une ampoule en verre ou quelquefois en quartz, dans laquelle deux électrodes pénètrent par des scellements étanches. L'une d'elles, qui sert de cathode, est en contact, à l'intérieur de l'ampoule, avec la couche de métal sensible déposée sur une partie de la paroi. L'autre électrode forme l'anode, à quelque distance de la cathode. Elle est reliée au pôle positif d'une source de courant continu, batterie de piles ou d'accumulateurs, dynamo, etc., tandis que la cathode est reliée au pôle négatif. Si la différence de potentiel n'est pas trop grande, la cellule est parfaitement isolante dans l'obscurité. Dès qu'on éclaire le métal alcalin, un courant passe, et son sens est celui qui correspond à l'émission de charges négatives ou d'électrons par le métal alcalin. L'intensité de ce courant est d'autant plus grande que le flux lumineux, reçu par le métal alcalin, est lui-même plus intense.

Pour préparer une cellule photoélectrique, il faut commencer par y déposer la couche de métal alcalin. Cette opération s'effectue dans un vide rigoureux afin d'éliminer toute trace d'eau. Le métal est introduit le plus souvent par distillation.

Il faut ensuite éliminer complètement le métal des parties de la paroi par où la lumière doit pénétrer dans la cellule, et de celles qui doivent assurer l'isolement parfait de l'anode. Cela s'obtient, soit pendant, soit après la distillation, en chauffant ces parties, de manière à en chasser le métal alcalin qui va se condenser sur les autres maintenues froides.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 141, page 177.

Il existe différents types de cellules photoélectriques. La forme la plus couramment employée, jusqu'à ces dernières années, était la forme sphérique, la lumière pénétrant par une petite fenêtre réservée sur la paroi. L'anode était constituée par un fil, souvent terminé par un anneau parallèle à la fenêtre (fig. 1).

La figure 2 représente une cellule fabriquée sous le nom de « osram photocell ». Le métal alcalin y forme une couche plane à quelques centimètres d'une toile métallique fine formant l'anode. La lumière pénètre par l'hémisphère supérieur, entièrement transparent. Enfin, la figure 3 représente une cellule hémisphérique, étudiée par nous-même, et construite par la Société française SCAD. A l'inverse des cellules osram, la couche de métal alcalin, d'ailleurs très mince, repose sur tout l'hémisphère inférieur. La lumière pénètre par la fenêtre plane qui ferme la cellule suivant un plan équatorial. L'anode est, en général, un simple fil, situé à quelques millimètres de cette fenêtre.

Les nombreuses et surprenantes propriétés des cellules

Pour fixer les idées sur l'ordre de grandeur du phénomène, prenons pour exemple une lampe de 100 bougies à filament de tungstène en atmosphère gazeuse (lampe demi-watt), disposée à 1 mètre d'une cellule munie d'une fenêtre de 1 centimètre carré. Le courant peut atteindre dans ces conditions, $2,5 \times 10^{-9}$ ampères. Le courant qui traverse la lampe de 100 bougies est environ deux milliards de fois plus grand que ce courant photoélectrique.

On peut obtenir un courant de dix à vingt fois plus grand en sensibilisant la couche métallique par un procédé imaginé par deux savants allemands, Elster et Geitel, dont les travaux, déjà anciens, ont beaucoup contribué à la création des cellules photoélectriques aux métaux alcalins, les seules sensibles à la lumière visible. Ceux-ci observèrent, en effet, dès 1892, que la sensibilité de ces cellules augmente beaucoup si, après y avoir introduit de l'hydrogène pur, sous pression faible, on y fait passer pendant quelques instants une décharge lumines-



LOUIS DUNOYER
Professeur à la Sorbonne.

cente (1). La surface du métal alcalin prend alors en même temps des colorations remarquables généralement bleu, bleu-vert, gorge-de-pigeon ou violacé. Après avoir refait soigneusement le vide, le courant peut atteindre, sous la même excitation lumineuse que ci-dessus, 0,04 microampère, c'est-à-dire près de vingt fois plus.

Enfin, on peut encore amplifier beaucoup le courant photoélectrique en introduisant dans la cellule une atmosphère gazeuse sous une pression d'environ un demi-millimètre de mercure. L'amplification ainsi obtenue est d'environ quarante ou cinquante fois.

Si l'on fait tomber sur une cellule photoélectrique des flux lumineux d'égale énergie (c'est-à-dire élevant, par exemple, de la même quantité la température d'une pile thermoélectrique), on constate que le courant photoélectrique dépend de la couleur, ou plus exactement, de la longueur d'onde du flux incident. Les courbes de la figure 4 donnent une idée de la manière dont varie le courant en fonction de la longueur d'onde.

La forme et la disposition des cellules sont, évidemment, loin d'être sans influence sur leurs propriétés. On n'a, d'ailleurs, pour le moment, aucun guide pour prévoir les propriétés d'une cellule d'après son type. En particulier, les cellules hémisphériques SCAD, du type de la figure 3 ont la curieuse propriété de posséder deux régimes de fonctionnement. Lorsqu'on fait varier la tension aux bornes de la cellule, le flux lumineux restant le même, on assiste, pour une certaine valeur de la tension, à une brusque et considérable augmentation du courant; la tension augmentant toujours, le courant continue à augmenter régulièrement. On pourrait vraisemblablement penser qu'une décharge luminescente d'un type spécial s'est alors établie dans la cellule, car, si l'on supprime l'éclairage,

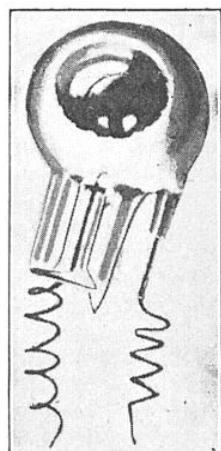


FIG. 1. — VUE D'UNE CELLULE PHOTOÉLECTRIQUE AMÉRICAINE

La lumière ne pénètre que par une petite fenêtre réservée sur la paroi, recouverte, ailleurs, de métal alcalin. L'anode est constituée par un fil terminé par un anneau parallèle à la fenêtre.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 144, page 447.

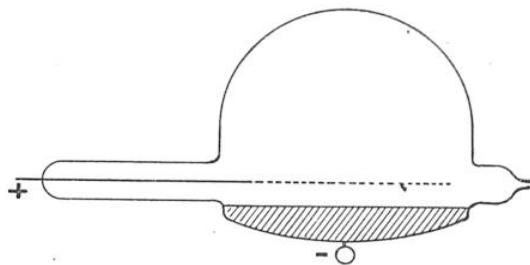


FIG. 2. — SCHÉMA D'UNE CELLULE PHOTOÉLECTRIQUE CONSTRUISTE PAR LA GENERAL ELECTRIC COMPANY ANGLAISE

Le métal alcalin forme une couche plane à quelques millimètres d'une toile métallique fine formant l'anode. La lumière pénètre par l'hémisphère supérieur, entièrement transparent.

le courant retombe à zéro, tandis que, pour les cellules ordinaires, le courant ne subit presque aucune diminution quand on supprime l'éclairage, une fois la décharge luminescente établie. Le courant obtenu dans ce deuxième régime de fonctionnement est bien toujours photoélectrique et, de plus, beaucoup plus grand que ceux que l'on obtient dans le premier régime. Il peut atteindre facilement 100 microampères. Il est donc possible avec de telles cellules, si l'éclairage n'est pas trop faible, de commander directement des relais électromécaniques de sensibilité courante, qui, à leur tour, peuvent actionner électro-aimants. La figure 5 représente le schéma d'une belle expérience réalisant l'extinction automatique de l'éclairage d'un atelier ou d'une ville quand le jour paraît.

Les applications des cellules photoélectriques

Les principales applications actuelles des cellules photoélectriques sont la photométrie, la colorimétrie, la phototélégraphie, la télévision et le cinéma sonore. En ce qui concerne la téléphotographie, la télévision et le cinéma sonore, les applications des cellules ne sont, en somme, qu'un prolongement de leurs applications à la photométrie, car elles sont toutes fondées sur la manière dont le courant photoélectrique suit les fluctuations du flux lumineux incident. Ces fluctuations sont elles-mêmes réglées, soit par l'exploration du cliché ou de la scène à transmettre, soit par la bande dite d'enregistrement sonore du film qui se déroule. Nous n'allons, bien entendu, donner dans ce qui suit qu'un aperçu des procédés employés, sans entrer dans la description détaillée des appareils.

En photométrie, la cellule remplace avantageusement l'œil humain

L'opération essentielle de la photométrie consiste à comparer l'égalité de deux flux lumineux, cette égalité étant, par définition, appréciée par l'œil quand il s'agit de photométrie visuelle. Il est évidemment très tentant de remplacer les mesures visuelles, fatigantes et inévitablement subjectives, par la mesure, toute objective, de courants photoélectriques, en substituant une cellule à l'œil.

Tant que les deux flux lumineux à comparer ont la même composition spectrale, la substitution de la cellule à l'œil ne peut soulever aucune difficulté, pourvu, bien entendu, que celle-ci soit suffisamment sensible aux radiations utilisées. Peu importe, en effet, que la courbe de sensibilité spectrale de la cellule (voir fig. 4) se rapproche ou non de celle de l'œil ; les deux flux égaux pour l'œil produiront, évidemment, des courants photoélectriques égaux. Mais il n'en sera généralement pas de même si les deux flux ont des compositions spectrales différentes. Leur comparaison est alors un problème de photométrie hétérochrome, pour lequel l'œil et la cellule donneront des réponses qui pourront être entièrement différentes, parce que la courbe de sensibilité spectrale de l'œil est différente de celle de la cellule.

Supposons, par exemple, que l'œil ait jugé égaux deux flux (ou plus exactement, en général, les éclairements qu'ils produisent sur une même surface blanche), l'un vert-jaune et l'autre vert-

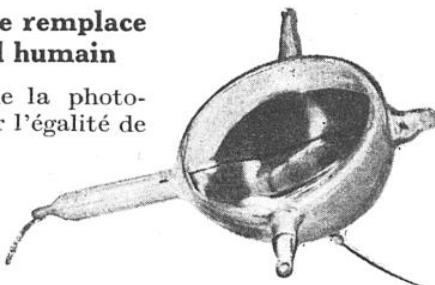


FIG. 3. — VUE D'UNE CELLULE PHOTOÉLECTRIQUE HÉMISPHÉRIQUE FRANÇAISE SCAD

A l'inverse de la cellule de la figure 2, la couche de métal alcalin repose sur tout l'hémisphère inférieur. La lumière pénètre par la fenêtre plane à la partie supérieure.

bleu. Comme le maximum de sensibilité de l'œil est dans le vert-jaune (560 millimicrons environ), il en résulte que l'énergie transportée par le faisceau vert-bleu est plus grande. La cellule ayant, au contraire, son maximum de sensibilité dans le bleu-violet, fournira un courant qui, pour ces deux raisons, sera beaucoup plus grand pour le faisceau vert-bleu que pour le faisceau vert-jaune.

On a cherché à remédier à cet inconvénient, d'une part en modifiant

la forme et la fabrication des cellules, de manière à rapprocher leur courbe de sensibilité spectrale de celle de l'œil, et, d'autre part, en plaçant devant la cellule des filtres colorés qui atténuent encore la différence. Bien qu'on ne soit pas encore parvenu à l'identité des deux courbes de sensibilité, et que, par suite, il ne soit pas possible, sans précaution, de considérer les résultats de la photométrie photoélectrique

comme valables en photométrie visuelle, on peut admettre que la substitution de la cellule à l'œil est parfaitement acceptable tant que les colorations des sources à comparer ne sont pas trop différentes. C'est ainsi que, dans des cas d'une très grande importance industrielle, la substitution de la cellule à l'œil ne peut soulever aucune objection et présente de grands avantages ; nous citerons notamment la comparaison les unes aux autres de lampes de même type, très peu différentes, et l'étude de la répartition de l'intensité d'une même lampe suivant les

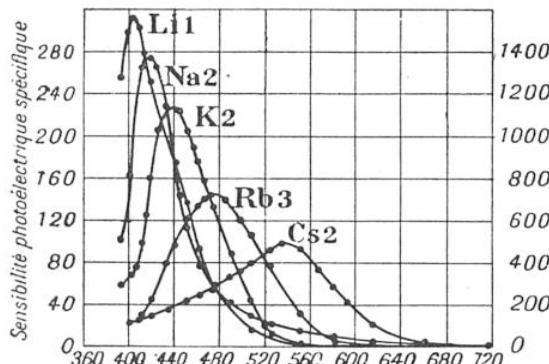


FIG. 4. — COURBES MONTRANT LA VARIATION DU COURANT PHOTOÉLECTRIQUE EN FONCTION DE LA LONGUEUR D'ONDE DE LA LUMIÈRE INCIDENTE

On voit que les cellules au cézium (Cs) sont plus sensibles que les autres pour le jaune et le rouge (entre 560 et 640 millimicrons), mais pour ces radiations seulement. Pour la lumière du jour, au contraire, riche en bleu, la cellule au potassium (K) sera environ trois fois plus sensible que celle au sodium (Na), cinq fois plus que celle au rubidium (Rb) et seize fois plus que celle au cézium (Cs). La cellule au lithium (Li) n'est plus sensible que les autres que pour le violet et l'ultraviolet.

différentes directions. Pour comparer une lampe inconnue à une lampe étalon, il suffit d'exposer la cellule, dans les mêmes conditions, à l'une et à l'autre lampe, et de mesurer les courants photoélectriques, amplifiés.

Parmi les nombreux dispositifs utilisés, nous citerons, à titre d'exemple, celui de la figure 7, en usage à l'Electrical Testing Laboratory de New York, qui permet de profiter des avantages que présente l'amplification des courants alternatifs ou rapidement variables.

Quelle que soit la méthode choisie pour amplifier ou mesurer les courants photoélectriques, la précision de la mesure est au moins égale à celle que peuvent obtenir par observations visuelles les photométristes les plus exercés. On peut facilement admettre que l'erreur commise ne dépasse pas 1 %. D'après les communications faites par l'Electrical Testing Laboratory de New York, il serait même possible de mesurer à 0,5 % près les intensités de toutes les lampes comprises entre une lampe de poche et une lampe de 1.000 watts.

La cellule photoélectrique permet de mesurer l'opacité d'une couche absorbant la lumière

Les cellules photoélectriques sont d'un emploi extrêmement commode toutes les fois qu'on désire mesurer dans quelle proportion une couche absorbante diminue le flux lumineux qui la traverse, à condition que la composition spectrale du flux incident ne soit pas changée par l'absorption. Le principe de la mesure

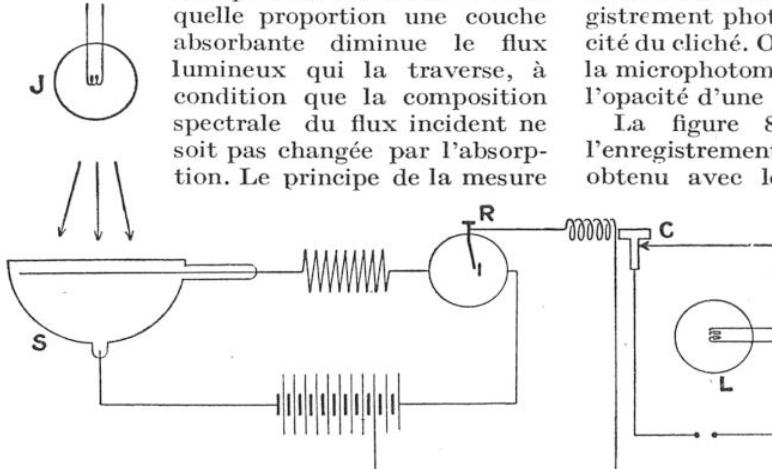


FIG. 5. — COMMENT ON PEUT COMMANDER AUTOMATIQUEMENT UNE INSTALLATION D'ÉCLAIRAGE

L'installation d'éclairage est, ici, figurée par la lampe L. Lorsque la lampe J, qui figure la lumière du jour, s'allume, la lumière qu'elle émet tombe sur une cellule photoélectrique S. Le courant produit agit, par l'intermédiaire d'un relais R, sur un électroaimant C qui coupe le courant de l'installation d'éclairage. La lampe L s'éteint lorsque le jour se lève, c'est-à-dire lorsque la lampe J s'allume.

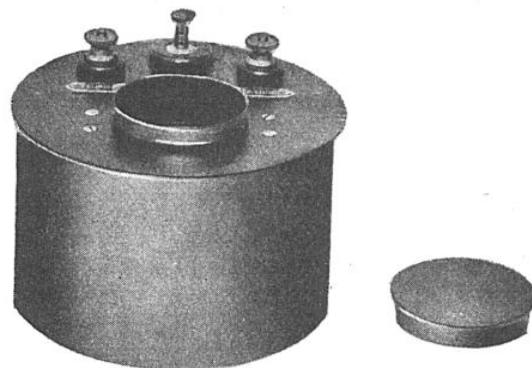


FIG. 6. — BOITIER DE PROTECTION POUR CELLULE PHOTOÉLECTRIQUE

est le même qu'en photométrie. L'amplification des courants photoélectriques est, en particulier, très avantageuse quand on veut faire de la spectro-opacimétrie, c'est-à-dire étudier quantitativement la répartition spectrale du pouvoir absorbant d'une substance.

L'opacimétrie des clichés photographiques présente également un intérêt de premier ordre, puisque, si l'étude de la couche sensible a été faite au préalable, on peut déduire des mesures photoélectriques faites, sur le cliché, l'intensité du flux lumineux qui l'a impressionnée. L'emploi de la cellule présente alors l'avantage de permettre un enregistrement photographique continu de l'opacité du cliché. On est ainsi conduit à faire de la microphotométrie, c'est-à-dire à mesurer l'opacité d'une très petite région du cliché.

La figure 8 est une reproduction de l'enregistrement du spectre de l'étoile Véga obtenu avec le microphotomètre enregistreur Chalongé et Lambert. On voit que cet appareil est d'une grande commodité pour l'étude de spectres,

Les cellules photoélectriques peuvent encore être employées en opacimétrie, avec grand avantage, dans une foule de circonstances ; nous citerons, par exemple, la mesure de l'opacité des fumées industrielles, celle de la pâte à papier encore liquide (opacité qui détermine sa teneur en fibres cellulosiques), celle des milieux dans

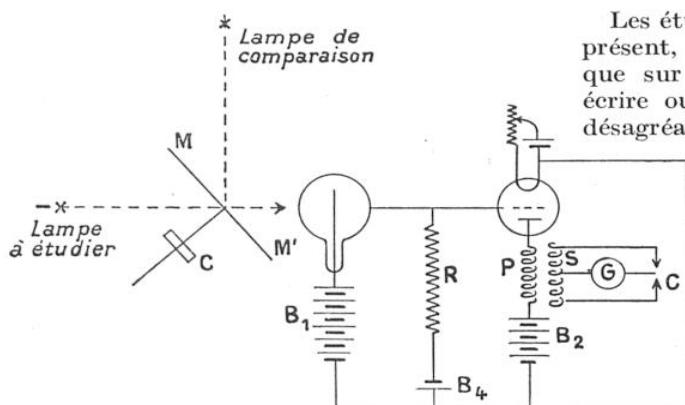


FIG. 7. — SCHÉMA DE MONTAGE POUR LA COMPARAISON DE DEUX LAMPES, A L'ELECTRICAL TESTING LABORATORY, DE NEW YORK

Le miroir tournant MM' envoie successivement sur la cellule photoélectrique la lumière provenant de l'une ou l'autre lampe. Les courants photoélectriques amplifiés traversent le primaire P d'un transformateur. Le milieu du secondaire est relié à une des bornes d'un milliammètre G dont l'autre borne est connectée au point milieu du contacteur oscillant C, qui est commandé par une came fixée sur l'axe de rotation du miroir. Lorsque les flux lumineux fournis par les deux lampes et tombant sur la cellule sont égaux, le milliammètre reste au zéro.

lesquels se passent des réactions chimiques accompagnées d'un changement de coloration ou de transparence, ces réactions pouvant être alors suivies d'une manière continue, etc.

La mesure des pouvoirs réflecteurs, et son application à l'étude des minéraux

Une des plus intéressantes applications de la cellule photoélectrique est l'étude du pouvoir réflecteur des minéraux. Ceux-ci, en effet, ont une structure complexe et on aperçoit, en les examinant au microscope, un enchevêtrement de plages constituées par des substances différentes qui présentent des pouvoirs réflecteurs différents. En mesurant le pouvoir réflecteur de ces plages microscopiques, il est possible de caractériser les espèces minérales, ainsi enchevêtrées dans le minéral. La figure 9 montre le microscope pétrographique de M. Orcel auquel est adaptée une cellule photoélectrique. La lumière réfléchie par le minéral pénètre dans la cellule montée sur le tube même du microscope.

L'étude systématique du pouvoir diffusant des substances non polies n'a pas encore été entreprise. Cependant, il serait intéressant de connaître avec quelque précision de quelle manière les peintures, enduits et tentures diffusent la lumière.

Les études sur ce sujet n'ont porté jusqu'à présent, d'ailleurs seulement en Amérique, que sur les papiers sur lesquels on doit écrire ou lire. On sait, en effet, combien désagréable et fatigant est parfois le brillant de certaines feuilles de papier.

La cellule photoélectrique permet de distinguer des couleurs extrêmement voisines

Quand on éclaire un objet quelconque, la couleur de la lumière qu'il diffuse n'est pas, en général, la même que celle de la lumière incidente. L'objet est dit «blanc» quand il y a identité parfaite entre ces deux lumières, toutes les radiations qui composent la lumière incidente étant diffusées ou réfléchies de la même manière et sans déperdition aucune. L'objet est «gris neutre», quand la déperdition est la même pour toutes les radiations. La couleur d'un corps n'est donc pas une propriété qui lui appartient en propre ; elle

dépend de la lumière qu'il reçoit et de ses propriétés réfléchissantes ou diffusantes. Dans certaines industries, notamment la teinturerie, on cherche constamment, soit à créer des nuances nouvelles, soit à reproduire exactement des nuances déjà adoptées. Il est

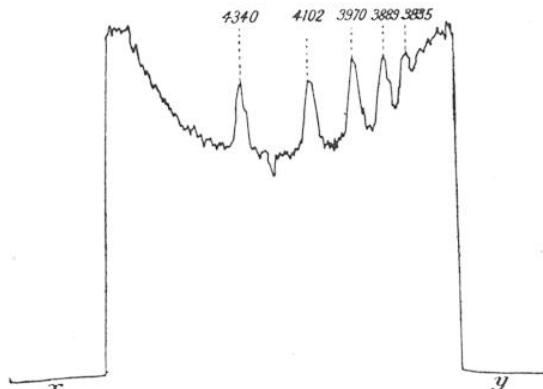


FIG. 8. — COURBE SPECTRALE DE L'ÉTOILE VÉGA, OBTENUE AVEC LE MICROPHOTOMÈTRE ENREGISTREUR CHALONGE ET LAMBERT

Chacune des pointes de l'enregistrement correspond à une raie d'absorption dans le spectre de l'hydrogène fourni par cette étoile. L'enregistrement du courant photoélectrique fait apparaître des variations d'opacité, donc des raies ou des bandes spectrales qui échappent à l'observation visuelle directe,

indispensable d'analyser d'une manière rapide et simple la couleur d'un échantillon, de manière à la définir et à pouvoir constater, par la suite, l'identité des couleurs de deux échantillons (c'est ce qu'on appelle échantillonner).

Là encore, l'emploi de la cellule photoélectrique est extrêmement avantageux. Il permet de remplacer l'appréciation visuelle, toute subjective et variable, d'un échantillonneur professionnel par quelques données numériques, impersonnelles et invariables. Le photocolorimètre T. C. B., créé par M. Tous-saint (fig. 10) utilise des écrans colorés transparents, ayant, à l'œil, des colorations voisines de celles qu'on a coutume de reconnaître dans le spectre : violet, bleu, vert, jaune, orangé, rouge et, en outre, rouge foncé. La lumière, émise par une lampe électrique tombe obliquement sur l'échantillon qui peut être du papier, une étoffe, ou les fils d'un écheveau bobinés côté à côté sur une bobine plate. On interpose successivement les divers filtres colorés, et la lumière, renvoyée vers le haut par l'échantillon, tombe sur la cellule, dont on mesure le courant photoélectrique. Pour faire l'analyse de la couleur d'un échantillon, on le compare à un échantillon pris comme type de blanc pur, constitué par une petite plaque de plâtre à modeler.

Pour faire un échantillonnage, on procède de la même manière, mais en remplaçant l'échantillon blanc par l'échantillon-type dont il s'agit de reproduire la teinte.

Cet appareil permet, évidemment, d'analyser le « degré de blancheur » et le brillant d'un échantillon, mesures d'une importance considérable en papeterie, par exemple. On peut également l'employer à la colorimétrie des substances transparentes.

Le cinéma sonore est fondé sur la cellule photoélectrique

On a consacré, depuis une vingtaine d'années, des efforts considérables à la reproduction de la parole par haut-parleur, en même temps que l'image animée de l'orateur était projetée sur l'écran cinématographique. Pour réaliser le synchronisme parfait de la parole et de l'image, le mieux est, évidemment, de les enregistrer sur le même film. C'est ce qu'on ne faisait pas autrefois, car la chose paraissait peu aisée, en raison, notamment, de l'insuffisance de place sur le film. Actuellement, on utilise, le plus souvent, une étroite bande de 3 millimètres prise sur la largeur des images, qui ont ainsi 19×22 millimètres au lieu de la dimension type 22×22 millimètres.

Sur cette bande, l'enregistrement sonore peut être fait par deux procédés dits : l'un, à densité variable ; l'autre, à ordonnées variables et à densité constante. Nous ne préciserez le mode de réalisation de l'enregistrement qu'avec le premier procédé qui tend, croyons-nous, à supplanter

le second. L'appareil même de prise de vue comporte une petite lampe contenant un gaz rare pouvant s'illuminer sous faible tension. Les électrodes de cette lampe sont connectées à la sortie de l'amplificateur du microphone, de manière telle que les vibrations sonores produisent des fluctuations de la luminescence du gaz contenu dans la lampe, la période et l'intensité de ces fluctuations correspondent fidèlement à la période et à l'intensité des vibrations sonores avec leurs harmoniques. La lumière provenant de la lampe traverse une fente étroite, dont un système optique forme une image très réduite sur la bande d'enregistrement. Cette image a une longueur de 3 millimètres sur

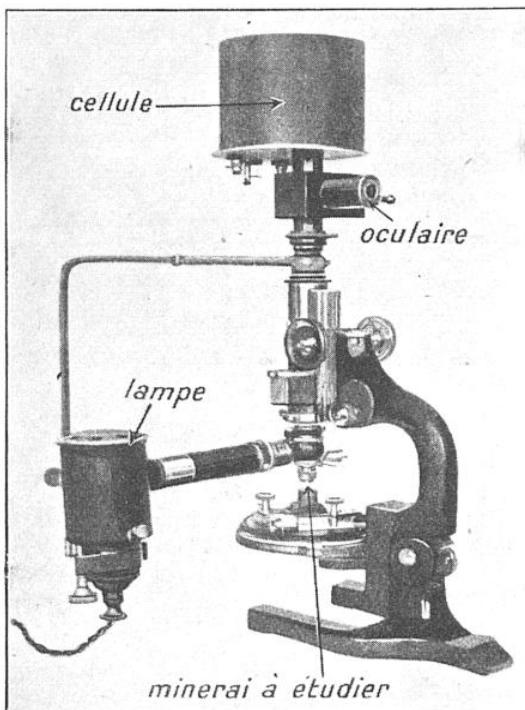


FIG. 9. — LE MICROSCOPE PÉTROGRAPHIQUE DE M. ORCEL, POUR L'ÉTUDE DES MINERAIS

une largeur qui ne doit pas dépasser 0 mm. 05. L'enregistrement se traduit finalement par un grand nombre de petites raies d'écartement et d'opacité variable (fig. 11). Au contraire, le procédé d'enregistrement, dit à densité constante, se traduit par une ligne sinuuse ou dentelée qui sépare la bande, dans le sens de la longueur du film, en deux régions, l'une

avoir été plus ou moins affaibli, suivant l'opacité de la région traversée, le faisceau lumineux tombe sur la cellule photoélectrique dont le courant amplifié peut alimenter un haut-parleur. C'est, en somme, le même montage que celui que nous avons vu pour l'opacimétrie. Avec une bande à densité constante, le montage reste le même, mais la gradation de la lumière reçue par la

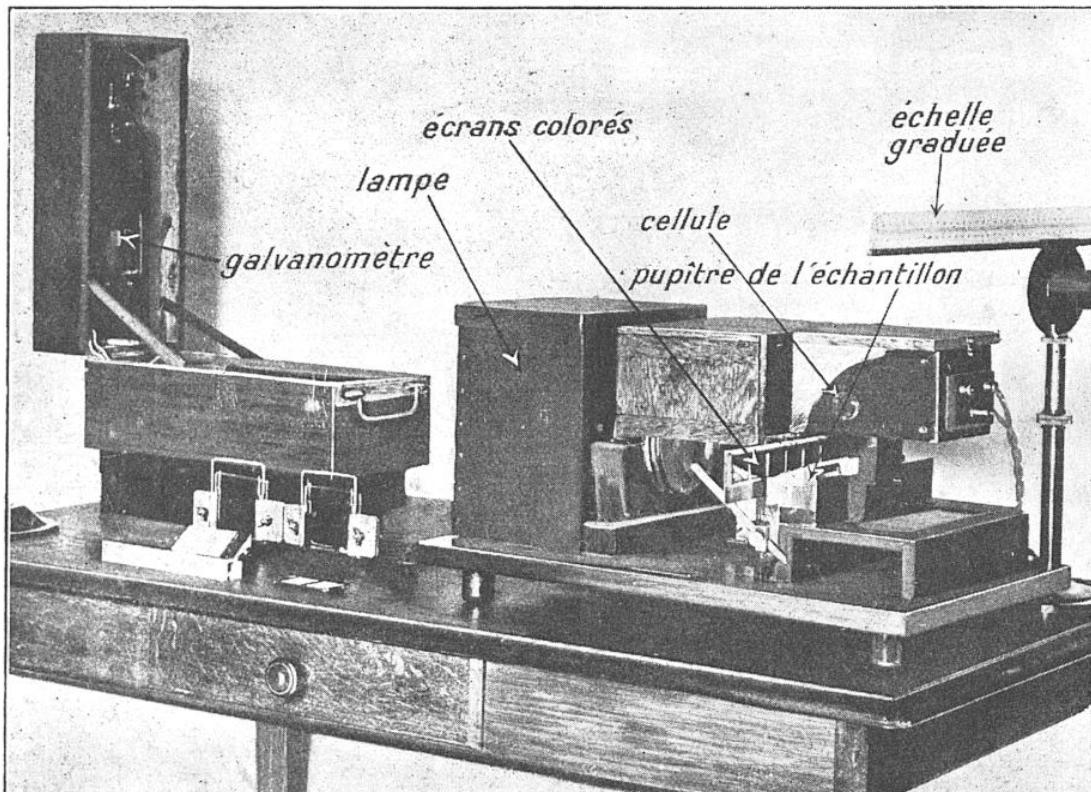


FIG. 10. — VUE DU COLORIMÈTRE T. C. B. A CELLULE PHOTOÉLECTRIQUE, QUI PERMET D'ÉTUDIER LA COULEUR D'UN ÉCHANTILLON DE PAPIER OU D'ÉTOFFE, OU DE COMPARER DEUX ÉCHANTILLONS ENTRE EUX

transparente, l'autre d'opacité constante (fig. 12).

Pour la reproduction des sons, l'appareil de projection comprend une petite lampe à incandescence à filament ramassé (dans le genre des lampes de phare d'auto), dont la lumière est concentrée sur une fente étroite, laquelle donne, à son tour, une image encore réduite sur la bande enregistrée (1). Après

(1) On peut avantageusement supprimer la fente et former directement sur le film l'image d'un filament incandescent rectiligne. Ce procédé, très simple en principe, se heurtait à des difficultés de réalisation que nous avons pu vaincre récemment d'une manière tout à fait satisfaisante.

cellule résulte de ce que l'image de la fente sur le film découpe une hauteur plus ou moins grande de la région opaque.

C'est encore la cellule photoélectrique qui assure la transmission des images à distance

La téléphotographie (1) consiste à reproduire en un poste récepteur un document rigoureusement identique à un document original situé au poste transmetteur, la transmission ayant lieu télégraphiquement, sans fil ou par fil. Ce problème est d'une

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 131, page 419.

grande importance, toutes les fois qu'il faut gagner quelques heures, voire quelques jours sur le transport matériel d'un document. C'est ainsi que la téléphotographie permet d'envoyer des documents authentifiés par une signature, des photographies d'actualité, des photographies pouvant servir à l'identification d'un criminel, etc...

Pour faire comprendre le rôle indispensable joué par la "cellule photoélectrique dans la téléphotographie, nous prendrons comme exemple les appareils des Etablissements Edouard Belin (fig. 13 et 14).

Le document à reproduire est fixé sur un cylindre qui tourne d'un mouvement uniforme et avance en même temps sur son axe, également d'un mouvement uniforme. On forme sur ce cylindre une tache lumineuse très petite et très intense, dont la lumière diffusée éclaire la cellule photoélectrique. L'intensité du courant photoélectrique, qui dépend de celle de la lumière diffusée, varie avec la teinte de la partie explorée du document et sera donc maximum dans un blanc et minimum dans un noir.

Le courant obtenu n'est pas rapidement variable, comme il l'était nécessairement dans le cinéma parlant, à cause de la fréquence des vibrations sonores. Si, par exemple, la tache lumineuse exploratrice parcourt une région du document prototype de teinte uniforme, le courant photoélectrique sera constant pendant toute la durée de passage de cette région. Pour pouvoir profiter des commodités d'amplification des courants alternatifs ou rapidement variables, on rend

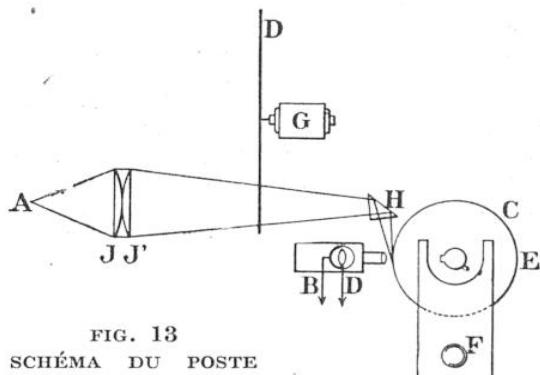


FIG. 13
SCHÉMA DU POSTE
TRANSMETTEUR ED.
BELIN, EMPLOYÉ EN TÉLEPHOTOGRAPHIE
Les lentilles J et J' et le prisme à réflexion totale H forment une tache lumineuse très petite sur le document à transmettre. La lumière diffusée éclaire la cellule photoélectrique B à travers un objectif D. Le document E est fixé sur le cylindre C qui tourne d'un mouvement uniforme, en même temps que la vis d'entraînement F le fait avancer. Le courant photoélectrique varie d'intensité suivant que la tache se forme sur un blanc ou sur un noir. Le disque perforé D, entraîné par le moteur G, interrompt périodiquement le faisceau lumineux, ce qui permet d'amplifier commodément les courants photoélectriques par les dispositifs classiques.

le courant photoélectrique pulsatoire en interceptant le faisceau qui éclaire le document avec un disque perforé tournant à grande vitesse. Le courant ainsi obtenu sert, en somme, de support aux modulations produites par les variations de teinte du document. Il est susceptible de recevoir une amplification considérable et, ensuite, soit d'être envoyé sur la ligne télégraphique, soit de servir à la modulation d'un poste de T. S. F.

C'est elle, qui demain, donnera naissance à la télévision

Nous ne dirons que quelques mots du problème de la télévision, parce que le rôle qu'y joue la cellule photoélectrique est exactement le même qu'en téléphotographie. Les deux problèmes sont identiques, mais le premier soulève d'énormes difficultés pratiques, en raison de la rapidité avec laquelle la scène à transmettre doit être explorée. Tandis qu'en téléphotographie, on peut fort bien se contenter de transmettre une image de l'ordre du décimètre carré en quelques minutes, il faut, en télévision, que plusieurs images complètes soient transmises par se-

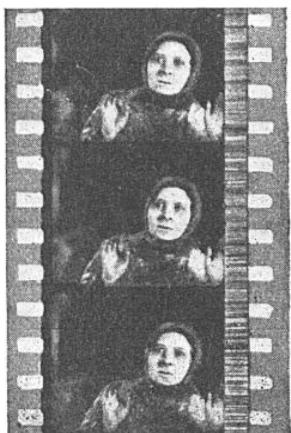


FIG. 11. — FILM SONORE ENREGISTRÉ PAR LE PROCÉDÉ A DENSITÉ VARIABLE

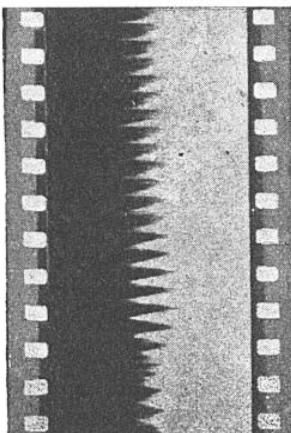


FIG. 12. — FILM SONORE ENREGISTRÉ PAR LE PROCÉDÉ A DENSITÉ CONSTANTE

conde, une dizaine au moins, étant donné la persistance des impressions lumineuses sur la rétine. Chacune de ces images complètes exige l'exploration de tous les points de la scène par le faisceau lumineux. Si on veut, par conséquent, que l'image ne papillote pas trop et ait une finesse acceptable, on est conduit à n'utiliser le rayonnement lumineux de chaque point de la scène à transmettre que pendant une durée de

possible est pratiquement négligeable, leur sensibilité est beaucoup moindre, comme nous l'avons déjà signalé. Les courants photoélectriques utilisables sont donc, pour cette nouvelle raison, beaucoup plus faibles que ceux que l'on utilise en téléphotographie.

Nous venons de passer rapidement en revue les principales applications des cellules

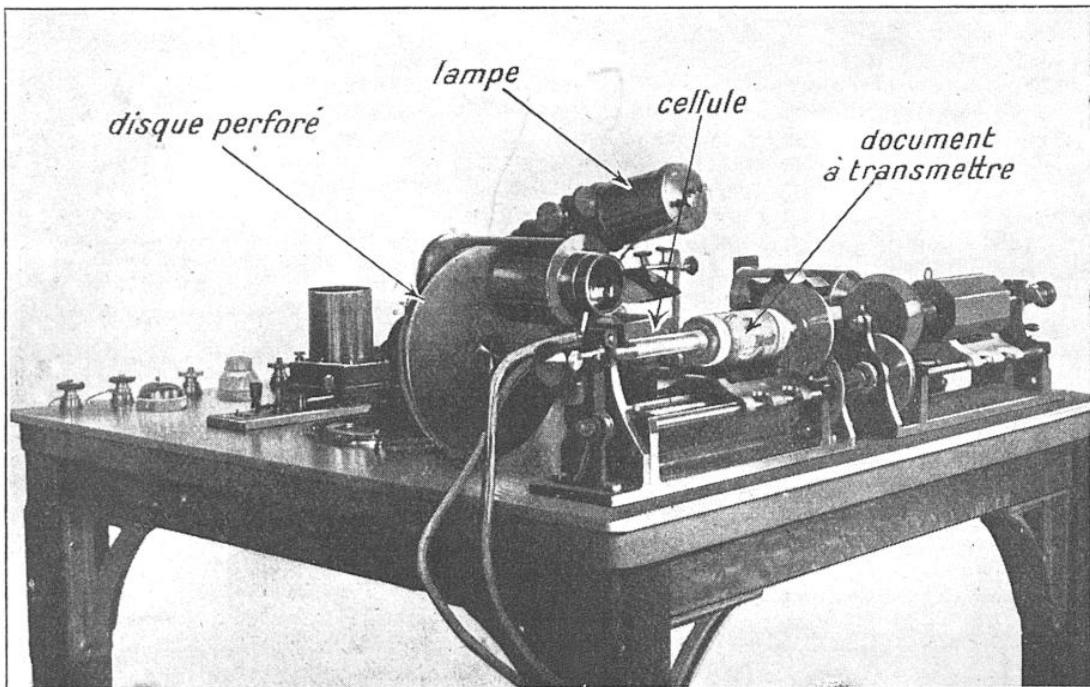


FIG. 14. — VUE D'ENSEMBLE D'UN POSTE TRANSMETTEUR ED. BELIN EMPLOYÉ POUR LA TÉLÉPHOTOGRAPHIE

l'ordre du millionième de seconde. Il faut, bien entendu, qu'au poste récepteur, la tache lumineuse qui balaie l'écran, et dont l'intensité est modulée par le courant photoélectrique émetteur, se déplace avec une vitesse égale et en parfait synchronisme. Seul, l'emploi des oscilloscopes cathodiques a pu, jusqu'à présent, donner quelques résultats au poste récepteur. On se heurte de plus, en ce qui concerne les cellules, à une nouvelle difficulté provenant de leur inertie. Les cellules à atmosphère gazeuse se sont révélées insuffisantes à ce point de vue. Si l'inertie de cellules aussi parfaitement bien vidées que

photoélectriques à métaux alcalins, sensibles à la lumière visible. Dans un grand nombre de cas, le rôle du laboratoire dans la mise au point de la technique opératoire peut être considéré comme terminé et les cellules sont déjà, à l'heure actuelle, d'un usage industriel courant. D'autres domaines ont déjà retenu l'attention des savants et nous assisterons certainement, dans un avenir prochain, à un développement considérable des applications des cellules, dont les propriétés sont si diverses et quelquefois si surprenantes.

LOUIS DUNOYER.

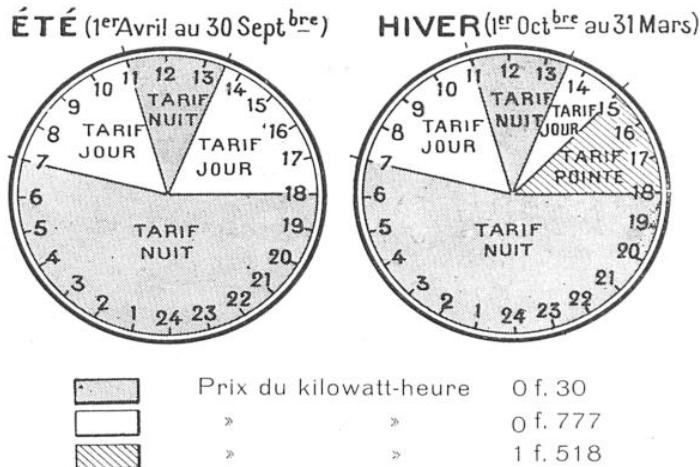
L'ÉLECTRICITÉ EST DE PLUS EN PLUS UTILISÉE POUR LE CHAUFFAGE ET LA CUISINE

Par Jean BODET

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

Si l'éclairage électrique s'est rapidement répandu, par suite du confort immédiat qu'il a procuré à tous, le chauffage et la cuisine par l'électricité sont encore considérés comme un « luxe » coûteux. Cependant, le prix de l'énergie électrique, bien loin d'avoir augmenté, a diminué sensiblement, puisque par rapport au franc d'avant-guerre le kilowatt-heure d'aujourd'hui coûte 30 centimes or, alors qu'il coûtait 50 centimes or en 1914, à Paris. C'est grâce aux progrès de la science appliquée à l'électrotechnique que ces résultats vraiment appréciables ont été obtenus au cours de ces dix dernières années. Il ne faut pas oublier non plus que, maintenant, les compagnies de distribution d'électricité mettent à la disposition de leur clientèle des moyens de payer le « courant » à des tarifs réduits, à certaines heures de la journée, grâce à l'emploi d'appareils qui accumulent les calories aux heures « creuses » pour les restituer lentement pendant la période du plein tarif(1). On peut donc entrevoir comme relativement prochain le développement des applications domestiques de l'électricité, dont les avantages les plus appréciables sont notamment la commodité et la sécurité.

Un fait surprend quiconque étudie, au point de vue de l'économie industrielle, la production et la distribution d'électricité. Alors que l'indice moyen d'augmentation de la vie a atteint 6, on constate que l'indice électrique atteint à peine 3. En particulier, à Paris, on obtient, pour 1 fr. 50 (en faisant abstraction de la taxe municipale, qui a le caractère d'un impôt sur l'éclairage) le kWh qu'on payait autrefois 0 fr. 50. Ce résultat, qui passe trop souvent inaperçu du grand public, est une heureuse conséquence de l'amélioration, toujours recherchée, des conditions de



A PARIS, POUR LES USAGES AUTRES QUE L'ÉCLAIRAGE, LE CONSOMMATEUR PEUT BÉNÉFICIER À CERTAINES HEURES DE TARIFS EXTRÉMEMENT BAS, QUI FAVORISENT LE DÉVELOPPEMENT DES APPLICATIONS DOMESTIQUES DE L'ÉLECTRICITÉ

fage et les applications domestiques, des prix très bas aux heures creuses, c'est-à-dire aux périodes de la journée où la puissance demandée par l'ensemble des abonnés est faible, en général vers midi et pendant la nuit.

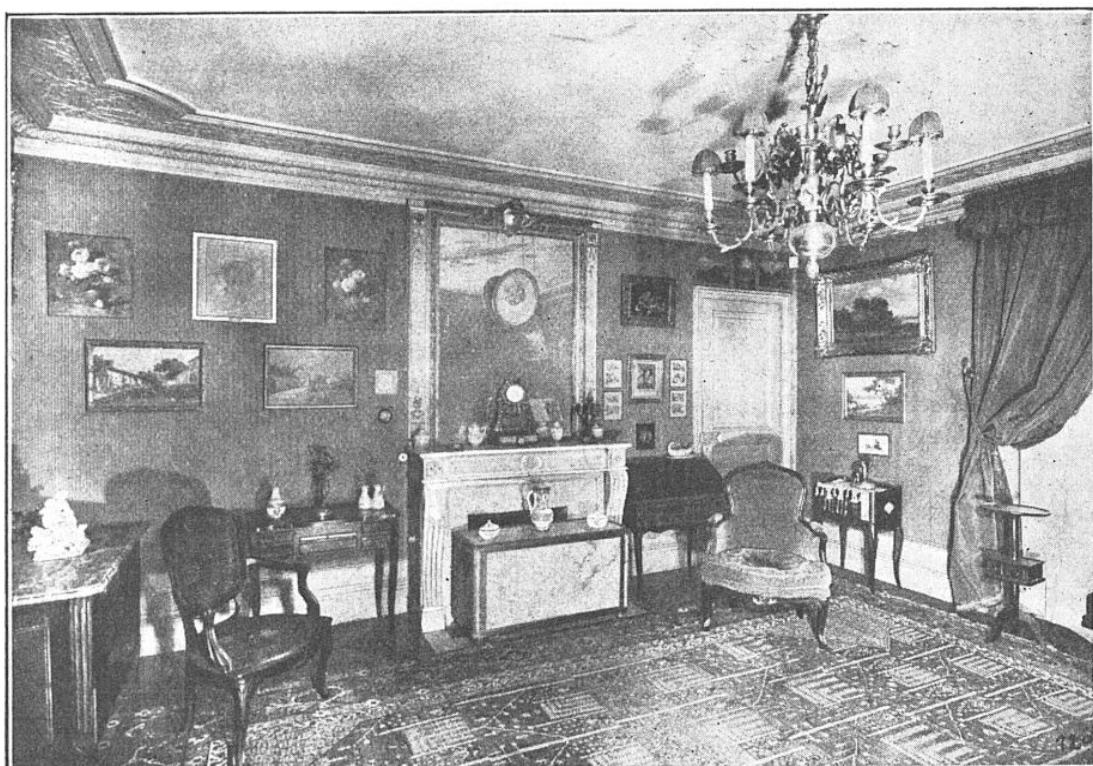
Si nous prenons l'exemple de la Compa-

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 59, page 425.

gnie de Distribution d'Électricité (C. P. D.E.) qui dessert Paris, nous constatons, en effet, que son prix du kWh de nuit, pour usages domestiques, n'est pas supérieur au prix du kWh force de 1914.

Il n'est pas douteux que cette modicité des prix n'accélère considérablement le développement, déjà très rapide dans ces dernières années, des applications de l'électricité pour les usages domestiques, dont les

sur des essais au laboratoire, mais sur des cuissons opérées par les usagers eux-mêmes, ont montré que 600 Wh suffisent à cuire un repas pour une personne. Le prix moyen du kWh pour cuisine, compte tenu des consommations très faibles de jour et de pointe, est de 0 fr 36. La dépense correspondante est de 0 fr 20. Il est donc bien permis de conclure que la cuisine électrique est économique.



SALON CHAUFFÉ PAR UN POÈLE ÉLECTRIQUE A ACCUMULATION DE 4 KILOWATTS

principales sont : la cuisine, le chauffage et le chauffe-eau à accumulation.

La cuisine à l'électricité est maintenant à la portée de tous

On a longtemps contesté à la cuisine électrique la qualité d'être économique. Cette opinion, encore malheureusement trop répandue à l'heure actuelle, n'est pas exacte.

Il résulte, en effet, des expériences faites par certains secteurs, et, en particulier, par la C. P. D. E. (qui nous a aimablement communiqué les chiffres cités au cours de cet article), que la consommation de courant pour les usages culinaires est faible. De nombreuses observations précises, portant non

D'autre part, à ses qualités d'économie, la cuisine électrique joint celle d'être commode et propre, de ne pas salir les récipients et de ne pas échauffer l'atmosphère de la pièce, comme le font nombre d'autres procédés.

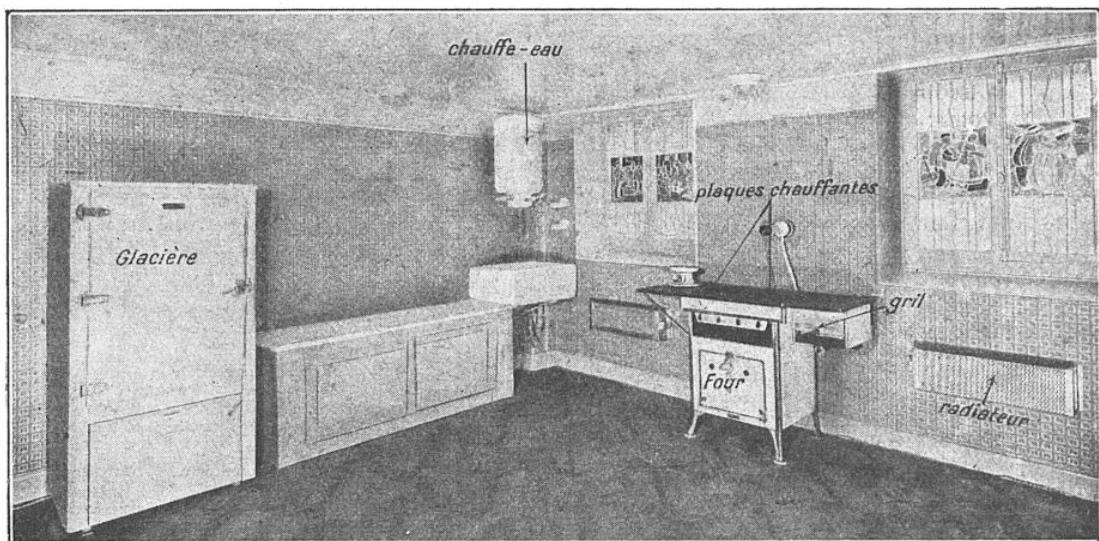
Ajoutons que le réglage des appareils est extrêmement simple et s'effectue en manœuvrant un simple commutateur.

Les appareils de cuisson sont de deux sortes : le réchaud et le four. Bien qu'il en existe de nombreux modèles, le principe de tous ces appareils est le même et leur partie chauffante est toujours constituée par une résistance métallique parcourue par le courant,

Dans les réchauds à plaques, la résistance est noyée dans une masse isolante et logée dans une plaque en fonte en forme de cylindre très aplati. Elle se trouve ainsi parfaitement protégée contre tout contact oxydant et ne s'use pratiquement pas. La chaleur se transmettant principalement par conduction, la partie supérieure de la plaque chauffante et la partie inférieure du récipient doivent être soigneusement dressées, de manière à obtenir un contact intime des deux surfaces en présence. En marche normale, la température, à la surface de la plaque, est

que celui de la sole du four est placé à l'intérieur d'une plaque de fonte, comme pour un réchaud à plaque, et chauffe par conduction.

Ils peuvent être mis en action soit simultanément, soit individuellement par un commutateur à quatre positions, permettant ainsi une grande variété d'allures de chauffe. Il convient de remarquer qu'à l'intérieur du four ne s'effectue aucune combustion et que, par suite, aucune circulation d'air n'est nécessaire ; l'enceinte peut ainsi rester constamment close et son atmosphère se saturer



UNE CUISINE ENTIÈREMENT ÉQUIPÉE A L'ÉLECTRICITÉ

La cuisinière électrique comporte un four, un gril et deux plaques chauffantes. Le chauffe-eau à accumulation, du type mural a une contenance de 30 litres. Le radiateur est du type à chauffage direct.

d'environ 500°, de même ordre que celle atteinte dans les fourneaux à charbon.

Le réchaud à plaque possède une inertie calorifique appréciable. En effet, la plaque commence par absorber la chaleur produite lors de la mise en route et ne commence à chauffer le récipient qu'au bout de quelques minutes de fonctionnement. Cependant, cette inertie est très faible et n'apporte aucune gêne pour la cuisson des repas. Il faut noter, d'ailleurs, que la chaleur absorbée par la plaque est restituée, en grande partie, après la rupture de courant.

Le four électrique pour l'alimentation comporte deux corps de chauffe disposés l'un à la partie supérieure, l'autre à la partie inférieure d'une enceinte calorifugée. L'élément de la voûte est, généralement, à feu visible et chauffe par rayonnement, tandis

rapidement d'humidité, ce qui empêche les aliments de se dessécher (1).

Les appareils constituant un ensemble complet sont des combinaisons de réchauds cuiseurs à plaque et de fours. Ils permettent, quoiqu'on en ait dit et quoi qu'en pense encore un certain nombre de personnes, de réaliser les plats les plus compliqués.

Signalons que, pour permettre à toutes les maîtresses de maison d'apprécier elles-mêmes les avantages de la cuisine électrique, la C. P. D. E. a organisé des cours de cuisine modèle. Il suffit de consulter le programme de ces cours pour se rendre compte, par la

(1) Les pertes de poids que présentent, après cuisson complète, un rôti ou une grillade (viandes rouges) sont inférieures de 5 pour cent aux pertes de poids qu'on constate avec les procédés de cuisson autres que la cuisine électrique.

simple énumération des plats que les élèves apprennent à confectionner, de l'extraordinaire souplesse et des ressources qu'offre ce mode de cuisson. Depuis la simple grillade jusqu'aux entremets les plus compliqués, tous les plats y sont enseignés avec un égal succès.

D'autre part, la C. P. D. E. offre à ses abonnés toutes facilités de location de fours et réchauds électriques. La cuisson par l'électricité, si elle est à la fois pratique, propre et économique, n'est pas inférieure aux autres modes de cuisson dont la vogue, encore à l'heure actuelle, ne peut s'expliquer que par l'habitude, pour ne pas dire la routine.

Les avantages d'un chauffage électrique rationnel

Le chauffage électrique, contrairement à l'opinion généralement admise par le public, n'est pas prohibitif. Utilisé comme chauffage total, il est plus coûteux, du moins à Paris, que le chauffage central, mais, dans bien des cas aussi, plus économique, si les appareils sont bien adaptés aux locaux à chauffer et si leur utilisation est rationnelle. D'ailleurs, il présente de telles qualités de souplesse, de confort et d'hygiène que beaucoup n'hésitent pas à l'adopter, malgré la dépense un peu plus élevée qu'il entraîne. Par contre, le chauffage électrique d'appoint, de secours et de demi-saison est particulièrement intéressant. Il permet de réaliser une économie de combustible importante en donnant la possibilité d'arrêter aux demi-saisons la chaudière de chauffage central.

Pour un avant-projet, on peut admettre

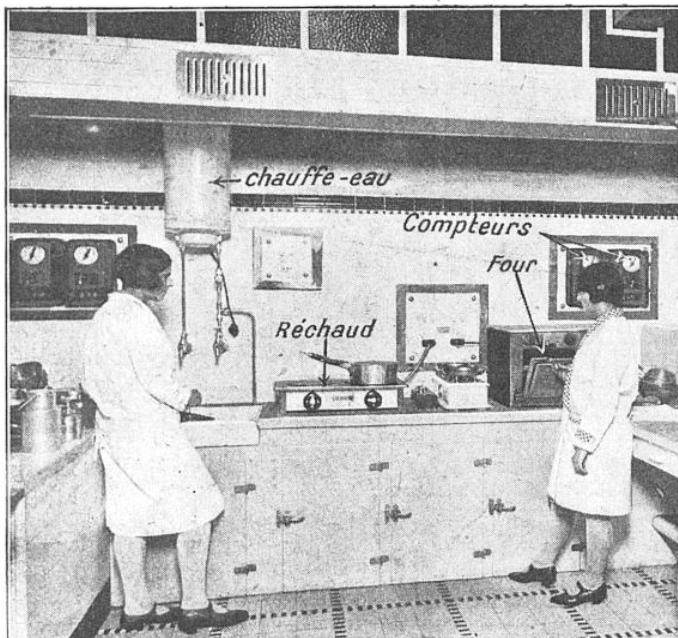
que la puissance à installer est, en moyenne, de 3 ou 5 kW pour 100 mètres cubes.

Les appareils dits à chauffage direct sont ceux qui commencent à dégager de la chaleur dès qu'ils sont mis sous tension. Ils sont généralement constitués très simplement par des résistances fixées à des supports isolants et exposées à l'air libre. Dans les radiateurs lumineux, ces résistances sont portées au rouge (environ 800°) par le passage du courant, tandis que, dans les radiateurs obscurs, elles sont calculées de manière à ne pas dépasser la température de 400° ou 500°.

Le chauffage électrique direct est évidemment le plus simple, mais n'est pas, dans le cas général, le plus économique, étant donné que les heures de présence dans les locaux chauffés coïncident généralement avec celles où le courant électrique est livré aux prix les plus élevés. Le consommateur a évidemment intérêt à utiliser les tarifs les plus bas et,

pour cela, à faire usage des procédés, maintenant parfaitement au point, de chauffage différé par accumulation de chaleur. En principe, pendant les heures où le tarif « nuit » est applicable, on chargera des appareils convenablement agencés qui accumuleront les calories nécessaires au chauffage pendant toute la journée et les restitueront en temps utile.

Les poèles à accumulation de chaleur sont constitués par des résistances comme celles des radiateurs à chauffage direct, mais plongées dans une masse en matières réfractaires (basalte, serpentine, silice) qui emmagasinent les calories dégagées lors du passage du cou-



UN COURS DE CUISINE DE LA C. P. D. E.

Le cours de cuisine complet comprend six cuisines comme ci-dessus, pouvant recevoir chacune deux ou trois élèves. Celles-ci ont à leur disposition un « réchaud deux plaques » de 3 kW, un four de 1 kW et un chauffe-eau à accumulation de 50 litres. Les compteurs sont munis d'index mobiles permettant aux élèves de se rendre compte de la consommation des appareils.

rant, et est soigneusement isolée de l'extérieur par une ou plusieurs enveloppes calorifuges. Le dégagement de la chaleur, ainsi mise en réserve, s'effectue, d'une part, par les parois même du poêle, dont les propriétés isolantes ne sont jamais parfaites, et surtout par circulation d'air à l'intérieur même de l'appareil. Le chauffage a donc principalement lieu par convection. En agissant sur le débit d'air, par l'intermédiaire d'un simple registre, on peut très facilement régler la vitesse de décharge de l'appareil, c'est-à-dire, en pratique, chauffer plus ou moins la pièce considérée.

La charge des poêles s'effectue en dix heures pour un chauffage qui dure quatorze heures. La puissance à installer pour l'accumulation est donc supérieure à celle qu'on installe pour le chauffage direct. Elle est de 4 ou 5 kW par 100 mètres cubes.

Chacun des appareils dont nous venons de parler possède des qualités qui lui sont propres et qui le rendent plus particulièrement convenable dans tel ou tel cas particulier. C'est dire qu'avant tout commencement d'installation, il faut faire, non seulement, une étude très détaillée de la nature du local, de son exposition, etc., mais encore tenir compte, pour le choix des appareils, de la manière dont les pièces sont habitées. En effet, les avantages économiques que l'on retire de l'emploi des poêles à accumulation, pour un chauffage continu, diminuent considérablement si leur durée d'utilisation est réduite à quelques heures. De même, nous n'avons pas besoin de faire remarquer la dépense qu'entraîne le fonctionnement des appareils à chauffage direct aux heures de pointe. Ces divers types d'appareils se complètent heureusement, mais ne doivent pas être employés indifféremment les uns pour

les autres. Il est donc indispensable de faire appel, pour l'établissement d'un projet, à des spécialistes connaissant bien les différentes qualités des appareils modernes,

Le chauffage électrique, propre, pratique et économique, lorsqu'il est judicieusement conçu, permet toujours de trouver, grâce à la diversité des types d'appareils et la variété de leurs qualités, la solution rationnelle qui convient exactement à chaque problème, quelque compliqué et exceptionnel qu'il puisse être.

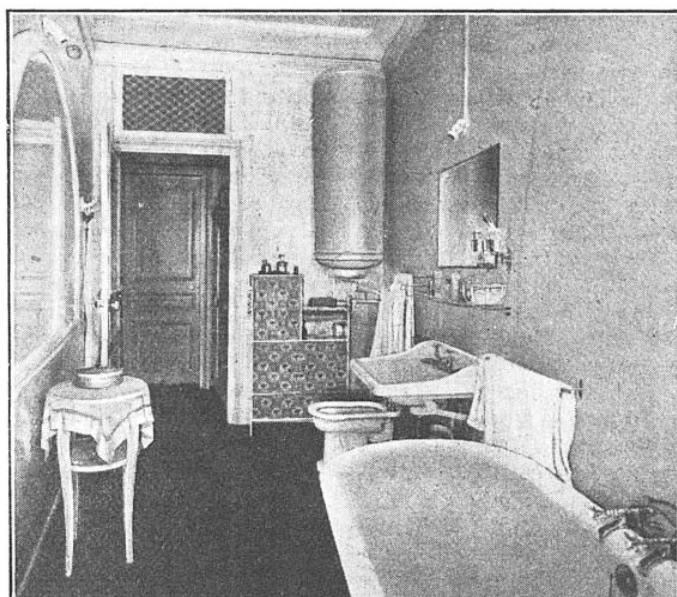
Les appareils à accumulation rendent le chauffage électrique de l'eau économique

Un exemple particulièrement intéressant de chauffage économique nous est fourni par le chauffe-eau électrique à accumulation. Cet appareil est destiné à ne recevoir le courant que pendant les seules heures où le tarif « nuit » est applicable. Soigneusement calo-

rifugé, il emmagasine ainsi les calories produites et fournit de l'eau chaude pour tous les usages, pendant toute la journée.

Il se compose d'un réservoir cylindrique en tôle constamment rempli d'eau et éprouvé à une pression de 12 kilogrammes par centimètre carré. A l'intérieur de ce cylindre se trouve le corps de chauffe, constitué par une résistance en nickel-chrome placée dans un cylindre en acier inoxydable. L'isolation thermique du réservoir est obtenue au moyen d'une couche de liège aggloméré et d'une deuxième enveloppe de tôle peinte. L'eau chaude est soutirée à la partie supérieure du réservoir, tandis que l'eau froide est introduite par la partie inférieure, sans qu'elle se mélange à la première. Leur séparation s'opère spontanément par gravité.

Les chauffe-eau électriques sont de deux



SALLE DE BAINS ÉQUIPÉE AVEC UN CHAUFFE-EAU ÉLECTRIQUE À ACCUMULATION DE 100 LITRES DU TYPE MURAL

types : hors-pression et sous-pression. Cette distinction provient de ce que les seconds sont soumis constamment à la pression à laquelle est fournie l'eau de la ville (ou, par des artifices divers, à une pression inférieure lorsque celle-ci est trop élevée) et que les premiers ne le sont pas.

Le type hors-pression ne s'applique guère qu'aux petites installations ne possédant qu'un poste d'utilisation. Dans ce cas, seule la canalisation d'arrivée d'eau froide est munie d'un robinet. Lorsque l'on ouvre ce robinet, l'eau froide pénètre dans le chauffe-eau et en chasse une quantité correspondante d'eau froide.

Le chauffe-eau électrique est généralement réglé pour fournir de l'eau chaude à 90°. Comme, dans aucun cas, l'eau ne doit être portée à l'ébullition, un régulateur de température, ou thermostat, est chargé de couper le courant d'alimentation de l'appareil dès que la température de l'eau atteint 90°. Ce même appareil est chargé de rétablir le courant dès que la température s'abaisse à 75° ou 80°. Le principe du thermostat est fondé sur la dilatation inégale de deux métaux différents. En particulier la canne thermostatique se compose d'un tube creux en laiton, immergé dans le chauffe-eau et contenant une tige en métal invar fixée à l'extrémité. La tige d'invar se dilate extrêmement peu, tandis que le tube de laiton se dilate d'une manière très sensible ; le déplacement relatif des deux extrémités est convenablement amplifié, et provoque la mise en marche ou l'arrêt du chauffage.

On construit maintenant des chauffe-eau électriques à accumulation dont la contenance varie entre 15 litres et plus de 1.000 litres, c'est-à-dire susceptibles d'être utilisés dans toutes les installations, petites ou grandes. Jusqu'à 150 litres, ces appareils sont généralement du type mural, et, au-dessus, du type stable.

La capacité d'un chauffe-eau se calcule d'après le nombre de postes à desservir en comptant environ 5 litres de capacité par personne et par jour pour la cuisine, entre 20 et 30 litres d'eau par jour et par lavabo, pour trois ou quatre personnes, et entre 75 et 100 litres par bain. Ces faibles volumes sont, évidemment, augmentés, pour la baignoire et la toilette, de la quantité d'eau froide qu'il faut ajouter pour amener l'eau à sa température d'utilisation, soit 37° environ. Quelle que soit leur capacité, les chauffe-eau sont tous calculés de manière à pouvoir

chauffer toute l'eau qu'ils contiennent en huit heures. On compte pour cela environ 1,2 kilowatt par 100 litres d'eau. Leur consommation est de 10 kWh par 100 litres d'eau à 90°.

Il est à peine besoin de parler des qualités de propreté et d'hygiène de ces appareils, qui suppriment toute manutention de combustible et évitent la construction ou la réparation des conduits de fumée et autres inconvénients. Nous insisterons seulement sur leurs avantages au point de vue économique, avantages qui résultent principalement de l'utilisation des tarifs réduits auxquels est livrée l'énergie électrique. Accessoirement, cependant, il convient de remarquer que, par suite de la puissance électrique relativement faible qu'ils absorbent, les canalisations peuvent être très réduites et leur établissement peu coûteux. L'entretien de ces appareils est pratiquement nul et leur fonctionnement, entièrement automatique, ne nécessite aucune surveillance.

Ils prennent, actuellement, un développement considérable et trouvent d'intéressantes applications dans les salles de bains, les cuisines, les restaurants et salons de coiffure, chez les docteurs, les dentistes, dans les hôpitaux, etc.

Nous ne nous étendrons pas sur les petits appareils électriques, tels qu'aspirateurs, fers à repasser, bouilloires, etc. Ils sont d'un usage trop courant pour qu'il soit besoin d'insister sur les services qu'ils rendent. Les applications domestiques de l'électricité se réduisent trop souvent à ces accessoires indispensables, faute, généralement, de la part de l'usager, d'une idée précise des ressources et des avantages de l'électricité.

Les intéressantes possibilités offertes aux applications électro-domestiques se trouvent, dans bien des cas, restreintes par l'insuffisance des canalisations collectives d'immeubles. Il est donc nécessaire, aujourd'hui, de prévoir un emploi très large des applications de l'électricité et d'étudier, en conséquence, l'évaluation de la puissance nécessaire, sa répartition et la section des canalisations.

Il n'est pas douteux, cependant, que, grâce aux tarifications spéciales actuelles, en usage, en particulier, à Paris même, et aux améliorations considérables que les progrès de la technique ont permis d'apporter à la fabrication des divers appareils d'utilisation, ces derniers ne prennent un développement considérable dans le cours des prochaines années.

JEAN BODET.

LE MONDE STELLAIRE RÉVÉLÉ PAR L'ASTROPHYSIQUE

Par L. HOULLEVIGUE

PROFESSEUR A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE MARSEILLE

A la suite de l'article où M. Marcel Boll (1) a montré comment on étudie la structure des astres, M. Houllevigue a précédemment exposé ici (2) nos connaissances actuelles sur le monde planétaire. Poursuivant son voyage scientifique à travers l'espace, notre éminent collaborateur nous entraîne aujourd'hui vers le monde stellaire dont l'étoile la plus proche est dix mille fois plus éloignée de nous que Neptune, planète la plus lointaine, avant la découverte récente de la nouvelle planète à l'observatoire Lowell (Etats-Unis) (3). C'est à toute l'histoire des mondes, à leur naissance, à leur vie, à leur mort, que la science moderne nous permet d'assister aujourd'hui.

Ce qu'on peut lire dans un rayon de lumière

AVANT d'étendre au monde des étoiles les connaissances que nous avons acquises, dans un précédent article, sur le monde planétaire, il n'est pas inutile de rappeler, dans un bilan sommaire, les principaux renseignements que l'astrophysique nous apporte.

Elle nous fait connaître la distance des étoiles par rapport à nous, grâce à des mesures directes de parallaxe pour les plus rapprochées, et pour les plus lointaines, d'où la lumière met des siècles à nous parvenir, par des estimations qui comportent, nécessairement, une certaine incertitude.

Elle nous renseigne sur les mouvements de ces astres par la double mesure des

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 153, page 189.
(2) Voir *La Science et la Vie*, n° 153, page 198.
(3) Voir C. R. Acad. des Sciences du 7 av. 1930.



SIR WILLIAM HERSCHEL
Astronome et physicien anglais
(1792-1871)

vitesses radiales et tangentielles, ce qui nous permet d'acquérir une idée des grands mouvements d'ensemble qui les entraînent.

Nous connaissons encore, pour un nombre d'étoiles que le travail des astronomes accroît chaque jour, les dimensions véritables de ces

lointains soleils; et, même pour les astres plus éloignés, la comparaison de leur spectre et de leur éclat permet de prendre une idée approchée de leur diamètre; la connaissance du volume se complète par celle de la masse, spécialement pour les étoiles doublées au mouvement desquelles on peut appliquer les lois de la gravitation.

Enfin, l'étude spectrale des astres nous donne de précieux renseignements sur leur constitution chimique, sur l'état dans lequel se trouvent les couches rayonnantes superficielles, et spécialement sur la température et la pression de ces couches.

Armés de ces documents, qu'ils recoupent incessamment les uns par les autres de façon



HENRY NORRIS RUSSELL
Astronome américain de l'Université de Princeton (E. U.).

à en accroître la précision et la certitude, les astronomes sont parvenus à se donner une représentation du ciel dont je voudrais exposer ici, trop brièvement pour un aussi vaste sujet, les lignes directrices.

Les « univers-îles »

La première notion que nous devrons acquérir, c'est celle de l'extrême petitesse de notre système solaire par rapport au monde des étoiles : la lumière, qui met quatre heures à nous venir de Neptune, la planète la plus éloignée de nous, met plus de quatre ans à nous arriver de la plus proche étoile, et des milliers d'années à provenir des plus lointaines ; si, dans un plan en réduction de l'univers, Neptune était à 1 mètre, cette étoile voisine, alpha du Centaure, serait à 10 kilomètres et les autres seraient réparties dans un volume plus grand que notre Terre !

Pourtant, parce que des instruments plus puissants nous découvrent toujours de nouvelles étoiles, il ne faudrait pas croire que notre monde stellaire s'étende indéfiniment ; notre univers, à nous, est constitué par un nombre limité d'étoiles (probablement de 30 à 40 milliards), dont l'ensemble constitue une agglomération séparée des autres mondes par d'immenses solitudes, au delà desquelles les plus puissants télescopes aperçoivent, comme de légers flocons, d'autres univers sans doute tout pareils, c'est-à-dire constitués par des poussières d'étoiles : ces mondes séparés, ce sont les *nébuleuses spirales* que le grand astronome William Herschel appelait déjà des « univers-îles ». Comme les autres, notre monde est une de ces nébuleuses spirales, dont le diamètre est voisin de 50.000 années de lumière, et dont la Voie Lactée forme la partie la plus dense ; c'est cette origine qui lui a valu le nom de *nébuleuse galactique*. De cet immense conglomérat stellaire, dont le centre serait placé vers les constellations du Scorpion ou du Sagittaire, notre Soleil n'est qu'une médiocre étoile,

entraînée, avec des milliards d'autres, dans un mouvement d'ensemble dont le double tourbillon enroule la nébuleuse galactique sur elle-même, comme les spirales d'écume qui se dessinent parfois sur la surface mouvante d'un fleuve.

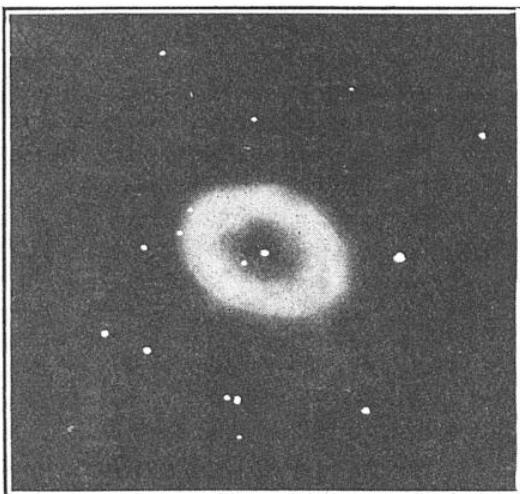
Des nébuleuses galactiques aux étoiles mortes

Ayant ainsi dessiné la configuration générale de notre monde galactique, c'est de lui seul que nous nous occuperons désormais ; aussi bien, il nous présente le plus étonnant spectacle de diversité apparente et d'unité foncière.

Voici, d'abord, les *nébuleuses galactiques*, comme celles d'Orion ou de la Lyre (voisines de la Voie Lactée), légers flocons blanchâtres, émettant une lueur diffuse que le spectroscope analyse en raies brillantes isolées, se détachant sur un fond continu, plus ou moins dégradé ; ce caractère les sépare nettement des nébuleuses spirales, extérieures à notre monde, qui sont *résolubles*, c'est-à-dire composées d'étoiles séparées. Ces nuages lumineux, dont le plus

grand nombre se trouve dans la Voie Lactée, sont constitués de matière gazeuse très diluée, c'est-à-dire d'atomes séparés, dont la température, qui a pu être mesurée pour la grande nébuleuse d'Orion, est sûrement inférieure à 15.000 degrés ; les gaz qui forment ces nébuleuses sont principalement l'hydrogène et l'hélium, mais le spectroscope y repère également des raies nouvelles, mises au compte d'un gaz inconnu et très léger qui a reçu le nom de *nébulium* (1) ; il semble, d'après cela, que les nébuleuses galactiques nous fassent assister, de loin, à la naissance des corps simples, et à la formation des étoiles, car il en est plusieurs où le télescope nous montre un point brillant central entouré

(1) On a émis également l'hypothèse que ces raies pourraient appartenir à un corps déjà connu, tel que l'hydrogène ou l'hélium, et proviendrait d'une sorte de fluorescence excitée dans la matière nébulaire par le rayonnement ultra violet de l'étoile centrale. (N. D. L. R.)



NÉBULEUSE ANNULAIRE DE LA LYRE,
PHOTOGRAPHIÉE A L'OBSERVATOIRE DU
MONT WILSON

d'une masse nébuleuse comme une chrysalide encore enveloppée par son cocon.

Mais il existe aussi des *nébuleuses obscures*, invisibles par elles-mêmes, qui se révèlent cependant à nous parce qu'elles nous cachent les étoiles situées derrière elles ; ces nuages immenses sont formés vraisemblablement par des grains de poussière cosmique, ayant chacun quelques dix-millièmes de millimètre de diamètre.

Si les nébuleuses galactiques nous présentent les formations les plus jeunes de notre univers, il est probable que cette jeunesse n'est pas éternelle et que, comme toutes choses, elles subissent les atteintes du temps. La vie humaine est trop brève pour que nous puissions suivre ces lentes transformations, mais, comme une forêt nous montre des arbres à des stades différents de leur évolution, nous voyons dans le ciel, à côté des nébuleuses de formes indéterminées, des amas déjà plus condensés, de forme annulaire ou sphéroïdale ; enfin des nébuleuses planétaires, formées d'une série d'enveloppes concentriques dont les plus extérieures montrent encore les spectres de l'hydrogène, de l'hélium et du nébulium.

Enfin, lorsque la condensation de la matière est poussée encore plus avant, la masse lumineuse nous apparaît, même au télescope, comme un simple point sans dimensions appréciables ; elle est parvenue au stade stellaire. Mais les millions d'étoiles dont la photographie ou l'observation visuelle nous

révèlent la présence, ne sont pas toutes pareilles ; déjà, à l'œil nu, nous pouvons distinguer entre elles des différences d'éclat et de coloration. C'est en précisant ces notions par la spectroscopie qu'on a pu les classer par rang d'âge et reconstituer, au moins dans les grandes lignes, l'histoire de leur évolution à partir de la nébuleuse génératrice. Une œuvre de telle envergure résume, à elle seule, l'effort de plusieurs générations d'astronomes et de physiciens, mais il n'est que juste d'en attribuer le principal mérite d'abord à sir Norman Lockyer, ensuite, et pour l'époque contemporaine, au grand astronome américain H.-N. Russell, de l'Université de Princeton.

Ce qui sort d'abord du cocon de la nébuleuse, c'est l'étoile géante, dont le type le plus représentatif est Antarès, belle étoile rouge située dans la constellation du Scorpion, à 22 années de lumière de notre Terre ; sa masse est 30

fois plus grande que celle du Soleil, mais son volume est 117 millions de fois plus grand, ce qui fait que sa densité est 4 millions de fois plus faible ; ainsi, Antarès diffère plus du Soleil, au point de vue de la densité, que l'air à un centième d'atmosphère ne diffère du platine ; c'est donc une immense bulle de gaz extraordinairement raréfiés ; quant à sa température, elle a pu être fixée, d'après la couleur et l'éclat de l'astre, au voisinage de 3.000 degrés, c'est-à-dire qu'elle est inférieure de moitié à celle de la photosphère solaire.



NÉBULEUSE SPIRALE DES CHIENS DE CHASSE

Cette superbe photographie de l'observatoire du mont Wilson montre nettement la configuration spirale que présentent un grand nombre de nébuleuses.

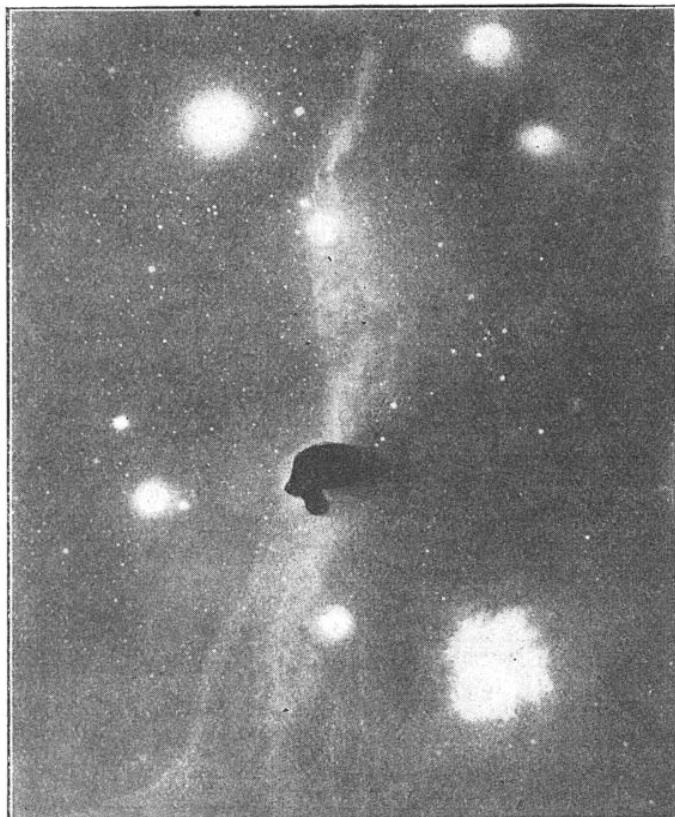
Comment évolueront, au cours des futurs millénaires, les grands soleils rouges dont Antarès est le type ? Déjà, il y a près de soixante ans, Homer Lane avait prévu la loi de cette transformation dont Russell a marqué, dans le ciel, les étapes successives. L'étoile rayonne et disperse ainsi son énergie dans l'espace ; si ce phénomène agissait seul, elle ne pourrait que se refroidir ; mais en même temps, elle se condense ; ses atomes tombent peu à peu vers le centre, et cette diminution de volume s'accompagne d'un dégagement de chaleur, dû aux mêmes causes que l'échauffement de l'air qu'on comprime. Ainsi, deux effets simultanés agissent en sens inverse. Au début, c'est le second qui l'emporte ; l'étoile s'échauffe plus par sa contraction qu'elle ne se refroidit par son rayonnement. Mais l'évolution ne se continuera pas indéfiniment dans le même sens : à mesure que l'étoile s'échauffe, son rayonnement s'accroît ; à mesure qu'elle se rapproche, la chaleur de compression diminue ; un moment viendra où, le premier effet l'emportant sur le second, l'astre commencera à se refroidir ; il redescendra, au cours des âges, le cycle des températures qu'il avait gravées, et reviendra à cet état d'étoile rougeâtre d'où il était parti ; mais, la contraction ayant agi au cours des millénaires, il sera devenu une *étoile naine*. Puis, le refroidissement de sa masse gazeuse continuant à se prononcer, sa radiation cessera d'être visible ; l'astre sera mort pour nos yeux, mais il continuera à décrire dans le ciel le chemin

tracé par la gravitation ; la densité superficielle de la masse gazeuse, toujours faible à l'extérieur, pourra acquérir à l'intérieur une valeur considérable, sous la poussée de pressions qui s'évaluent en millions d'atmosphères ; et comme ces gaz, encore chauds, sont ionisés, les atomes qui les constituent sont privés de leurs couches extérieures d'électrons, ce qui leur permet d'atteindre,

par compression, des densités dont rien, sur la Terre, ne peut nous donner une idée : c'est ainsi que le compagnon obscur de Sirius atteindrait, d'après les calculs des astronomes, la densité prodigieuse de 53.000, et ce nombre effrayant paraît confirmé par les expériences réalisées en vue de vérifier la théorie d'Einstein sur la déviation des rayons lumineux par les corps célestes.

Cette histoire est écrite dans le ciel, comme celle de l'évolution humaine dans tous les individus d'une cité ; nous y

voyons des étoiles de plus en plus chaudes, et dont le spectre se modifie en conséquence ; la température s'y élève jusqu'à 10.000, peut-être même jusqu'à 15.000 degrés, et ce sont alors ces astres étincelants, d'un éclat bleuté, dont les types les plus connus sont Rigel et Algol ; mais d'autres astres ont déjà dépassé cette période ascendante et leur lumière, plus blanche, marque le début du refroidissement ; tel est Sirius, qui doit son éclat à ses dimensions plus encore qu'à sa température, car celle de ses couches lumineuses ne dépasse pas 9.000 ou 10.000 degrés. Quelques millions d'années encore, et Sirius, à son tour, deviendra une étoile jaune



NÉBULEUSE OBSCURE DANS LA CONSTELLATION D'ORION

comparable en tous points à notre Soleil, c'est-à-dire que la température de sa photosphère sera redescendue au voisinage de 6.000 degrés. Et, les siècles succédant aux siècles, notre étoile, toujours moins brûlante, toujours plus petite, repassera par l'état d'étoile rouge, puis deviendra, avant de s'éteindre tout à fait, un point à peine visible, comme l'étoile de Barnard ou celle d'Innes ; en même temps, les atomes gazeux se combineront en molécules, et il apparaîtra, dans son spectre, les bandes caractéristiques de composés chimiques comme l'oxyde de titane... Mais, alors, les yeux humains ne seront plus là pour le voir.

Assurément, cette loi d'évolution n'est pas celle de toutes les étoiles ; il en est dont la masse est trop faible pour qu'elles puissent parcourir le cycle total ; celles-là « tournent court » et ne connaissent pas l'éclatante fortune de Rigel ou d'Algol ; soleils trop vite éteints, elles constituent les « abortons » du monde stellaire.

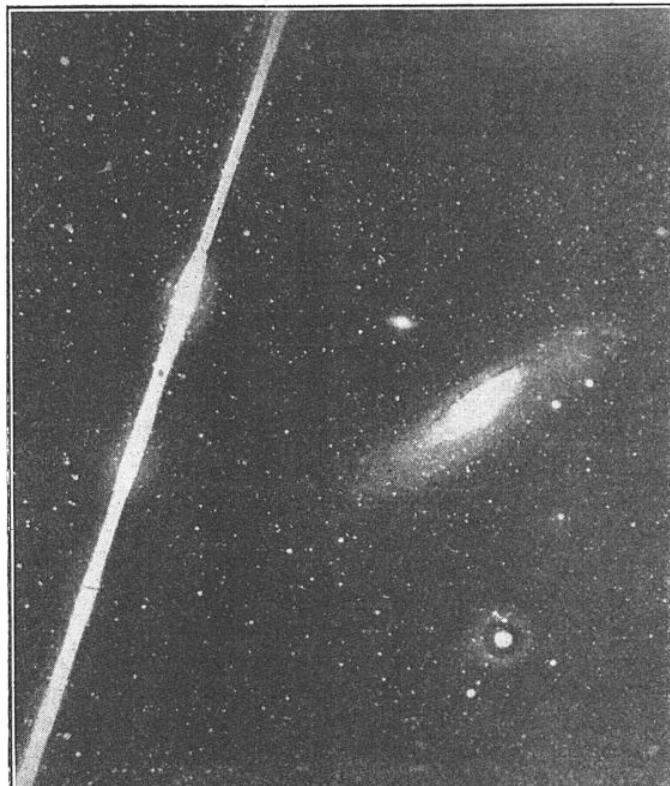
Puisque le destin des étoiles est de s'éteindre, le Ciel doit être un cimetière d'astres invisibles. Nous en connaissons quelques-uns, comme les compagnons obscurs de Sirius et de Procyon, par la déviation qu'ils imposent à leur brillant associé, ou encore par les variations d'éclat de certaines étoiles masquées périodiquement par un compagnon obscur. Il faut espérer que l'astrophysique ne restera pas impuissante à recenser les astres invisibles ; le jour où on saura photographier l'infrarouge, nous connaîtrons leur nombre et leur place dans le fir-

mament. En attendant cette découverte, qui doublera d'un coup le domaine de l'astronomie, on a essayé, par divers moyens, de supputer le nombre de ces astres obscurs ; tout porte à croire que ce nombre est inférieur à celui des étoiles visibles ; il faut, jusqu'à présent, nous contenter de cette indication, importante certes, mais malheureusement encore trop imprécise.

Le rajeunissement des mondes

La Nature nous montre partout la vie renaissant de la mort. Le monde stellaire échappe-t-il seul à cette loi ? Non, sans doute, puisqu'il nous fait parfois assister à la naissance d'une étoile. De tout temps, l'apparition de ces astres a frappé les hommes d'un profond étonnement, mêlé d'angoisse ; ils y ont vu des « présages dans le ciel » et l'annonce de grands événements sur la Terre. La plus belle de ces étoiles nou-

velles, ou de ces *novae*, comme on les appelle, eut l'heureuse fortune d'être observée par un des plus grands astronomes de tous les temps, le Danois Tycho-Brahé : « Un soir, dit-il, le 5 novembre 1572, où je considérais, comme à l'ordinaire, la voûte céleste dont l'aspect m'est si familier, je vis avec un étonnement indicible, dans Cassiopée, une étoile radieuse d'une grandeur extraordinaire. Son éclat surpassait celui de Sirius, de la Lyre ou de Jupiter ; on ne pouvait le comparer qu'à celui de Vénus quand elle est le plus près possible de la Terre... A partir du mois de décembre 1572, son éclat commença à diminuer ; elle était alors égale à Jupiter,



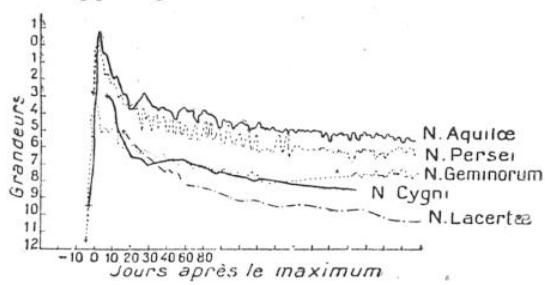
PHOTOGRAPHIE D'UN BOLIDE AU VOISINAGE DE LA NÉBULEUSE D'ANDROMÈDE

mais, en janvier 1573, elle était devenue moins brillante que lui; elle atteignait la deuxième grandeur en avril et mai, la troisième en juillet et août, la quatrième en novembre, la sixième en février 1574. » Le phénomène si exactement décrit par le grand astronome danois s'est reproduit maintes fois depuis lors et toujours avec les mêmes caractères ; nous avons assisté, en 1918, à la naissance d'une belle *nova* dans la constellation de l'Aigle, et le spectacle s'est renouvelé, en 1920, dans celle du Cygne. L'observation attentive du firmament, favorisée par la photographie, nous a appris que cette apparition d'étoiles nouvelles était un phénomène courant, qui se reproduit, en moyenne, une dizaine de fois par an : à supposer qu'il se soit poursuivi, au même rythme, depuis 200 millions d'années (qui représentent à peu près la durée des temps géologiques sur notre Terre), il a dû naître dans le ciel deux milliards

d'étoiles, c'est-à-dire à peu près autant qu'on en peut dénombrer avec les plus puissants télescopes ; ainsi, toutes les étoiles du firmament seraient d'anciennes *novæ*, et ce simple calcul nous aide à comprendre comment se produit le rajeunissement de l'univers. Si cette hypothèse est fondée, on voudrait au moins comprendre le mécanisme de ces apparitions soudaines. Elles suggèrent évidemment l'idée d'un formidable cataclysme, comme, par exemple, le télescopage de deux astres obscurs, portés insistantement à l'incandescence et vaporisés par le choc ; ou, moins brutalement, leur rapprochement momentané qui, sans contact, mettrait en jeu des forces attractives suffisantes pour les éventrer en faisant jaillir à la surface, à travers l'écorce déchirée, les laves centrales et les gaz intérieurs. Ces hypothèses ont été soutenues par d'illustres savants, mais elles n'ont pu résister à une étude précise des phénomènes, que l'analyse spectrale a rendue possible ; et le simple bon sens nous avertit qu'elle est inconciliable avec la rapide dimi-

nution d'éclat qui suit l'apparition brusque de la *nova*. La majorité des astronomes se rallie aujourd'hui à l'hypothèse de Kapteyn, qui attribue ce phénomène à la rencontre d'une étoile froide ou presque éteinte avec une de ces nébuleuses obscures, dont j'ai signalé plus haut la présence dans le ciel et que les Anglais désignent familièrement sous le nom de « sacs à charbon ». Le cataclysme ressemblerait alors, en très grand, à l'embrasement d'un bolide qui traverse l'atmosphère terrestre : ces projectiles abordent notre atmosphère supérieure, où l'air est extraordinairement raréfié, avec des

vitesses de quelques kilomètres par seconde, et le frottement suffit à les porter à l'incandescence ; quoi d'étonnant dès lors à ce que l'étoile et la nébuleuse, marchant, en sens inverse, avec une vitesse relative qui peut dépasser 100 kilomètres par seconde, donnent naissance à des forces de frottement suffi-



COURBES PHOTOMÉTRIQUES CARACTÉRISTIQUES DE DIVERSES NOVAE

Ces graphiques montrent avec quelle rapidité se produit la diminution d'éclat des étoiles nouvelles.

santes pour porter la surface de l'astre à l'incandescence, et peut-être pour en vaporiser une fraction ; les parties de la nébuleuse en contact avec lui participeraient à cette élévation de température, tandis que les régions plus éloignées, et restées froides, se contenteraient de diffuser la lumière du foyer intérieur. On s'explique ainsi toutes les apparences observées et, spécialement, la courte durée du paroxysme lumineux, qui ne laisse subsister après lui qu'un point brillant entouré d'une auréole plus ou moins étendue, formant un ensemble très comparable aux étoiles nébuleuses, qui ne sont elles-mêmes, sans doute, que d'anciennes « étoiles nouvelles ». C'est ainsi que, observant attentivement les faits, les confrontant sans cesse avec les théories qu'ils suggèrent, l'astronomie pénètre chaque jour plus avant dans l'explication de l'univers ; et notre étonnement s'accroît d'y découvrir, à chaque acquisition nouvelle, plus d'unité et plus d'harmonie.

L. HOULEVIGUE.

UN PROGRAMME NAVAL FAIT APPEL A DES CONSIDÉRATIONS TECHNIQUES, TACTIQUES, ÉCONOMIQUES QUE CHACUN DOIT CONNAITRE

Par C. HÉRIAC

Le programme naval a, ces derniers temps, défrayé la chronique mondiale. Et, cependant, combien peu savent exactement de quoi se compose un programme naval et quels sont les spécialisations et les buts des bâtiments qui le composent. Nous avons donc pensé que, pour suivre avec fruit l'évolution de la construction navale dans le monde et les problèmes qu'elle soulève, il fallait connaître tout d'abord les éléments techniques qui constituent une flotte moderne et les principes qui ont présidé à la conception des bâtiments de combat. Il y a là des considérations d'ordre technique, tactique, économique que chacun doit envisager pour comprendre la défense navale.

Les flottes, destinées à soutenir des conceptions très différentes pour leur utilisation, se ressemblent pourtant comme des frères jumeaux. Elles comprennent partout :

Une flotte de ligne (cuirassés),
Une flotte de croiseurs,
Des flottilles légères,
Des flottilles sous-marines,
Des flottilles aériennes,
Des bâtiments spéciaux.

Cette conception se justifie de la façon suivante. Pour battre à coup sûr un adversaire sur mer, il faut pouvoir lui opposer un ensemble de bâtiments plus puissants que son groupement le plus fort. C'est le rôle de la flotte de ligne. Mais, comme ces flottes de ligne sont très précieuses, on les risque rarement, à coup sûr autant que possible ; il faut pourtant faire du mal à l'adversaire de toute autre façon possible et en permanence. Pour cela, on trouble ses lignes commerciales à l'aide de croiseurs, et on essaie de surprendre sa force principale à l'aide de torpilleurs, de sous-marins et d'engins aériens. Tel est le schéma simpliste de la flotte et de son action. En réalité, chaque élément concourt fréquemment à des besognes très variées, différentes de celle pour laquelle il a été conçu.

Par suite de leur caractère un peu spécial, nous n'examinerons pas ici le rôle des flottilles aériennes et nous nous bornerons aux autres éléments d'une force navale. Pour la même raison, nous réservons l'examen des porte-avions.

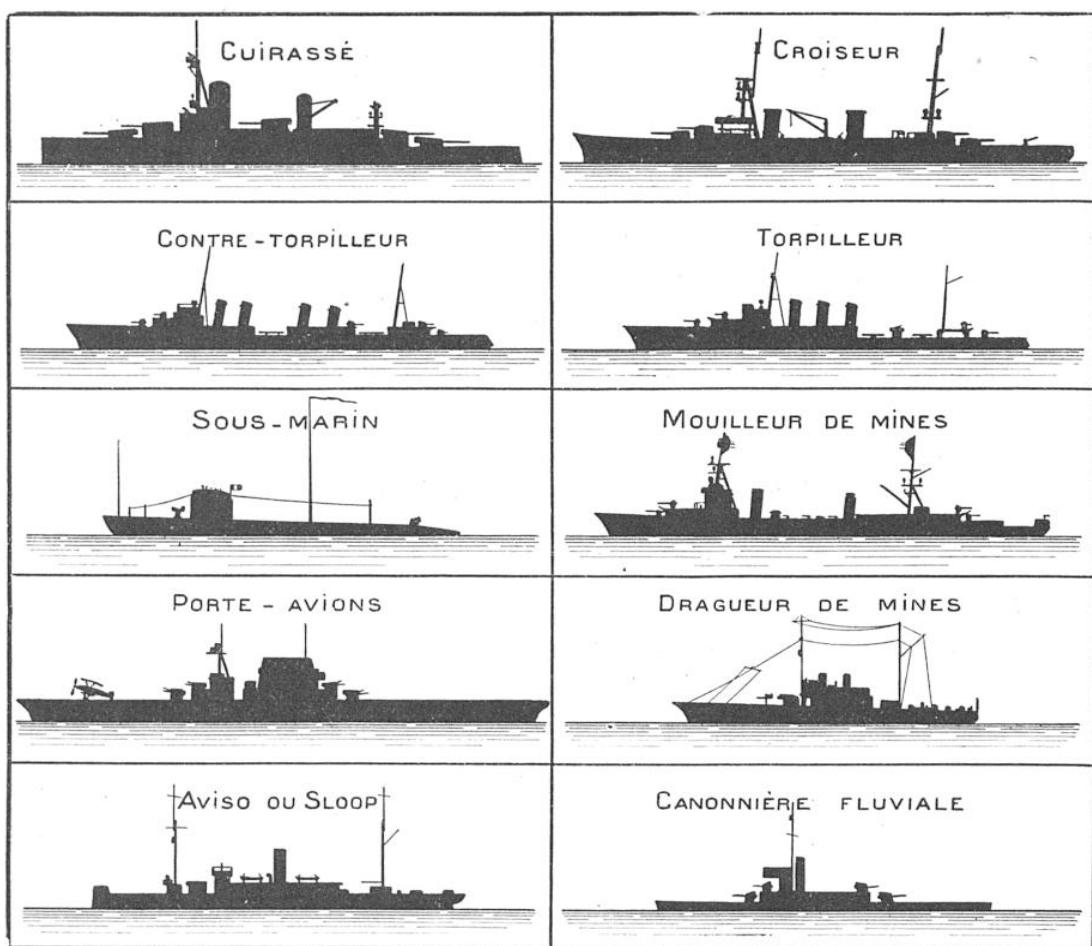
La flotte de ligne (cuirassés) reste le noyau de la force navale d'un pays

La flotte de ligne, avons-nous dit, est l'ensemble le plus puissant des bâtiments de la flotte. Il comprend, en Angleterre et en Amérique, une vingtaine de cuirassés, en France, une demi-douzaine, en Italie, quatre ou cinq.

Cette flotte de ligne est le noyau, l'épine dorsale de la force navale d'un pays. À la suite de la dernière guerre, une quantité de profanes de la mer, et même quelques marins, ont pensé que les flottes de lignes devaient disparaître. Ils fondent leur opinion sur le fait que les mastodontes cuirassés, extrêmement dispendieux, sont à la merci d'un coup heureux d'un adversaire méprisable mais audacieux, tel que sous-marin, torpilleur ou avion.

C'est là une erreur qui ne résiste pas à l'examen. Les cuirassés de la dernière guerre peuvent supporter une ou deux torpilles sans couler. Il est même probable que les *Rodney-Nelson* peuvent « encaisser » deux torpilles sans cesser de combattre. Les cuirassés sont aussi protégés efficacement contre les bombes aériennes.

Après comme avant l'apparition des armes ultra-modernes, le cuirassé reste donc le maître incontesté de la mer. Mais encore faut-il, pour cela, qu'il s'adapte aux conditions nouvelles du combat. Cette adaptation constitue une lourde sujexion, surtout pour les budgets. Jadis, jusque vers 1914, on

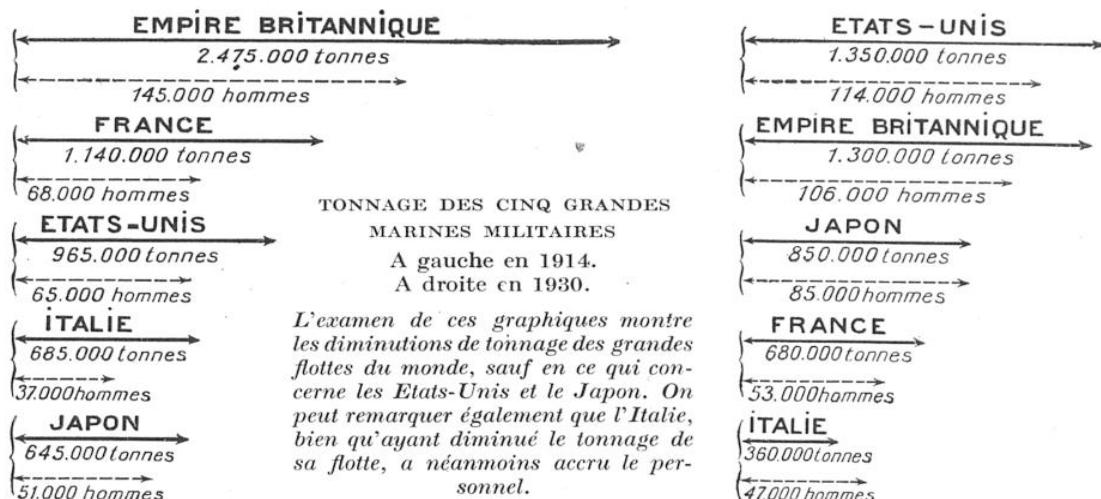


TYPES DE NAVIRES	GRANDE-BRETAGNE	ÉTATS-UNIS	JAPON	FRANCE	ITALIE
Cuirassés et croiseurs de bataille	20	18	10	9	8
Croiseurs	63	37	33	18	18
Contre-torpilleurs	185 (1)	276 (1)	119 (1)	13	7
Torpilleurs				60	69
Sous-marins	69	127	71	99	60
Porte-avions	8	5	6	2	1
Mouilleurs de mines (2)	1+6	3+14	4+0	2+0	0+14
Cuirassés garde-côtes ou monitors	4	0	0	0	0
Petits torpilleurs	0	0	0	7	47
Sloops	42	22	0	12	22
Avisos	0	27	3	45	7
Canonnieres fluviales	19	10	10	11	2
Dragueurs de mines	33	44	12	26	44

(1) Les États-Unis, la Grande-Bretagne et le Japon classent les contre-torpilleurs dans la catégorie croiseurs. Ces marines ne font pas de distinctions entre torpilleurs et contre-torpilleurs.

(2) Le 1^{er} chiffre indique les mouilleurs de grand déplacement ; le 2^e, ceux de petit déplacement.

BATIMENTS EN SERVICE, EN CONSTRUCTION OU EN PROJET EN 1930, DES CINQ PRINCIPALES PUISSANCES NAVALES DU MONDE



envisageait que les blessures dangereuses du cuirassé ne pouvaient provenir que des canons ennemis. On n'étudiait donc que la protection par blindages verticaux, et on était arrivé à des résultats satisfaisants.

Ces résultats ne satisfont plus à l'heure actuelle. Le cuirassé doit être protégé contre le *canon*, contre la *torpille* et la *mine*, contre les *bombes*, contre les *gaz asphyxiants*.

Pour la *protection contre le canon*, rien n'est changé aux conditions d'avant 1914. L'obus arrivant à peu près horizontalement, et cherchant à faire une voie d'eau dans les flancs, le blindage latéral de ces flancs est la protection la plus efficace. Il ne faut pourtant pas perdre de vue qu'il constitue une servitude énorme. Le *Hood*, croiseur de bataille anglais de 45.000 tonnes, a nécessité le poids formidable de 15.000 tonnes d'acier pour protéger ses flancs. Cette servitude est pourtant inévitable.

La *protection contre les torpilles et les mines* prenait naissance en 1914, et les cuirassés de cette époque étaient déjà pourvus de dispositifs qui se sont montrés efficaces. Tous ces dispositifs se ramènent au principe suivant, que la *Science et la Vie* a déjà exposé à ses lecteurs sous la plume de M. C. R. Darteville (1). Les trajectoires des torpilles se trouvent à une profondeur variant de 3 à 10 mètres, c'est-à-dire entre la partie inférieure du blindage et la quille. Entre ces deux profondeurs, on constitue les flancs du bâtiment par des compartiments vides ou au moins inutilisés, de 3 à 6 mètres de large du bord vers le milieu, et très fragmentés dans le sens de la hauteur et de la longueur du bateau. Une torpille heur-

tant cette région, les gaz produits par l'explosion se détendent dans le compartiment heurté et dans les compartiments les plus voisins. Les dégâts n'affectent pas, en principe, d'organes importants pour la marche du bateau, et ne compromettent pas davantage sa stabilité.

La *protection contre les bombes aériennes* est plus récente. Elle n'était pas née en 1914, et n'a pas encore reçu la sanction de l'expérience. Elle est envisagée et réalisée de deux façons que l'on applique simultanément. L'une consiste à opposer à la trajectoire verticale de la bombe, un blindage horizontal, sous la forme d'un pont cuirassé. Mais la protection *efficace*, réalisée de cette façon, exigerait un tel poids d'acier que, pratiquement, on y renonce. Les ponts blindés existant actuellement sont absolument insuffisants contre les bombes, et on a vu certaines de celles-ci traverser des buts du pont à la quille inclusivement. La meilleure protection est donc obtenue par la deuxième méthode, dite offensive. Celle-ci consiste à munir les cuirassés d'une artillerie antiaérienne assez puissante pour que les avions ne puissent parvenir en position de lancement.

Enfin, la *protection contre les gaz de combat* n'a été envisagée qu'après la guerre. Elle est encore dans la phase théorique ou au début de la phase expérimentale, mais personne ne peut prévoir la valeur militaire des quelques dispositifs adoptés. Cela est d'autant plus évident qu'il est même difficile de prévoir comment les attaques par gaz se feront à la mer. Signalons que la marine anglaise a adopté les vêtements étanches de caoutchouc, particulièrement efficaces contre les gaz vésicants,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 137, page 357.

Ainsi protégé contre les armes modernes et même futures, il semble que le cuirassé pourra s'aventurer sur la vaste mer sans craindre personne, et en faisant fuir devant lui tout autre bâtiment. Il n'en est rien et ce bâtiment, que nous avons dit être le plus puissant, est le seul qui ne puisse accomplir une mission avec ses seules ressources. Il sera toujours escorté par d'autres éléments maritimes. Ce paradoxe n'est qu'apparent, si l'on tient compte de ce que les cuirassés constituent le gros de la flotte. On peut, ici, faire une comparaison avec l'armée. Dans celle-ci, en admettant même que l'infanterie soit restée la reine des batailles, il ne peut venir à l'idée de réaliser une opération de grande importance avec cette seule force. On fera intervenir, en une ou plusieurs « grandes unités », toutes les armes terrestres. Il en est de même dans la marine. Quand le gros de la flotte entreprend une opération, celle-ci est toujours importante ; il doit le faire avec le maximum de chances, et, pour cela, réunir autour de lui toutes les armes navales : croiseurs, torpilleurs, sous-marins, avions. La comparaison peut-être serrée davantage. Dans l'armée, la décision sera obtenue, *normalement*, par l'infanterie, arme principale. Les autres armes réalisent des tâches auxiliaires : éclairage, destruction d'ouvrages, déblayage, poursuite, et ce n'est qu'exceptionnellement, par un coup heureux et fortuit, qu'elles peuvent provoquer une décision imprévue. Il en est de même ici. Croiseurs, torpilleurs, sous-marins, avions, effectuent normalement des tâches importantes mais auxiliaires, sur lesquelles nous reviendrons. Ce n'est qu'exceptionnellement qu'un coup heureux de ces bâtiments peut avoir une influence capitale sur l'issue d'un combat entre cuirassés.

Le rôle et la constitution des croiseurs

Le croiseur, ainsi que toutes les autres catégories de bâtiments, à l'exception du cuirassé, a un rôle complexe et peut avoir à remplir des missions de divers ordres.

D'une part, annexé à la flotte de ligne, il sert d'éclaireur aux escadres cuirassées pendant la recherche de l'ennemi et il leur sert de soutien pendant le combat. La bataille du Jutland constitue, à ce point de vue, un exemple classique. Les croiseurs (il ne s'agit pas, ici, des croiseurs de bataille) étaient déployés en avant de la force cuirassée à distance extrême de visibilité, et même au delà, comme l'indique la figure p. 471. Il en résulte qu'ils apercevaient les premiers éléments ennemis, qui étaient eux-mêmes des éclai-

reurs, à une distance telle que leurs propres cuirassés avaient le temps de se préparer au combat avant d'être arrivés à portée d'artillerie. C'est le principe même de l'éclairage.

Pendant le combat, le croiseur est incapable de se heurter à un cuirassé, car son artillerie et sa protection sont insuffisantes. Par contre, il peut et doit, suivant les ordres reçus, s'opposer aux opérations des croiseurs ennemis, et surtout repousser les attaques des torpilleurs ennemis et soutenir celles des torpilleurs amis. Les cuirassés sont armés d'une artillerie légère qui permet théoriquement de repousser les attaques à la torpille. Mais cette artillerie n'agit que dans un cercle dont le rayon est égal à sa portée (15.000 à 20.000 mètres). Elle est donc obligée, pour accomplir sa mission, de détruire des torpilleurs nombreux en un temps très bref. La présence des croiseurs allège sa tâche en ce que ceux-ci agissent beaucoup plus tôt et beaucoup plus loin sur les torpilleurs ennemis, et avec des armes plus puissantes. (L'artillerie secondaire des cuirassés est, en général, de 14 centimètres, alors que les croiseurs agissent avec leur artillerie principale de 20 centimètres).

En résumé, comme auxiliaires directs des cuirassés, les croiseurs sont chargés : de trouver l'ennemi, de contrebattre les croiseurs ennemis, et d'arrêter les attaques des torpilleurs.

On peut également les employer, d'une façon indépendante, contre le commerce. Cette méthode a été l'objet de sophismes très dangereux. Que, faute de mieux, une marine bloquée dans ses bases expédie ses croiseurs dans des raids isolés, audacieux, brillants et relativement fertiles en destructions matérielles, cette stratégie est logique. Mais qu'une marine, même inférieure, libre de sortir, emploie systématiquement ses forces légères contre le commerce ennemi au lieu d'attaquer ses forces militaires, il y a là une erreur qui fut toujours mortelle à ceux qui l'employèrent : Louis XIV, sur la fin de son règne ; notre marine révolutionnaire et impériale ; la marine allemande pendant la dernière guerre. En vérité, cette méthode produit chez l'ennemi des dégâts en matériel, en vies humaines, et surtout des troubles économiques (vie chère, ralentissement du commerce, élévation des primes d'assurances). Mais ces troubles et ces dégâts, même frappant et enthousiasmant l'opinion publique, comme ce fut le cas pour l'*Emden*, sont insignifiants en regard du but à atteindre : la destruction de l'organisation militaire ou nationale ennemie. La méthode est même

d'autant plus dangereuse qu'elle aveugle l'opinion et l'égarer dans des voies sans issue. La seule méthode rationnelle et efficace consiste, en premier lieu, à concentrer tous les efforts sur la force militaire ennemie, et à ne se consacrer à la guerre de course, qui devient alors un blocus, que lorsque son annihilation a été obtenue. Tant que ce premier point n'est pas acquis, les raids des croiseurs contre le commerce ennemi ne doivent être que des diversions tendant à tromper l'adversaire.

Quels sont les bâtiments que l'on appelle actuellement des croiseurs et auxquels seront confiées les diverses missions que nous avons étudiées ? Le croiseur est un bâtiment qui, avant tout, est rapide et possède un grand rayon d'action. Les qualités d'armement et de protection ne viennent qu'ensuite. On voit donc immédiatement le grand défaut de ce genre de bâtiment, qui, dans de nombreuses circonstances, sera obligé de fuir. Les diverses marines avaient essayé, dès avant la guerre, de tourner la difficulté : en France, par les croiseurs cuirassés ; à l'étranger, par les croiseurs de bataille. Depuis la guerre, ces deux catégories ont tendance à disparaître pour faire place, soit au croiseur pur, tout en vitesse et sans protection, soit au cuirassé pur, à faible vitesse, à forte protection et à grande puissance d'armement.

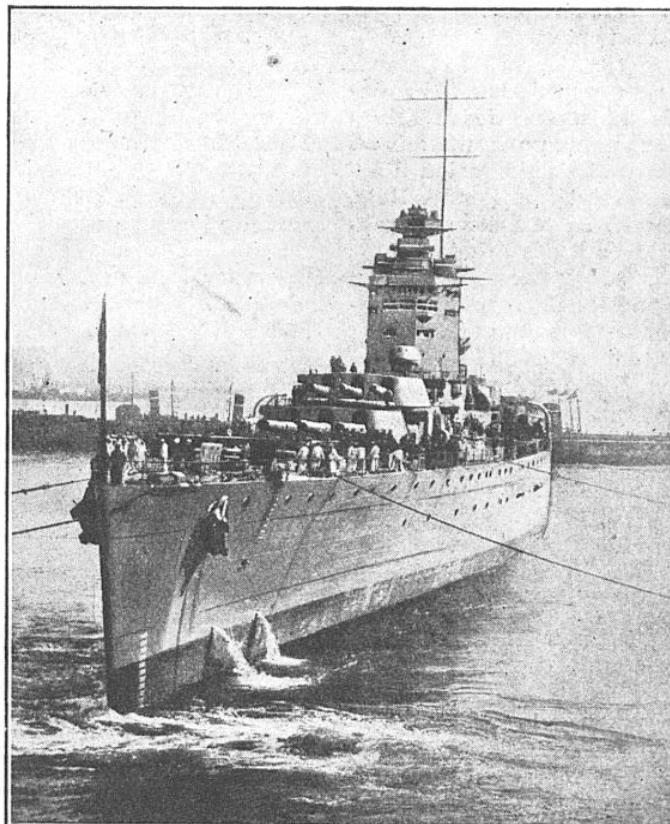
A moins que, marchant sur la trace de la marine allemande, les autres marines ne considèrent que le navire optimum doit marcher

26 à 28 noeuds au lieu de 20 à 23 noeuds. Ce serait un retour déguisé au croiseur cuirassé. Est-ce là la bonne méthode ? Il est certain que, pour le déplacement de 10.000 tonnes qu'il leur était interdit de dépasser, les Allemands ont obtenu, avec l'*Amiral-Scheer*, ce qui se fait actuellement de mieux dans le genre. Encore faut-il faire toute réserve sur la protection, qui est inconsciente des étrangers, et qui, d'après un éminent critique danois, serait déficiente. Les ingénieurs allemands doivent ce résultat, néanmoins brillant, à une savante et coûteuse technique : emploi d'alliages légers, de moteurs légers, et de la soudure dans la construction. S'ils en avaient eu la liberté, n'auraient-ils pas pu obtenir, pour un moindre prix, un bâtiment de 15.000 à 20.000 tonnes plus puissant ? Nous pensons qu'ils l'auraient pu, et que les ingénieurs d'un pays quelconque peuvent obtenir, pour moins cher, un bateau plus puissant à tous points de vue que l'*« Amiral-Scheer »*. Celui-ci n'est donc la meilleure solution, répétons-le après M. Darteville (1), que pour une nation dont le budget naval est riche et même prodigue, et qui en est réduite à ne pas dépasser un certain déplacement.

Les flottilles légères

Les flottilles légères se composent de contre-torpilleurs et de torpilleurs, mais la première catégorie est mal définie.

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



LE « RODNEY », CUIRASSÉ BRITANNIQUE DE 35.000 TONNES. C'EST UN DES PLUS MODERNES ET DES PLUS PUISSANTS CUIRASSÉS DU MONDE

dans de nombreuses circonstances, sera obligé de fuir. Les diverses marines avaient essayé, dès avant la guerre, de tourner la difficulté : en France, par les croiseurs cuirassés ; à l'étranger, par les croiseurs de bataille. Depuis la guerre, ces deux catégories ont tendance à disparaître pour faire place, soit au croiseur pur, tout en vitesse et sans protection, soit au cuirassé pur, à faible vitesse, à forte protection et à grande puissance d'armement.

A moins que, marchant sur la trace de la marine allemande, les autres marines ne considèrent que le navire optimum doit marcher

Le torpilleur est, en principe, construit pour deux missions nettement cataloguées :

1^o Accompagner la flotte de ligne, la protéger contre les sous-marins, l'éclairer, attaquer la flotte ennemie à la torpille pendant le combat ;

2^o Tenter des raids contre les bases ennemis, de préférence la nuit, pour surprendre l'ennemi au mouillage (attaque des Russes par les Japonais à Port-Arthur).

Les principes fondamentaux qui commandent la construction de ces bâtiments découlent toujours de ces missions. En réalité, si on étudie l'histoire des marines modernes, on constate que, pour une fois où ces bâtiments légers ont eu l'occasion d'accomplir leur mission essentielle (Port-Arthur, Tsou-Shima, Jutland), ils ont été des centaines de fois employés à des missions sans grandeur, mornes et prosaïques, sans aucun rapport avec leur métier de torpilleur proprement dit. Tels étaient, pendant la guerre, les convoys, les recherches de bateaux en détresse, les recherches des sous-marins, les transports spéciaux rapides, etc...

On pourrait donc, semble-t-il, trouver illogique la construction de ces bateaux précieux d'après les principes énoncés. Il n'en est rien. Remarquons d'abord que qui peut le plus peut le moins, et que les missions signalées plus haut comme essentielles sont les plus difficiles de toutes celles que le torpilleur est appelé à remplir. D'autre part, toutes les missions accessoires, en particulier recherches de sous-marins et convoys lents, commerciaux ou militaires, demandent, pour être efficacement réalisées, une souplesse d'armement, une mobilité et une faible vulnérabilité que seule possède le torpilleur.

La constitution du torpilleur résulte des considérations précédentes. C'est un bâtiment qui est *petit* pour être peu vulnérable, *rapide* pour attaquer efficacement, *armé de canons* pour se protéger contre ses semblables, de quelques *grenades* pour effrayer les sous-marins, et surtout *armé de torpilles* pour tenter en groupe un coup heureux contre un ou plusieurs gros bâtiments. Sa protection contre les grands bâtiments ne peut être assurée que par la fuite ou par d'autres grands bâtiments.

La délimitation entre contre-torpilleurs et croiseurs est assez mal définie. Les Anglais, qui ont des bâtiments de tous les tonnages compris entre 10.000 et 3.000 tonnes, donnent le nom de croiseur même à de petits bâtiments de 4.000 tonnes armés de cinq canons de 15 millimètres. Notre marine possède les seuls déplacements de 10.000,

8.000 et 3.000 tonnes, et donne à ces derniers le nom de contre-torpilleur. Or un de ceux-ci peut se heurter, sans présomption excessive, à un croiseur léger britannique de 4 à 5.000 tonnes. Il aurait évidemment moins de chances que son adversaire, mais la différence peut être comblée par une meilleure qualité de l'artillerie. Au point de vue de la terminologie, il est plus logique d'adopter la classification anglaise. Il est, en effet, plus logique de dire que tout ce qui est *contre le torpilleur* est, de ce fait, un croiseur.

Ce n'est, d'ailleurs, pas une simple question de mots, mais aussi d'emploi des armes. Il est indispensable, pour un torpilleur, d'être petit. Cette qualité lui est nécessaire pour être peu vulnérable aux obus dans les attaques de jour et peu visible dans les attaques de nuit. Elle est tellement nécessaire que certaines amirautes imposent à leurs ingénieurs un certain déplacement maximum (1.100 à 1.300 tonnes), en leur demandant de trouver ensuite le maximum de qualités compatibles avec ce déplacement.

Le sous-marin. Son droit à l'existence. Son avenir

Le sous-marin constitue l'arme navale proprement dite la plus moderne, celle que la dernière guerre a mis au pinacle pour certains esprits, aux enfers pour d'autres. Ce sont là deux opinions excessives, mais il n'est pas mauvais de s'y arrêter, car seul ce genre de bâtiment se voit vigoureusement attaqué, non seulement au point de vue quantité, mais au point de vue même de son droit à l'existence.

Le sous-marin n'est pas la panacée universelle que croient des admirateurs trop simples. La fin de la dernière guerre a déjà montré que ses adversaires maritimes ou aériens commençaient à prendre le dessus. *Il ne faut pas douter que la puissance industrielle et scientifique des nations hostiles au sous-marin a dès maintenant réalisé des armes capables de profiter de ses défauts et de contre-balance ses avantages.* Son avantage capital, essentiel, est l'invisibilité, que l'on combattra toujours de mieux en mieux par les divers systèmes de détection, acoustique ou électromagnétique, fixe ou mobile, et par la patrouille aérienne. Ses inconvénients sont un faible rayon de vue et une faible vitesse. L'adversaire en profite défensivement, en faisant naviguer ses forces navales à grande vitesse et en routes sinuueuses. Il en profite offensivement parce que la faible vitesse du sous-marin en plongée lui rend la fuite très difficile quand il est

« fixé » par des détecteurs mobiles. Elle le fait tomber dans des pièges extrêmement nombreux, quand il a été décelé par des organes fixes et côtiers. Même sans être détecté, le sous-marin doit s'attendre à rencontrer des pièges sournois et mortels quand il s'attaque aux bases ennemis.

De toute façon, l'époque sans risques de la guerre en dentelles est finie pour cette arme, s'il est possible d'appeler ainsi la méthode odieuse employée par les Allemands pendant la dernière guerre. Il faut revenir à la lutte courageuse et dangereuse des militaires contre militaires exclusivement. Cela sera d'autant plus facile à la marine française qu'il ne semble pas avoir été jamais dans ses doctrines de combattre autrement.

Le sous-marin étant ainsi limité à un emploi indiscutablement légitime, son existence est elle-même aussi légitime que celle de tout autre bateau de guerre. Il n'est pas plus logique de le supprimer parce que les Allemands l'ont employé abusivement, qu'il ne serait logique de supprimer les corporations d'avocats ou de notaires, ou toute autre, parce qu'elles contiennent des individus véreux.

Le sous-marin est-il une arme défensive comme le soutient la thèse française, ou offensive comme le soutiennent les Britanniques ? La question est oiseuse. L'ensemble des forces navales constitue lui-même une arme défensive, un bouclier, puisque son but est d'empêcher un débarquement ennemi, et de permettre le libre usage de la mer, qui est le bien de tous. Ses propriétés offensives sont, au contraire, à peu près nulles, car, dans le cas d'une attaque du territoire ennemi, sa tâche se borne à protéger les lignes de communication, ce qui est une tâche défensive. Le sous-marin est donc une arme défensive ou offensive dans la mesure où l'ensemble de la flotte est lui-même défensif ou offensif. Ajoutons que

cela n'augmente ni ne diminue en rien son droit légitime à combattre.

Ce qui, pourtant, malgré son apparence offensive, permet de dire que le sous-marin est une arme défensive, c'est que, d'une part, il lui est difficile de réussir à attaquer les bases ennemis, et que, d'autre part, une force ennemie de surface, même considérable, venant attaquer une base défendue par des sous-marins, risquerait fort de mettre le pied dans un véritable panier de crabes et de ne pas s'en retourner indemne.

Les missions du sous-marin. Le forceur de passes

Quelles sont les missions que le sous-marin est capable de remplir et celles qu'il est appelé à remplir ? Ecartons d'abord la guerre au commerce pour des raisons évidentes de moralité, maintes fois signalées.

Il peut encore :

1^o Surveiller les bases ennemis à une faible distance, grâce à son invisibilité, ce que ne pourrait faire un bateau de surface ou un avion sans être décelé ;

2^o Mouiller des mines près de ces bases ;

3^o Il peut être placé en sentinelle d'éclairage, seul ou en groupe déployé, dans une région où l'on attend le passage de l'ennemi, et signaler ce passage à des forces d'attaque amies. Dans ce cas, il attaque lui-même ou non, suivant les ordres qu'il reçoit, et surtout suivant la possibilité et l'utilité ;

4^o Inversement, il peut être placé en attente, de façon à pouvoir utiliser des renseignements d'éclairage pour aller se poster en position d'attaque d'une force ennemie faisant route ;

5^o A un point de vue stratégique plus élevé, il doit être constamment employé par la flotte la plus faible pour essayer d'annuler, par des coups heureux, la différence désavantageuse des forces ;

6^o Comme cas particulier de l'emploi précédent, il peut être employé à forcer des



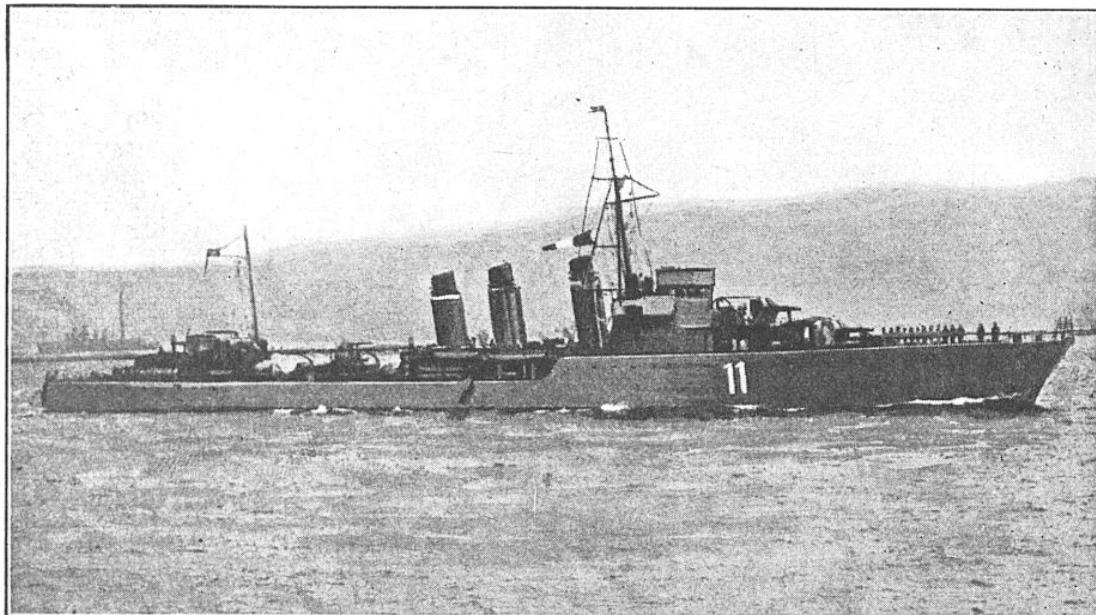
En I se trouve la flotte de ligne comprenant cinq escadres cuirassées. En avant est déployée une ligne de torpilleurs (II) assurant la protection de la grande flotte contre les sous-marins. Puis un croiseur (III), relais d'éclairage, et enfin une escadre de croiseurs déployée (IV), assurant l'éclairage.

bases ennemis et effectuer à l'intérieur des destructions militaires.

Toutes ces méthodes ont été mises en pratique dès la dernière guerre. L'emploi constant du sous-marin, en vue d'égaliser les forces, était une des premières et des plus saines conceptions de la marine allemande. Il n'a dépendu que d'elle de s'y tenir. C'est cet emploi qui, non seulement justifie l'arme sous-marine, mais encore en fait « l'arme bénie du pauvre ». Cette méthode seule, par la crainte qu'elle inspire, malgré ses faibles

due à l'avenir par : des champs de mines, des réseaux de détection électromagnétiques, des réseaux de détection acoustiques, des patrouilleurs de surface, des patrouilleurs aériens, des filets indicateurs, révélant la position et la marche du sous-marin sans que celui-ci s'en doute, des filets à mines, qui ne se manifestent au sous-marin que par l'explosion mortelle d'une mine le long de sa coque, des filets d'arrêt.

Pour triompher de tant d'obstacles, qui rappellent à l'esprit les travaux d'Hercule, il



TORPILLEUR FRANÇAIS « TEMPÈTE » DE 1.340 TONNES ET 105 MÈTRES DE LONG, ARMÉ DE QUATRE PIÈCES DE 130, UNE DE 75 ANTIAÉRIENNE ET SIX TUBES LANCE-TORPILLES

chances, est capable d'amener les puissantes nations sur le chemin de l'équité. Sauf cette ressource, il serait évidemment inutile d'entretenir une force de six cuirassés vis-à-vis d'autres marines qui en entretiennent vingt.

La dernière méthode d'emploi mérite une étude spéciale. Si les sous-marins allemands ont échoué pendant la guerre dans l'égalisation des forces, c'est surtout parce que l'ennemi se tenait dans des bases bien défendues. Il en sera, évidemment, de plus en plus ainsi. Les sous-marins actuellement construits sont certainement aptes à remplir les missions classiques qui constituent les quatre premières énoncées. Par contre, on imagine difficilement un succès dans la dernière méthode, avec les règles de construction actuelles. Pour ne tenir compte que des engins rendus publiques, toute base sera défen-

faut, évidemment, un sous-marin spécialement construit dans ce but, un *sous-marin forceur de passes*. Il ne semble pas que ce type de sous-marin existe nulle part. Voici quelles devraient être ses caractéristiques idéales.

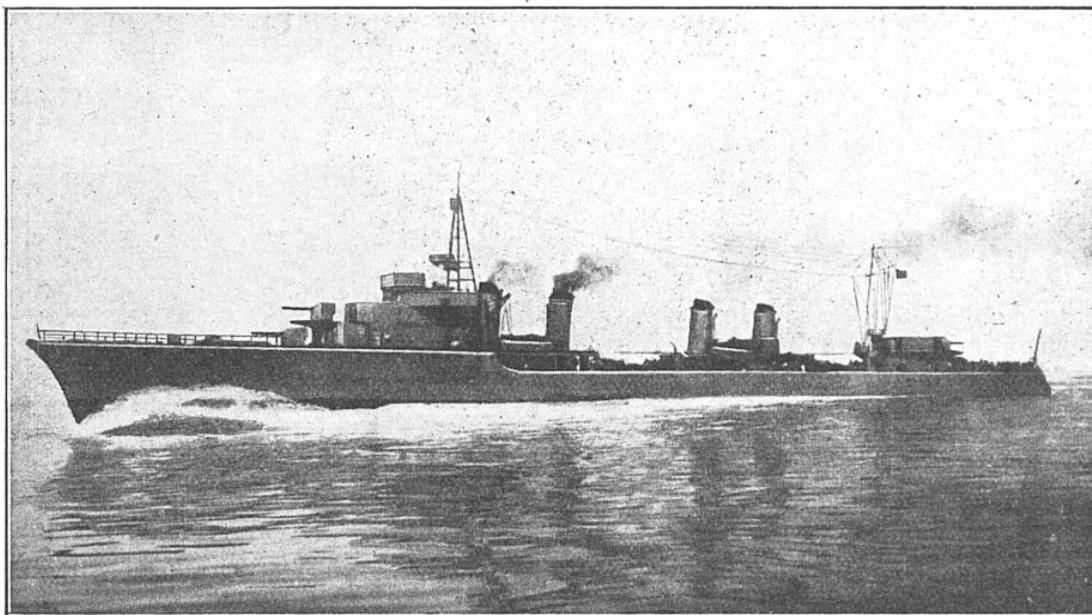
Le sous-marin forceur de passes doit être en cuivre (métal non magnétique). Il doit être de faible déplacement, de faible puissance en surface comme en plongée. La grande vitesse et les grands rayons d'action lui sont inutiles. Tous ces caractères permettent d'économiser du poids pour outiller spécialement ce genre de bâtiment. Il doit pouvoir tenir la plongée très longtemps (trois ou quatre jours), car la patience et la ténacité, ainsi que la discrétion, sont des qualités indispensables au succès de ses entreprises. Il doit posséder un armement

de scaphandriers qui explorent sa route et préparent les travaux de destruction.

Cette énumération doit être considérée par le lecteur beaucoup plus comme une inspiration à la Jules Verne que comme une doctrine ferme, car elle s'écarte considérablement des règles actuelles de construction.

Néanmoins, il est certain que le sous-marin forceur de passes doit exister et qu'il doit être rigoureusement spécialisé pour être capable d'accomplir ses missions.

d'une forte lame. On les réserva donc pour la protection des côtes. Il est à peine besoin de faire observer que cette conception est exactement l'opposé de l'opinion actuelle, qui fait du cuirassé le conquérant de la haute mer. Lors de la dernière guerre, les cuirassés possédaient, depuis longtemps, et au plus haut degré, les qualités de vaisseaux de haute mer. Mais cette guerre mit en lumière un défaut capital chez eux. Leur grand tirant d'eau et leur vulnérabilité les rendaient improches au bombardement des fortifications



LE CONTRE-TORPILLEUR FRANÇAIS « GUÉPARD », LANÇÉ EN 1928, ET DONT LA VITESSE, AUX ESSAIS, ATTEIGNIT 35,5 NŒUDS (66 KM A L'HEURE)

Les bâtiments spéciaux

A côté des catégories fondamentales que nous venons d'étudier, une flotte possède une très grande variété de bâtiments secondaires. Ces bâtiments sont, pour la plupart, d'une faible valeur de combat. Ils sont, en effet, construits beaucoup plus en vue de corvées spéciales qu'en vue du combat. Nous donnons, page 466, un tableau récapitulatif de ces bâtiments pour les cinq grandes puissances.

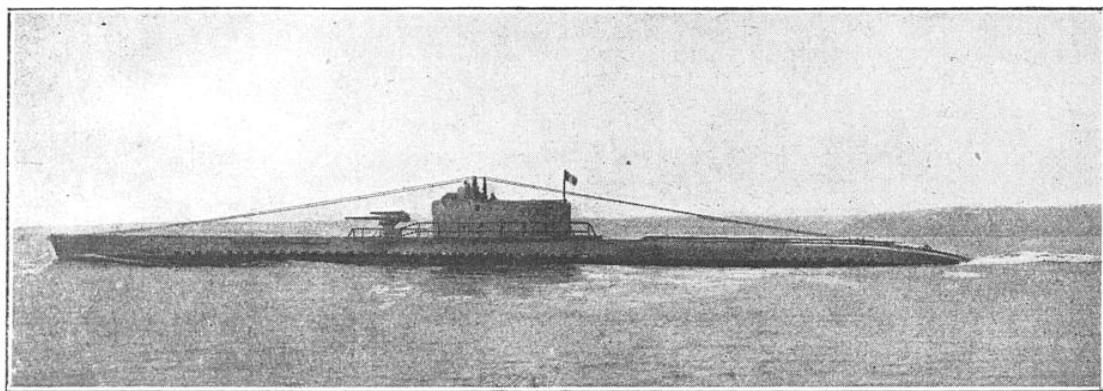
Les cuirassés *garde-côtes* ou *monitors* constituent un type très spécial de bâtiments. Au début de la construction des cuirassés, on n'était pas parvenu à leur donner des qualités suffisantes de tenue à la mer et de vitesse. L'un d'eux, un anglais, « fit le tour », dans le golfe de Gascogne, vers 1880, sous l'influence

allemandes des Flandres. Pour y parer, on construisit, en Angleterre seulement, des monitors. Ce sont des bâtiments à faible puissance motrice, très protégés contre la torpille, à faible tirant d'eau et possédant quelques gros canons. D'une façon simpliste, on peut dire que ce sont des plates-formes robustes, presque fixes, pour deux ou quatre canons. Construits pour un cas très particulier, il ne semble pas qu'ils soient appelés à se développer. De fait, aucune puissance n'a imité la Grande-Bretagne.

Les *mouilleurs de mines* et *dragueurs de mines* sont, au contraire, appelés à jouer un rôle très important dans toutes les guerres futures. Les uns mouillent des mines dans l'espoir de voir les bateaux ennemis se briser sur elles, les autres cherchent à neutraliser l'effet des premiers. Les conditions d'emploi

des mines, et, par suite, des mouilleurs et dragueurs, dépendent essentiellement de la profondeur de la mer et de la grandeur de la marée. Actuellement, on n'envisage pas, pour diverses raisons techniques, le mouillage des mines par des fonds supérieurs à 300 mètres. Il en résulte que les mouilleurs et dragueurs n'ont rien à faire par ces fonds et que les autres bâtiments n'y ont rien à craindre. La marée intervient, par sa hauteur et par les courants qu'elle crée, pour rendre plus délicates les opérations de mouillage et de dragage. Les dragueurs sont tous de faible déplacement. Il faut, en effet, qu'ils soient de faible tirant d'eau pour pouvoir passer

armés de deux à quatre canons de 10 ou 12 centimètres. Faiblement armés, ils sont, par contre, très habitables, et peuvent tenir la mer longtemps. Ils sont particulièrement propres à des missions de patrouille, de renseignement, de détection et à des opérations secondaires dans des régions lointaines. Ceux qui sont actuellement en service en France sont tous des bateaux de circonstance, c'est-à-dire construits pendant la dernière guerre, pour cette guerre. Les derniers étaient construits pour donner, de l'extérieur, l'illusion d'un bateau de commerce. La marine française construit actuellement un autre type, qui semble destiné à durer, sous la



PETIT SOUS-MARIN FRANÇAIS DU TYPE « ONDINE », DE 64 MÈTRES DE LONG (1927)

impunément sur les champs de mines. Comme leur travail ne demande qu'un matériel relativement rudimentaire et peu considérable, on peut, à la mobilisation, aménager rapidement de nombreux chalutiers pour cette tâche. On a ainsi une flottille de dragueurs à faible vitesse, suffisante pour tenir éloignées de tout danger les passes d'approche des ports. Dans certaines zones, telles que la mer du Nord, la Manche, le large de la Bretagne, des mines peuvent être mouillées très loin, grâce aux faibles fonds. Comme on ne peut pas draguer en permanence de telles étendues, il faut, pour protéger les escadres, les faire accompagner par des dragueurs spéciaux rapides. La meilleure formule pour ce genre de bâtiments semble être obtenue par des torpilleurs, auxquels quelques légères modifications ont été apportées.

Les *sloops* et *avisos* constituent deux catégories très voisines de bâtiments secondaires, si voisines que certains marins appellent sloops ce que d'autres appellent avisos. Ce sont, en général, des bâtiments de 1.200 à 2.000 tonnes, pouvant marcher 16 à 20 noeuds,

forme des avisos coloniaux. Ils ont les qualités des précédents, auxquelles vient s'ajouter un très grand confort, spécialement étudié pour le séjour dans les pays chauds.

Les *canonnières fluviales* sont, comme leur nom l'indique, des bateaux impropre à la vie en haute mer. Leur utilité est particulièrement appréciée sur des réseaux fluviaux internationaux (Rhin, Danube), ou dans les colonies. Ajoutons que les grands fleuves de Chine sont constamment patrouillés actuellement par une flottille internationale de ces canonnières, pour assurer la protection des intérêts étrangers. Elles sont de faible déplacement, de faible vitesse, assez peu armées et de très faible tirant d'eau.

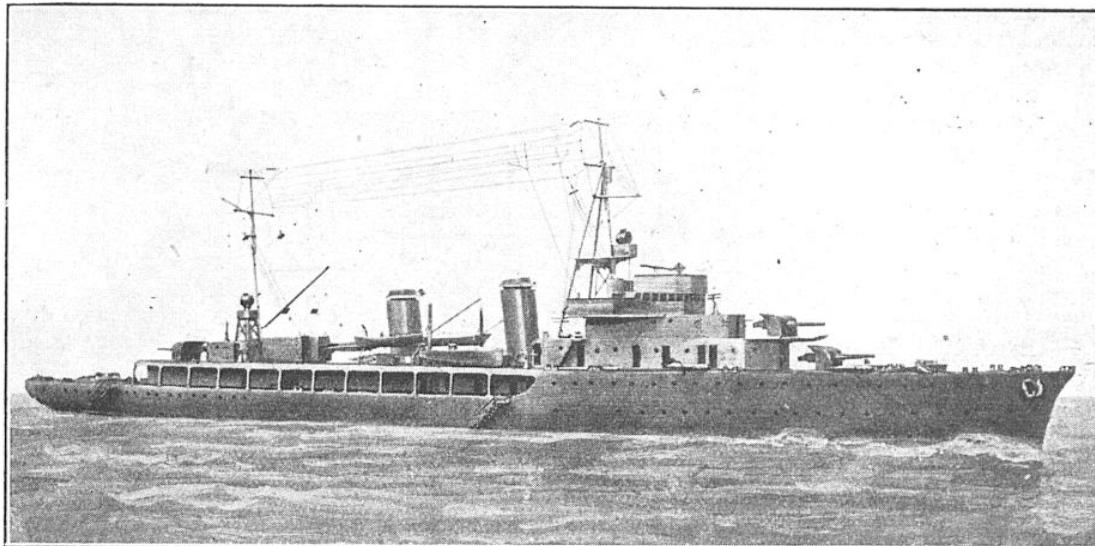
Les *petits torpilleurs* sont un vestige du passé. Ils représentent les derniers survivants de l'innombrable flottille de torpilleurs que la marine française avait conçue et réalisée à l'aube du xx^e siècle. Leur petite taille les rend impuissants par mauvais temps. Ils sont, d'ailleurs, trop faiblement armés et peu rapides. Mais nous avons dit plus haut, qu'un grand déplacement, nécessaire

au torpilleur pour pouvoir agir en tout temps, est une cause de vulnérabilité, et un empêchement dans l'attaque par surprise. Aussi, des essais ont été effectués, depuis la guerre, pour moderniser les petits torpilleurs. Ils ont abouti à la création de vedettes porte-torpilles à grande vitesse. Ces embarcations ont évidemment, sauf en ce qui concerne la vitesse, le même inconveniit d'impuissance par mauvaise mer, que leurs anciens possédaient déjà. L'expérience ne permet pas de

ce cuirassé lui-même, avec un bâtiment de 15.000 à 20.000 tonnes. Au point de vue technique et militaire, cela est incontestable. Au point de vue international, cette solution risque d'être insuffisante.

Il nous faut sortir quelque peu du cadre technique, si nous voulons connaître l'aspect complexe du problème du désarmement. La conférence de Londres ne peut être qu'une étape vers sa solution.

Le désarmement naval n'est pas une



PHOTOGRAPHIE DE LA MAQUETTE DU « BOUGAINVILLE », AVISO FRANÇAIS POUR CAMPAGNE LOINTAINE, QUI SERA LANCÉ À LA FIN DE 1930

dire ce qu'ils pourraient donner en temps de guerre.

Le désarmement naval dépend, avant tout, de la limitation des budgets

En matière de conclusion, nous ferons quelques remarques sur les circonstances actuelles du désarmement naval.

Tous nos lecteurs savent, du reste, que, depuis 1914, la France n'a construit aucun cuirassé, et qu'elle se trouve démunie de toute riposte devant le cuirassé rapide allemand. Il est donc urgent d'y parer. Nous avons dit plus haut que la riposte peut être obtenue à meilleur compte que

question de tonnages. C'est une question d'argent. On ne désarme nullement si, en limitant les tonnages, on laisse la liberté des dépenses illimitées. Cela découle d'une remarque que nous avons déjà faite. Un bateau de 10.000 tonnes peut être aussi redoutable qu'un bâtiment de 15.000 à 20.000 tonnes, à condition de coûter beaucoup plus cher. Ces considérations budgétaires ont d'autant plus de poids dans la marine que le principal fardeau de celle-ci est la lourdeur permanente des budgets, et non pas, comme dans l'armée, les pertes de vies humaines pendant la guerre.

C. HÉRIAC.

SACHONS QUE :

« Pour un jour de synthèse, il faut des années d'analyse ».

FUSTEL DE COULANGES.

LES CENTRALES ÉLECTRIQUES SOUTERRAINES

Par L.-D. FOURCAULT

Le besoin d'énergie électrique sans cesse croissant pour assurer leurs multiples services, joint à l'obligation d'un éclairage de secours et aux raisons bien compréhensibles de prudence, a conduit les grands magasins parisiens à établir de véritables centrales à leur usage. Celles-ci, par suite du prix des terrains et des difficultés d'agrandissement en surface, sont situées dans les sous-sols. C'est ainsi que les magasins du Louvre ont installé tout récemment une usine thermoélectrique de 2.000 ch, à moteurs Diesel, qui occupe jusqu'au cinquième sous-sol.

Les sous-sols des grands magasins parisiens

LES grands magasins de Paris constituent une des attractions de la capitale, et le principe de l'entrée libre en fait un lieu de promenade, même pour les Parisiens. Aussi ces magasins prennent-ils une extension formidable, les obligeant à des agrandissements ou « annexes » qui traversent délibérément les rues avoisinantes.

Toutefois, le prix des terrains, avec plus ou moins de reprises et démolitions d'immeubles, atteint de tels chiffres, dans les quartiers du centre, où se développent ces magasins, que ceux-ci ont dû établir la plupart de leurs services généraux dans des sous-sols de plus en plus importants, les constructions au-dessus du sol étant réservées aux rayons de vente. Beaucoup d'habitants de Paris connaissent, pour les avoir remarquées par des soupiraux ouverts, les importantes machines qui fonctionnent aux sous-sols du Printemps, etc... Mais aucun promeneur ne pourra voir, ni entendre de la rue les puissantes machines de secours des magasins du Louvre, car celles-ci reposent sur le plancher du cinquième sous-sol, à 20 mètres sous terre, et cette petite « Metropolis » est à l'abri des regards indiscrets et des écarts de température.

Une centrale de 2.000 ch à 20 mètres sous terre

Il s'agit, cependant, d'une véritable usine centrale de près de 2.000 ch, produisant l'énergie électrique au moyen de moteurs Diesel (à huile lourde). Bien entendu, le grand quadrilatère constituant le magasin

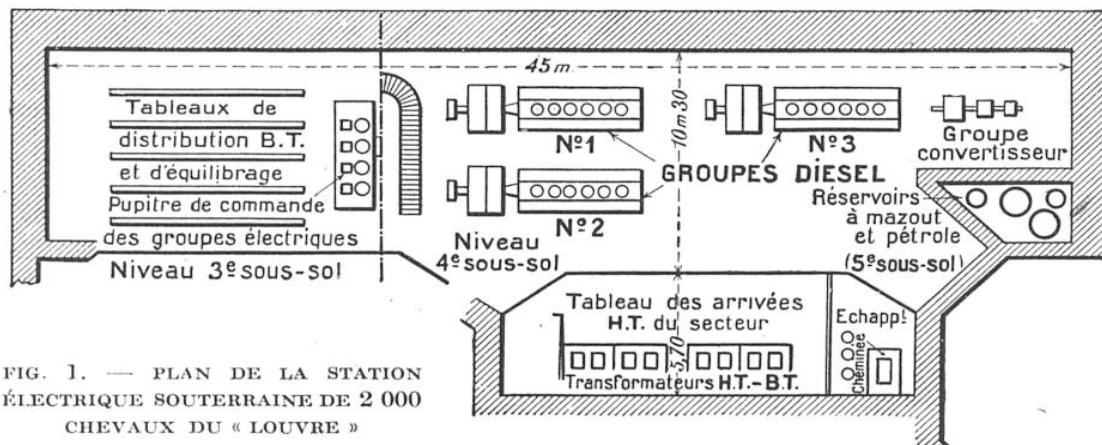


FIG. 1. — PLAN DE LA STATION ÉLECTRIQUE SOUTERRAINE DE 2 000 CHEVAUX DU « LOUVRE »

La salle des machines de cette usine occupe la hauteur des troisième, quatrième et cinquième sous-sols comme salle des machines. Le restant de ces étages est occupé par les services accessoires : tableaux de distribution, transformateurs et réservoirs de mazout utilisé comme combustible pour les moteurs Diesel.

du Louvre, avec ses deux annexes sur les rues Saint-Honoré et Marengo, est alimenté en énergie électrique par la Compagnie parisienne de distribution d'électricité. Mais, en outre des règlements de police qui exigent un éclairage de secours, il est des raisons de prudence bien compréhensibles qui ont conduit l'administration de ce grand magasin à établir depuis longtemps une usine de secours capable de suppléer à tout arrêt de courant ou défaillance.

sonnes et pour marchandises, et quantités de petits moteurs pour ventilateurs, machines à coudre, machines à calculer, etc.

Beaucoup de ces moteurs, et notamment ceux de levage, ont été conservés au courant continu, et c'est à leur usage qu'ont été maintenus les anciens branchements en courant continu, fourni par le secteur à 440 volts, soit quatre ponts à 110 volts, pour une puissance de 350 kilowatts. Ce système permet d'utiliser des moteurs sous

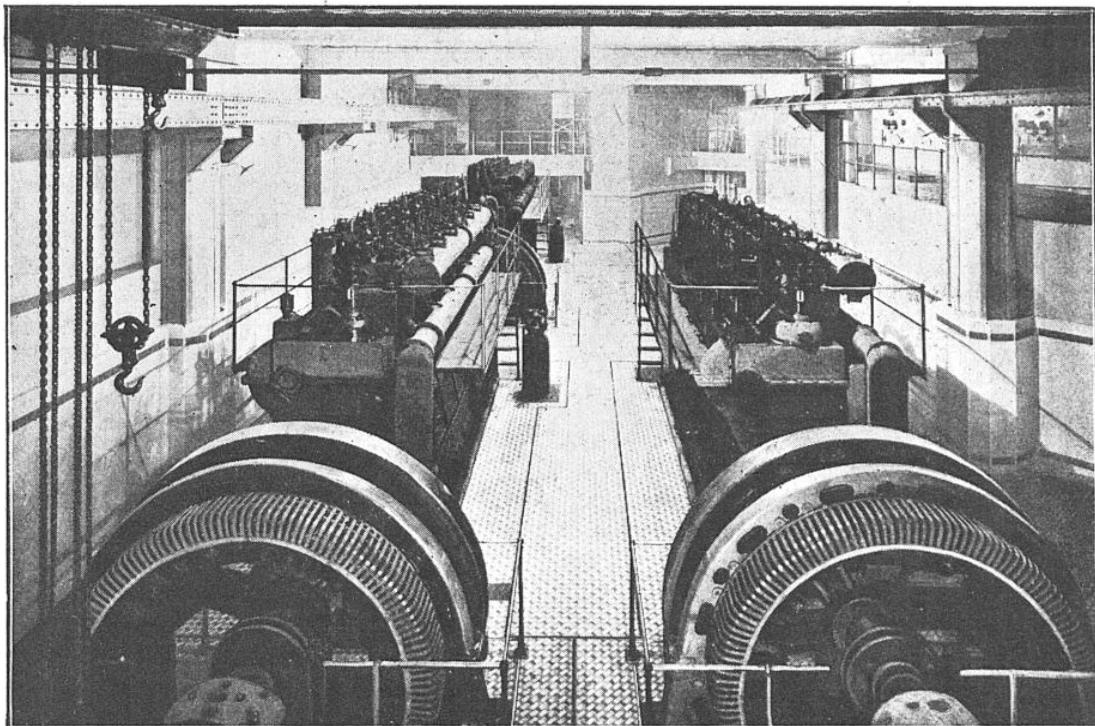


FIG. 2. — ENSEMBLE DE LA SALLE DES MACHINES AVEC LES TROIS GROUPES ÉLECTROGÈNES A MOTEURS DIESEL DE 650 CH CHACUN, VU DU PUPITRE DE COMMANDE PRÉSENTÉ FIG. 4.

lance du secteur électrique. Les récents agrandissements, comportant un grand bâtiment de huit étages sur l'emplacement du cloître Saint-Honoré, ont motivé la construction, achevée récemment, de la centrale à moteur que montrent les photographies ci-jointes, et qui remplacera son ancêtre, l'usine à vapeur, qui élevait sa cheminée au milieu du bâtiment principal de la rue de Rivoli.

La puissance nécessaire pour les besoins de ces grands magasins varie de 750 kilowatts, en été, à 1.500 kilowatts en hiver ; elle comprend, outre l'éclairage, l'alimentation de vingt-cinq ascenseurs ou monte-charges, de tapis roulants pour per-

110, 220 ou 440 volts, selon leur puissance, en vue du meilleur rendement.

Mais on sait que la Compagnie parisienne de distribution d'électricité tend à unifier sa distribution en courant alternatif, qu'elle fournit en haute tension (12.000 volts) aux postes transformateurs des clients importants. C'est le cas des magasins du Louvre, qui reçoivent ainsi : 1.300 kilowatts en trois groupes de transformateurs de jour et un groupe de nuit (de 50 kilowatts seulement) ; 180 kilowatts, en un groupe placé dans l'annexe « Oratoire », qu'il alimente complètement (rayons d'ameublement).

C'est donc une puissance totale de plus de 1.800 kilowatts qui est reçue du secteur

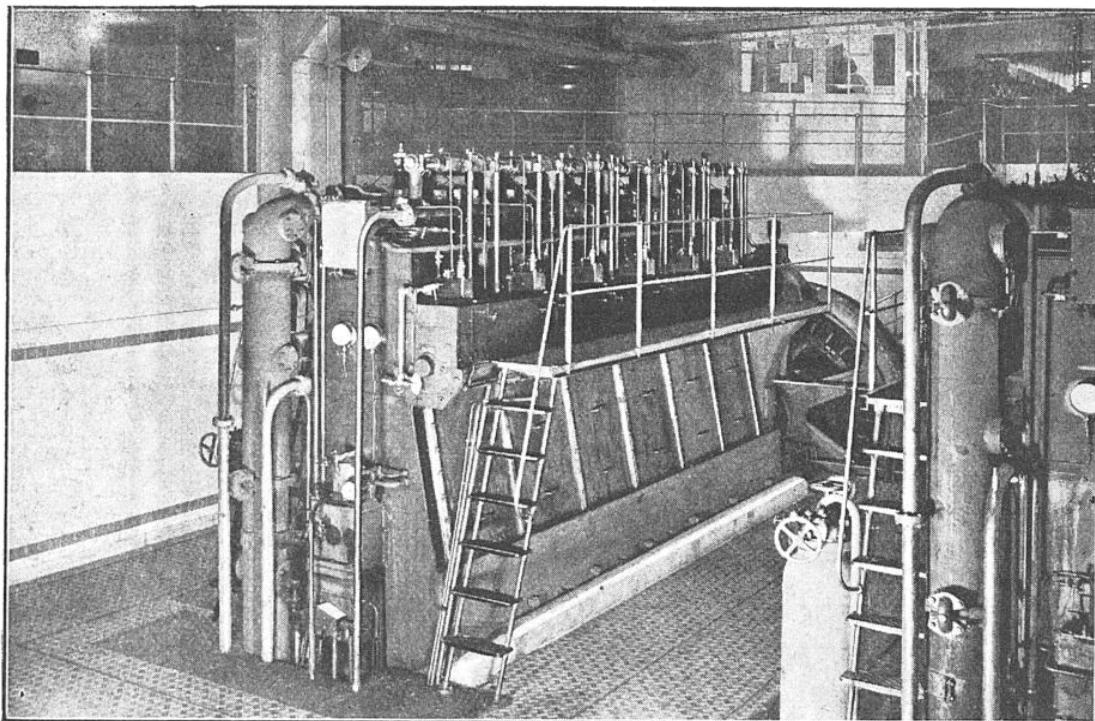


FIG. 3. — MOTEUR DIESEL A 6 CYLINDRES, A INJECTION MÉCANIQUE DU COMBUSTIBLE

(MAZOUT OU HUILE DE GOUDRON) COMPRIMÉ A 250 KG PAR CENTIMÈTRE CARRÉ

On voit au premier plan de chaque moteur la bouteille d'air comprimé à 25 kilogrammes par centimètre carré qui permet d'opérer le démarrage et la mise en service du groupe en moins d'une minute.

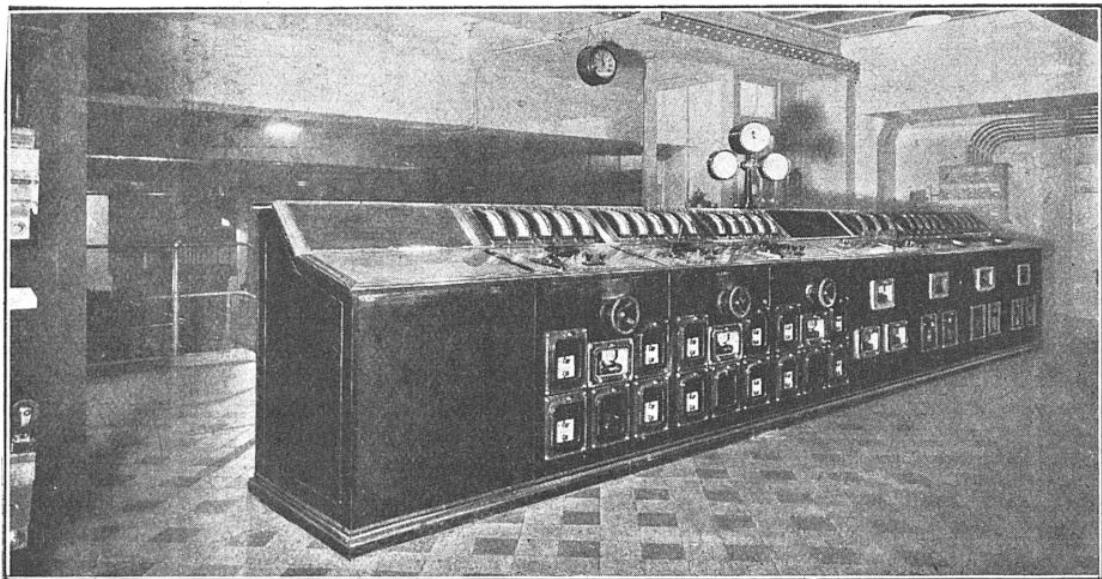


FIG. 4. — CE PUPITRE DE COMMANDE, INSTALLÉ EN ENCORBELLEMENT COMME LA PASSERELLE DE COMMANDEMENT D'UN NAVIRE, POSSÈDE TOUS LES DISPOSITIFS DE CONTRÔLE ET COMMANDE

PAR RELAIS, QUI ÉQUIPENT LES GRANDES CENTRALES MODERNES

et est susceptible d'augmentation, en vue des besoins futurs.

La nouvelle centrale de secours qui vient d'être mise en service dans les sous-sols des nouveaux bâtiments «annexe Saint-Honoré», en remplacement de l'ancienne usine à vapeur du magasin primitif, est calculée pour fournir, en cas de besoin, les deux tiers des services actuels. En cas de panne du secteur, l'éclairage continuerait donc à être assuré partout: seuls quelques ascenseurs seraient arrêtés momentanément. Pour cela, trois groupes de moteurs Diesel, de 650 ch chacun, ont été installés, avec place réservée pour un quatrième groupe éventuel. Les moteurs actionnent des alternateurs à 240 volts, fournissant environ 1.300 kilowatts. Un groupe convertisseur produit le courant continu destiné aux moteurs d'ascenseurs. Il comporte sur le même arbre le moteur (alternatif diphasé), actionnant une dynamo de 300 kilowatts sous 440 volts, et une autre de 20 kilowatts, sous 110 volts. Une petite batterie d'accumulateurs assure la permanence de l'éclairage et des appareils de commande de cette station centrale.

Les moteurs sont à six cylindres et fonctionnent, suivant le cycle à quatre temps et simple effet, à la vitesse de 215 tours par minute. Ils sont du type à injection mécanique, le liquide étant introduit sous pression de 250 kg par cm^2 dans les cylindres par des diaphragmes de vingt à trente dixièmes de millimètre, ce qui assure

sa vaporisation complète. Le combustible peut être de l'huile lourde de pétrole ou mazout, ou bien de l'huile de goudron (additionnée de pétrole pour faciliter l'allumage).

La mise en route de ce type de moteur se fait au moyen d'une bouteille à air comprimé à 25 kg par cm^2 ; celui-ci agit sur trois soupapes de lancement. Le démarrage est très rapide, et, en fait, il suffit d'une minute seulement pour atteindre la vitesse

de fonctionnement et pouvoir coupler l'alternateur. Une telle rapidité de mise en route constitue, d'ailleurs, l'élément primordial d'une station de secours de ce genre. La consommation d'huile (à 10.000 calories) varie de 170 grammes par cheval-heure à pleine charge, à 185 grammes à demi charge.

Afin d'éviter l'entartrage par l'eau très calcaire de Paris, l'eau de refroidissement des moteurs circule en circuit fermé. Elle est elle-même refroidie au moyen d'appareils réfrigérants à tubes, dont l'alimen-

tation est assurée par de l'eau puisée en partie sous le bâtiment.

Quelques dispositifs particuliers intéressants

La situation de cette station centrale au cinquième sous-sol, soit à près de 20 mètres sous terre, a, d'ailleurs, exigé quelques dispositions particulières. Citons, en premier lieu, le système de fondations spéciales, car il était à craindre que des groupes de cette puissance n'occasionnent des bruits et tré-

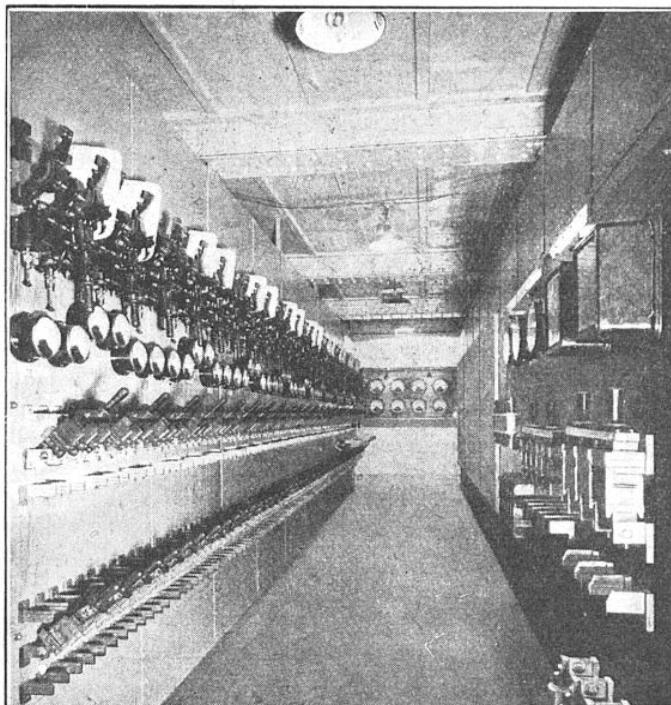


FIG. 5. — VUE DE L'UNE DES TROIS GALERIES DU TABLEAU DE DISTRIBUTION

La nécessité de pouvoir brancher chacun des circuits d'utilisation, soit sur le secteur, soit sur l'usine intérieure, a conduit à l'installation de ce grand nombre d'interrupteurs-inverseurs permettant ces deux liaisons. On a ainsi la faculté d'équilibrer la charge sur l'un ou l'ensemble des groupes générateurs.

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

pidations gênantes pour les immeubles voisins. Pour éviter cet inconvenient, chaque moteur est assis sur un bloc de béton de 2 m. 50 de hauteur, reposant sur le sol bétonné par l'intermédiaire d'une couche « Korfund ». Celle-ci est constituée par des plaques de liège de 6 centimètres d'épaisseur, maintenues par une ceinture en acier.

d'épaisseur et est contenue dans des réservoirs cylindriques en tôle, dont deux principaux de 7.500 litres chacun, un de 1.500 litres pour l'huile légère d'allumage et un réservoir de 500 litres placé sur un plancher surélevé dans la salle des machines. Avant d'arriver à celles-ci, le « gaz oil » passe encore dans des filtres métalliques, puis dans des

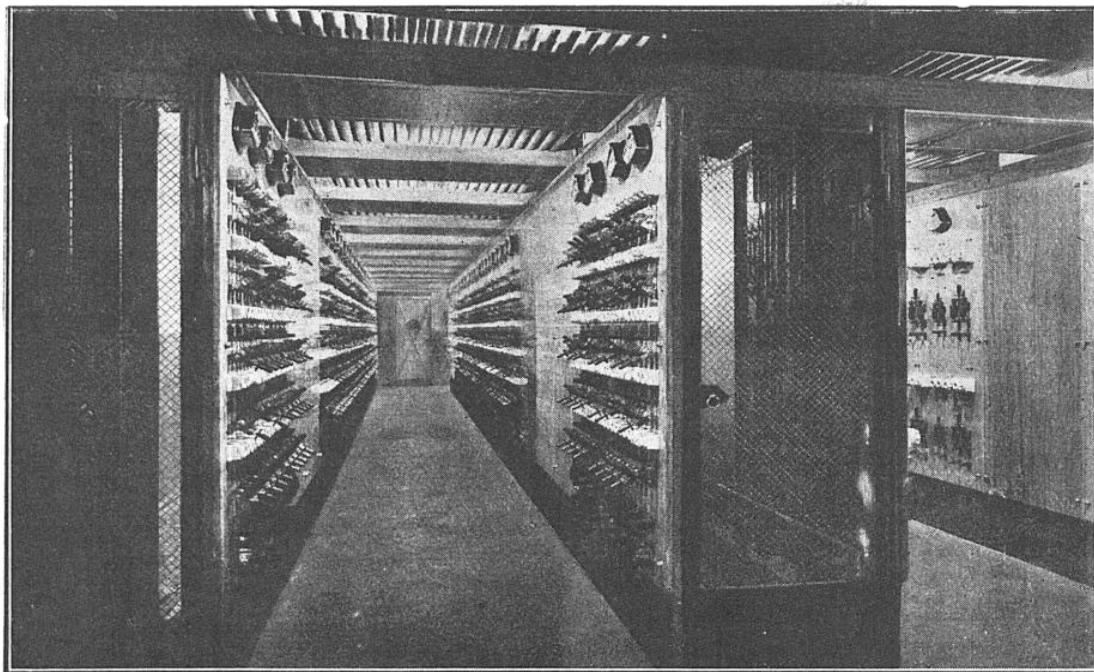


FIG. 6. — UN TABLEAU DE DISTRIBUTION COMPORTANT PRÈS DE 800 INTERRUPEURS EST ALIMENTÉ PAR LE TABLEAU DE LA FIGURE 5 ET ASSURE L'ALLUMAGE, SUR DEMANDE TÉLÉPHONIQUE, DES RAYONS DES MAGASINS DE VENTE

Ces interrupteurs sont du type « inverseurs », afin de pouvoir réaliser l'équilibrage des débits sur chacune des phases. Il est à signaler qu'afin d'éviter les risques d'interruption ou courts-circuits pouvant résulter des connexions habituelles, tous les circuits d'utilisation sont réalisés par fils d'une seule pièce, sans aucune jonction ni épissure.

Le plancher de la salle est lui-même séparé par une rainure de 2 centimètres de large des dits blocs, et, en fait, il n'y a aucune vibration transmise au bâtiment.

L'aménée d'air pour l'aspiration se fait à partir d'une courette supérieure, et les collecteurs d'échappement envoient les gaz brûlés dans une cheminée montant jusqu'au faîte du bâtiment extérieur.

L'emmagasinement de l'huile combustible a fait l'objet de précautions particulières. Elle est complètement isolée de la salle des machines par des murs de 0 m 80

compteurs volumétriques. Un autre dispositif est destiné à l'épuration de l'huile de graissage. Celle-ci est tout d'abord filtrée, puis séchée électriquement, et enfin décantée avant de servir à nouveau.

Ainsi, grâce aux dispositions techniques les plus modernes, aussi bien que grâce à la perfection des installations, comme il ressort des photographies ci-jointes, cette petite usine souterraine constitue une réalisation modèle et, sans doute, unique en son genre.

L.-D. FOURCAULT.

LE BASSIN DES CARENES

On y détermine scientifiquement les propriétés des formes des carènes et, en particulier, leur résistance à l'avancement

Par C. CHAIRE

Les dessins des coques des galères, la mise au jour de celle du lac Némi, en Italie, nous montrent que les anciens s'étaient déjà préoccupés de la forme à donner aux carènes pour en « faciliter l'avancement ». Aujourd'hui, qu'il s'agisse d'automobiles, d'avions ou de navires, la recherche de la meilleure forme à donner au mobile qui se déplace est orientée par la méthode scientifique et conduite par l'expérimentation. Celle-ci est souveraine en la matière. C'est pour cette raison que les grandes marines du monde ont créé des bassins d'expérimentation, dits « bassins des carènes ». Il en existe plusieurs en France, notamment l'installation de Paris, qui comporte un bassin de près de 135 mètres de long et de 4 mètres de profondeur. C'est, avec celui de Washington, le plus important à l'heure actuelle. On y essaie des maquettes en paraffine, réalisant exactement en réduction les coques des navires de différents tonnages. Un dispositif enregistreur permet de déterminer scientifiquement la résistance à l'avancement de ces carènes. En possession de ces résultats expérimentaux, on établit le dessin réel du navire en construction, en se basant sur la similitude mécanique. C'est grâce à ces recherches méthodiques qu'ont évolué les formes rationnelles des navires pour aboutir aux types modernes qui, offrant un minimum de résistance à l'avancement, réalisent des vitesses de plus en plus grandes, grâce également à la puissance de la machinerie qui les anime. Mais la science progresse sans cesse, et il est à prévoir que les formes des navires évolueront encore et que, dans ce domaine comme dans beaucoup d'autres, rien n'est définitif.

Un problème difficile

Il est assez difficile d'exposer, à des personnes non préparées, un sujet aussi spécial et aussi complexe que la résistance des carènes à la marche. Quelques généralités concernant les phénomènes de frottement faciliteront sa compréhension. La propulsion d'une carène est, en effet, essentiellement un phénomène de frottement.

Le calcul est un moyen d'investigation et d'établissement des projets. Mais il n'intervient ici qu'au titre d'utilisation *a posteriori* de l'expérience. Etant donné un problème, posé par les armateurs aux constructeurs, ceux-ci ne le calculent pas, mais cherchent, dans l'expérience passée et dans des expériences spéciales, les cas les plus voisins de celui qui est proposé. Ils adaptent ensuite ces cas par de timides modifications.

Les progrès réalisés dans les formes de carènes sont donc essentiellement empiriques. Il ne faut pas en conclure qu'ils sont livrés au hasard, mais que leur seule base est

l'expérience. Pendant longtemps, les résultats de l'expérience furent impossibles à mettre en lumière, car celle-ci se confondait avec le service même des bâtiments. D'autre part, l'agent de propulsion étant le vent, dont la force n'a jamais été mesurée de façon précise, il était difficile de comparer deux coques. Autrement dit, l'analyse des essais, qui est une des principales sources d'information, manquait complètement. On n'aurait pu effectuer de comparaison valable et, par suite, féconde entre deux carènes différentes que si elles avaient été dans les mêmes conditions de mer et de temps, c'est-à-dire dans le même horizon, munies de la même voilure qui eût été manœuvrée identiquement sur toutes deux. De telles expériences étaient, évidemment, très rares.

Depuis l'apparition de la vapeur, la marche des bâtiments est très indépendante du vent, et on peut mesurer facilement et exactement la force de propulsion. Enfin, et surtout, on peut expérimenter à échelle réduite, ce qui est évidemment très difficile pour des voiliers.

Nous reviendrons plus loin sur ces expériences.

Autre remarque. On peut assez justement se demander comment est absorbée l'énorme énergie mécanique que nécessite la propulsion des grands bâtiments de mer. Malgré l'étonnement que cela peut provoquer, les 100.000 ch d'un croiseur de 10.000 tonnes lancé à 35 nœuds, soit 65 km à l'heure, sont employés *uniquement* à chauffer de l'eau, et l'échauffement qui en résulte est néanmoins négligeable. Un calcul simple permet de s'en rendre compte.

L'étude des carènes existe depuis les anciennes galères

Des difficultés de l'expérimentation, il ne faudrait pas conclure que nos prédecesseurs dans l'art naval n'ont pas su, depuis les troncs d'arbre du sauvage, perfectionner les carènes. Les progrès ont été lents, mais ils sont réels.

C'est que, de tout temps, le marin et le constructeur ont eu une connaissance innée, et souvent inconsciente, d'une vérité très élevée; générale et fondamentale : *La meilleure coque est celle qui trouble le moins le régime de l'eau environnante* (1). De là viennent les carènes effilées ou plates des rivières, qui n'ont pas besoin de se défendre contre les vagues. De là viennent aussi les formes trapues, lourdes et bien défendues à l'avant des bateaux de mer à faible vitesse, car ceux-ci, devant conserver leur vitesse dans la grosse mer, doivent quelque peu épouser le mouvement de ses vagues. Les bâtiments de mer rapides, en particulier les croiseurs et contre-torpilleurs, ont une forme intermédiaire : carène relativement

(1) Une coque n'est jamais meilleure qu'une autre pour toutes les vitesses et tous les déplacements, mais seulement dans des cas particuliers des valeurs de ces deux caractéristiques.

plate, très effilée et avant très élevé. Cela tient à ce que, dans la grosse mer, ils deviennent des bâtiments lents. Il est difficile de faire comprendre que faire marcher un torpilleur à 30 nœuds debout à la vague dans une grosse mer est une impossibilité pratique. C'est pourtant une évidence à laquelle le lecteur se rendrait après quelques minutes de tentative.

Les anciens avaient porté déjà à un haut degré de perfection le dessin des coques des galères, la rame étant le moyen de propulsion habituel de l'antiquité. Ils avaient fait mieux, et avaient déjà trouvé le doublage extérieur des coques en plomb pour diminuer la résistance à la marche.

On en a eu la preuve récemment, après la mise au jour de la galère du lac Némi, en Italie. Or cet artifice ne fut retrouvé par les modernes qu'à l'époque de la marine savante

du XVIII^e siècle qui remplaça le plomb par le cuivre. Les Romains interposaient même du feutre entre le plomb et le bois, ce qui a conduit certain journaliste à voir là un blindage. Bien que nous ne voyions pas d'autre explication pour la présence du feutre, il ne nous semble pas que celle-là puisse être retenue, même dans les combats à l'éperon, qui étaient alors la règle.

Il était donné à l'époque moderne, en particulier aux années voisines de 1800, de porter la coque du voilier à un état de perfection voisin de celui que les anciens avaient trouvé pour la galère. Ce ne fut pas sans l'aide de savants, aide permise par le développement récent des mathématiques. Cela semble contredire ce que nous avons dit plus haut sur l'empirisme de la détermination des carènes. Il n'en est rien. Ces savants, d'Alembert surtout, n'ont pas eu la prétention de représenter le phénomène de

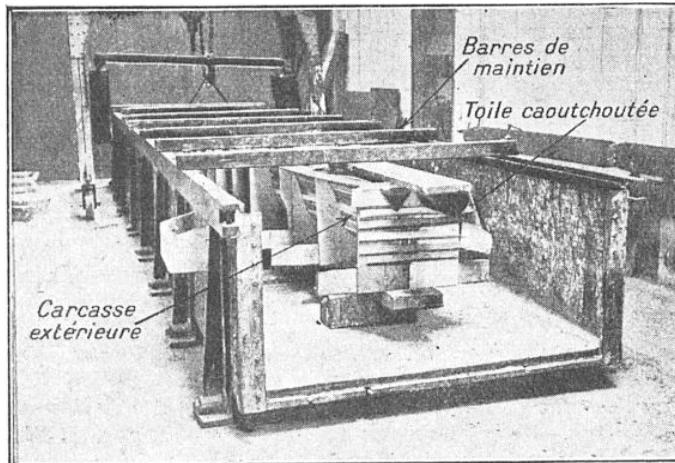


FIG. I. — LA COULÉE D'UN MAQUETTE EN PARAFFINE AU BASSIN DES CARÈNES DE PARIS

La carcasse extérieure, donnant à la maquette une forme voisine de celle du navire, est doublée d'une toile caoutchoutée. Entre celle-ci et une carcasse intérieure, non visible sur la figure, on coule la paraffine.

la propulsion par des équations, mais seulement d'en étudier un squelette extrêmement grossier, sous forme de quelques lois générales, et des cas particuliers théoriques créés par leur imagination, la propulsion d'une sphère ou d'un plan, par exemple. C'est ainsi que d'Alembert a étudié de façon très complète le principe des rotors Flettner, principe qui a permis à une société allemande de faire faillite récemment et à

et Joessel, en France ; Froude, en Angleterre. C'est à ce dernier surtout et à son fils que l'on doit l'établissement de la méthode moderne de calcul des carènes.

La méthode expérimentale est fondée sur la similitude mécanique

Cette méthode repose sur l'utilisation des essais de petits modèles, utilisation justifiée et dirigée par la théorie de la *similitude*

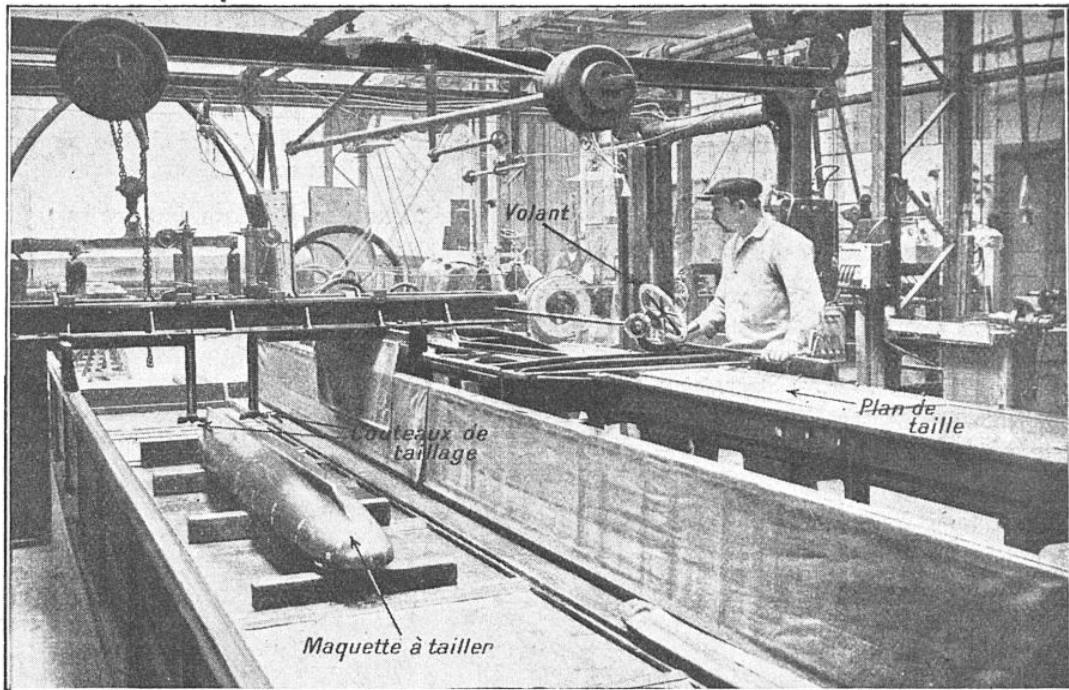


FIG. 2. — COMMENT ON TAILLE UNE MAQUETTE DE PARAFFINE AU « BASSIN DES CARÈNES » DE LA PORTE DE VERSAILLES, A PARIS

L'ouvrier suit très exactement le dessin à grande échelle disposé sur sa table et, agissant sur le volant, provoque le déplacement des deux couteaux tailleurs. Ceux-ci, tournant à grande vitesse, donnent à la maquette de paraffine sa forme définitive. Il ne reste plus qu'à la polir.

L'amirauté allemande de perdre plusieurs millions de marks. Il y a beaucoup plus loin des équations aux revenus que de la coupe aux lèvres.

Borda fut, semble-t-il, le principal artisan de la haute perfection de la construction des coques à l'époque de 1800, que nous avons signalée. Il y est arrivé grâce à une vaste science, mais grâce aussi à un esprit d'analyse très développé et un sens très aigu de la construction.

Depuis ce savant ingénieur, nous entrons dans la période des coques à vapeur. Elles ont fait l'objet des études d'une phalange internationale de savants : Dupuy de Lôme

mécanique. Cette théorie, énoncée pour la première fois par Newton et démontrée rigoureusement seulement au cours du XIX^e siècle par divers savants, s'exprime de la façon suivante :

Deux corps en mouvement sont semblables mécaniquement s'ils réalisent les trois conditions suivantes :

- 1^o Ils sont semblables géométriquement ;
- 2^o Le rapport de leurs vitesses est égal à la racine carrée du rapport de similitude géométrique, c'est-à-dire du rapport de leurs longueurs ;
- 3^o Le rapport des forces extérieures est égal au rapport des masses, c'est-à-dire au

DÉSIGNATION	DATE DE CONSTRUCTION	LONGUEUR UTILE	LARGEUR UTILE	PROFONDEUR
Dumbarton (Glasgow)	1882	84 m	7 m 90	3 m 05
Hasler-Gosport	1886	110 m	6 m 10	2 m 80
Petrograd	1887	114 m	6 m 64	
La Spezia	1889	144 m	6 m	3 m
Dresde	1892	62 m	8 m	
Washington	1898	117 m	13 m	4 m 50
Bremerhaven	1900	145 m	6 m	3 m 20
Berlin	1902	146 m	10 m 50	3 m 50
Paris	1905	135 m	10 m	4 m

CARACTÉRISTIQUES DES PRINCIPAUX « BASSINS DES CARÈNES » DANS LE MONDE ENTIER

cube du rapport de similitude géométrique.

Cela étant, considérons un bateau en projet destiné à avoir 100 mètres de long et une vitesse de 16 mètres par seconde. Construisons un modèle au centième, donnons à ce modèle une vitesse de $\frac{16}{\sqrt{100}} = 1,60$ mètre-seconde, et mesurons la résistance r de ce modèle, par exemple en mesurant la tension de sa remorque. Si les forces extérieures satisfont à la loi de similitude, la résistance R du bateau réel à 16 mètres par seconde est donnée par la formule très simple :

$$R = r \times 100^3$$

On a ainsi une façon commode de calculer, d'après une expérience sur petits modèles, la résistance qu'aura le bateau en vraie grandeur, résistance que toute théorie mathématique serait incapable de donner *a priori*.

Il faut pour cela que les résistances à la marche à des vitesses correspondantes du modèle et du bateau soient proportionnelles aux poids. W. Froude, architecte naval anglais, à qui l'on doit la mise en pratique de cette méthode, a vérifié, sur le *Greyhound* de 1.000 tonnes, et sur un petit modèle, qu'il en est bien ainsi.

Aussi, les théories modernes sur la résistance des bateaux à la marche sont-elles toutes fondées sur cette méthode semi-expérimentale, qui a fait disparaître les approximations grossières employées jusqu'alors. La figure 3 montre d'une façon très frappante l'exactitude que la similitude

mécanique permet d'obtenir. Elle se rapporte à l'expérience du *Greyhound*.

Les bassins d'essais des carènes

L'application de la méthode précédente exige la création de bassins d'expériences dits « bassins d'essais de carènes ». Ce sont de grandes fosses pleines d'eau, munies d'un outillage spécial et coûtant fort cher. La première en date est celle de W. Froude, construite en 1871 à Torquay. Dès le début, Froude apporta à sa méthode un perfectionnement théorique, qui permit de l'appliquer sans changement jusqu'à nos jours. Ses appareils, perfectionnés par son fils, ont été adoptés par plusieurs chantiers et marines militaires.

En France, une première installation analogue fut créée à l'arsenal de Brest, vers 1879. On utilisait pour cela une forme de radoub. Dans cette forme, deux flotteurs, reliés par une traverse rigide, remorquaient entre eux le modèle fixé sous la traverse.

Cette installation se montra défectueuse et fut abandonnée.

On ne reprit la question que vers 1900, par l'établissement, boulevard Victor, à Paris; du bassin d'essais actuel de la marine nationale, inauguré en 1906. Ce bassin travaille d'abord évidemment pour la marine militaire, mais il effectue également, dans la limite de ses moyens, les essais demandés par l'arme-

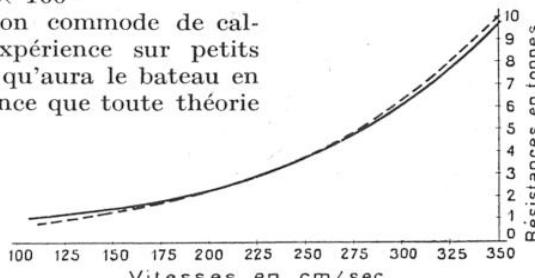


FIG. 3. — CES COURBES MONTRENT LA PRÉCISION QUE PEUT DONNER L'ÉTUDE D'UNE MAQUETTE DE CARÈNE

La courbe pointillée montre la résistance à l'avancement du Greyhound, bâtiment anglais de 1.000 tonnes, calculée d'après les essais sur modèles. La courbe en trait plein montre celle déterminée directement par remorquage.

ment privé, après approbation du ministre.

D'autres bassins analogues existent chez les grandes puissances navales. Nous donnons page 484, d'après Beaumès, les caractéristiques des principaux (1).

On voit que les plus profonds sont ceux de Washington et de Paris. Cette considération n'est pas sans importance. On constate, en effet, que le voisinage du fond et de la quille a pour effet d'augmenter la

On ne saurait trop dire la grande minutie qu'exigent les essais au bassin. Il suffit de rappeler, pour s'en rendre compte, que toute erreur commise est multipliée par le rapport de similitude quand on passe au bâtiment en vraie grandeur. Il faut donc avoir un modèle parfaitement poli et parfaitement semblable au bâtiment, le remorquer dans une eau très propre, à une vitesse exactement connue et parfaitement cons-

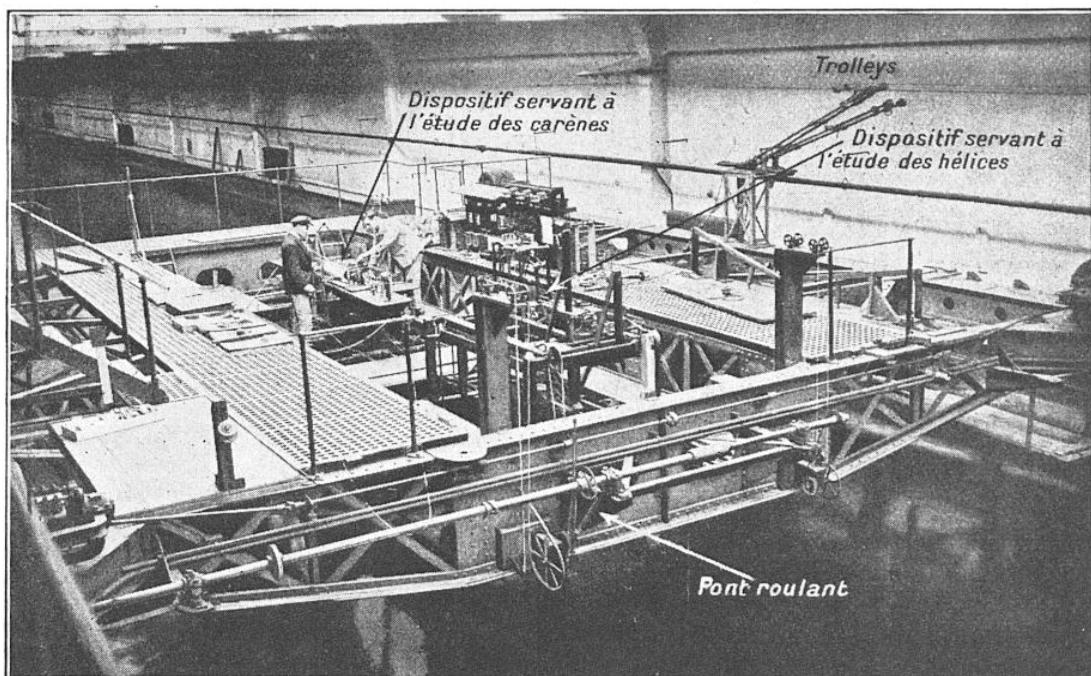


FIG. 4. — LE « BASSIN DES CARÈNES » DE PARIS ET LE PONT ROULANT AU-DESSOUS DUQUEL EST FIXÉE LA MAQUETTE DU NAVIRE À ÉTUDIER

Le bassin des carènes de Paris a une longueur utile de 135 mètres sur 10 mètres de large et 4 mètres de profondeur, pour éviter le voisinage du fond qui a pour effet d'augmenter la résistance à l'avancement. Les bassins de Washington, de Paris et de Rome sont les plus profonds du monde.

résistance. Si l'on veut éliminer cette cause d'erreur, il faut employer des modèles d'autant plus petits que le bassin est moins profond, c'est-à-dire augmenter le rapport de similitude. La précision des résultats s'en trouve diminuée.

Les modèles sont taillés avec une machine spéciale, d'une façon très précise, dans un bloc de paraffine. Cette substance a l'avantage de fondre à basse température, de se travailler et de se polir facilement.

(1) Depuis la rédaction de cet article, la marine italienne a inauguré à Rome un bassin d'essais qui est, de loin, le plus grand du monde. Il a, en effet, 275 mètres de long sur 12 m 50 de large et 6 m 30 de profondeur.

tante. L'appareil ne doit pas, à l'inverse d'une remorque ordinaire, introduire de perturbations telles que remorque immergée ou sillage du remorqueur. En principe, l'appareil de remorque de Paris est constitué par un pont métallique, dont les extrémités roulement sur des rails sur les bords du bassin. Cette traverse possède en son milieu un appendice vertical, qui pénètre dans la carène et remorque celle-ci par l'intermédiaire d'un dynamomètre.

Les carènes de l'avenir

Cette étude confirme une remarque que nous avons déjà faite dans un article précédent, à savoir que les grandes vitesses

constituent un abîme où s'engouffre le combustible et, par suite, l'argent.

Prenons, par exemple, un croiseur de 10.000 tonnes qui, avec 120.000 chevaux, file 35 noeuds. Si l'on admet une consommation de 250 grammes de mazout par cheval-heure, ce bâtiment consomme 30 tonnes de mazout par heure, 500 kilogrammes par minute et 830 kilogrammes par mille. D'autre part, si l'on admet que l'hélice a un excellent rendement, d'environ 75 %, cette vitesse correspond à une poussée de l'hélice d'environ 400 tonnes. Ces chiffres sont d'autant plus significatifs que, si l'on recherche de nouveaux progrès, la consommation croît comme le cube et la poussée comme le carré de la vitesse. Si on passe, par exemple, à la vitesse de 45 noeuds (25 % d'augmentation) la consommation par heure double, passant à 60 tonnes, et la poussée passe à 600 tonnes environ. La puissance elle-même double, passant à 240.000 chevaux.

Or si l'on veut que les bâtiments résistent à la concurrence de l'aéronautique, surtout en ce qui concerne le trafic de la poste et des passagers, il faut pouvoir envisager des vitesses de 50 noeuds régulièrement soutenues, qui deviennent, avec les carènes actuelles, prohibitives par leurs dépenses de combustible.

On doit donc chercher dans une autre voie. Celle qui se présente à l'esprit comme la plus séduisante, consiste à remplacer les carènes modernes par d'autres assimilables le plus possible à de gigantesques glisseurs.

On obtient des coques dont la section longitudinale est analogue à la figure 5. Avec une valeur de l'angle α égale à 5°,7 et une largeur de 20 mètres, une telle carène de 10.000 tonnes a une longueur de 100 mètres et un tirant d'eau arrière de 10 mètres.

Pour comparer les qualités de marche de ce prisme, dont la face résistant à la marche est un plan faiblement incliné, nous n'avons pas d'autre donnée expérimentale que la formule de Jøssel et ses analogues. Ces for-

mules expriment que dans une marche à une vitesse V (exprimée en noeuds), il se produit une force P (kilogrammes) normale à la surface AB (surface en mètres carrés) qui, pour une surface de 2.000 mètres carrés et une vitesse de 35 noeuds, atteint environ 7.500 tonnes (1). Ce chiffre est formidable, mais il ne faut pas perdre de vue qu'il ne représente pas la résistance à la marche, mais une force mixte, employée presque totalement à alléger le bateau. Il en résulte que le bâtiment se relevant, la surface mouillée AB diminue considérablement. La résistance à l'avancement diminue dans les mêmes proportions (2).

Il faut faire deux réserves. D'une part, la formule de Jøssel est très loin d'être rigoureusement exacte. D'autre part, la théorie à laquelle nous faisons allusion néglige des phénomènes et des complications qui, négligeables aux petites vitesses, deviennent, sans doute, prépondérants aux grandes vitesses. Néanmoins,

on peut conclure que la conquête des grandes vitesses (au delà de 40 noeuds) doit être recherchée dans des formes de carènes, qui se rapprochent du glisseur.

On a déjà évolué dans ce sens en France. Alors que les coques rapides d'avant-guerre avaient à l'avant la forme d'un coin très effilé à arête verticale, les coques rapides d'après-guerre recherchent déjà sensiblement la forme du glisseur avec tirant d'eau avant très faible. L'amélioration qui en résulte est très nette. La série de torpilleurs *Intrépide* file 26 noeuds avec 17 ch par tonne. Avec la même qualité de coque, il faudrait 35 ch par tonne environ pour marcher 33 noeuds. Or les torpilleurs de 1.400 tonnes du programme naval réalisent cette vitesse

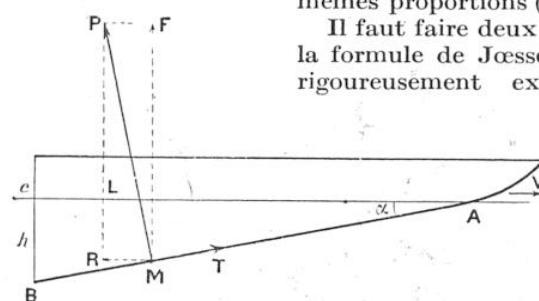


FIG. 5. — DONNER AUX NAVIRES LA FORME D'UN GLISSEUR PERMETTRAIT D'ATTEINDRE ÉCONOMIQUEMENT DE GRANDES VITESSES

Pour une marche à la vitesse V , il se produit une force P perpendiculaire au fond du bateau AB , qui peut se décomposer en deux forces F et R . La force verticale sert à alléger le bateau, donc à diminuer la surface AB , et, par conséquent, à diminuer la résistance à l'avancement R .

(1) Cette formule est $P = 25 \alpha S V^2$. Dans le cas envisagé, et en prenant 30 au lieu de 25 pour tenir compte de l'imprécision des mesures, on a : $P = 30 \times \frac{5.7}{57} 2.000 \times 35^2 = 7.500$ tonnes environ.

(2) Une théorie simple, basée sur la formule de Jøssel, permet de prévoir que, lorsque la poussée de T de l'hélice atteint la valeur $\frac{D}{\sin \alpha}$, D étant le poids du bateau, la vitesse devient infinie théoriquement.

avec 23 ch 5 par tonne. L'amélioration est donc de 30 % environ.

Néanmoins, il y a encore loin entre ces essais timides et l'exploitation intégrale de la forme glisseur pour les grands déplacements. Cela tient à ce qu'un glisseur ne fonctionne bien que si les vagues sont petites comparativement à lui. Or, en haute mer, un mauvais temps assez fréquent comporte des vagues de 6 mètres de creux et de

Deux voies concourent d'ailleurs à l'obtention de ce résultat : l'amélioration des formes de carène et l'amélioration des appareils moteurs. Nous venons d'étudier la première spéculativement, et il nous est impossible actuellement de l'étudier autrement. Quant à la deuxième, nous rappellerons la conclusion d'une de nos études précédentes (1). Dans les meilleurs moteurs, pour 1 kilogramme de charbon

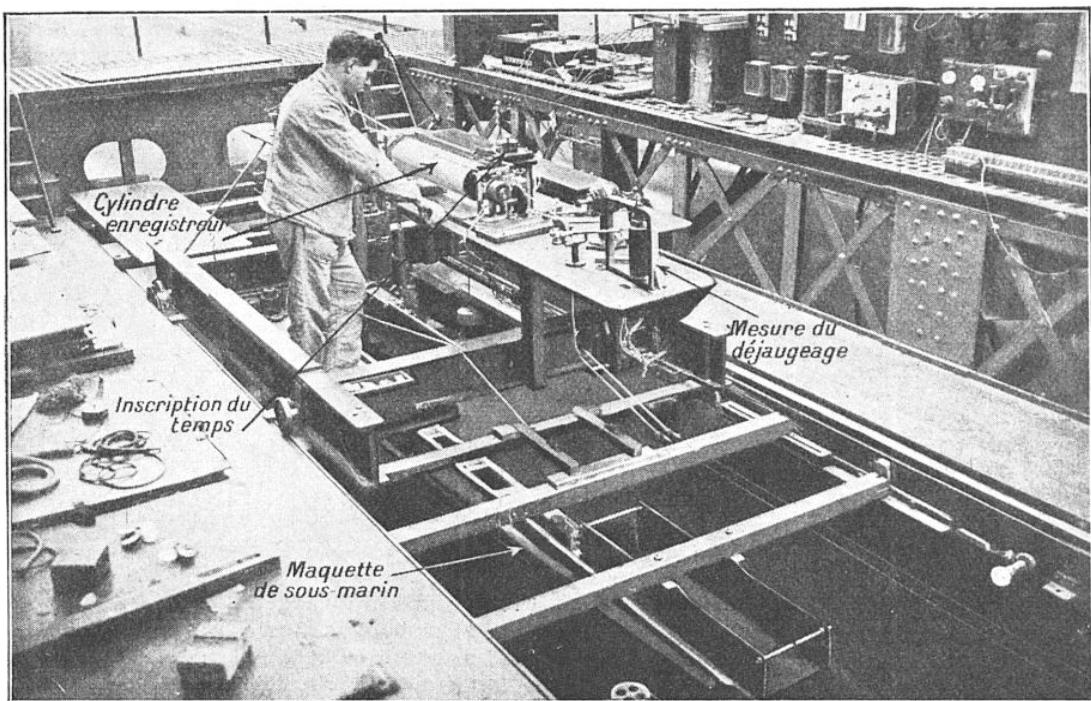


FIG. 6. — ÉTUDE D'UNE MAQUETTE DE SOUS-MARIN AU « BASSIN DES CARÈNES » DE PARIS
Le pont roulant supporte tous les appareils enregistreurs nécessaires à l'étude des propriétés des maquettes. Il est également muni de l'appareillage indispensable à l'étude des hélices.

150 mètres de long. C'est là que réside le plus grand obstacle à l'adoption de carènes planes pour les grands bâtiments de mer.

A l'heure actuelle, il est pourtant d'une importance capitale pour la marine de conquérir d'une façon relativement économique les grandes vitesses, de l'ordre de 50 ou 60 nœuds. C'est là une condition nécessaire si la marine ne veut pas être éliminée par l'aéronautique dans les lignes de grand trafic international. Bien que ces vitesses soient encore inférieures à celles des engins aériens, elles sont suffisantes pour donner l'avantage aux bâtiments, par suite de la plus grande sécurité de ces derniers.

ou de pétrole brûlé utilement, 2 kilogrammes au moins sont perdus. D'autre part, si l'on est arrivé à fabriquer des moteurs de faible puissance (à moins de 1 kilogramme par ch), par contre, les appareils moteurs des puissants bateaux pèsent encore 10 kilogrammes par ch environ. Nous voyons qu'ici encore, si l'homme a beaucoup progressé, dans le domaine de la recherche de la plus grande vitesse des navires par l'étude de leur formes et des moteurs, depuis le tronc d'arbre du sauvage ou la galère de Némi, l'avenir lui offre des perspectives infiniment plus vastes encore.

C. CHAIRÉ.

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 152, page 111.

LA FRANCE EST LE PAYS DU MONDE LE PLUS RICHE EN EAUX MINÉRALES

Par Charles BRACHET

Au point de vue thermal, la France apparaît comme l'un des pays les plus riches, et ses eaux, dites minérales, renferment les substances actives les plus recherchées par la science médicale. Les eaux minérales tiennent, en quelque sorte, en dissolution la plupart des éléments qui constituent l'écorce terrestre. Les spécialistes — par les analyses minutieuses auxquelles ils ont procédé — ont mis en valeur, au cours des âges, les propriétés de chacun de ces éléments, au point de vue thérapeutique, et c'est de là qu'est née la technique des eaux thermales. La France a su — l'une des premières — mettre en évidence ces phénomènes bienfaisants et attirer vers elle tous ceux qui cherchent ces bienfaits. Aussi, La Science et la Vie a estimé qu'il était de son domaine d'expliquer comment se sont formées les eaux minérales, comment on les utilise, comment on détermine scientifiquement leurs qualités, etc... Notre magazine, de plus en plus répandu dans le monde entier, pour coopérer à l'œuvre de propagande officielle entreprise par le gouvernement, a décidé de publier, désormais, en deux langues les grandes études qui doivent particulièrement frapper l'étranger. Nous commencerons par la langue anglaise, qui, avec la langue française, est la plus répandue, et de cette façon tous ceux qui jugent impartiallement sur les faits pourront se rendre compte de la valeur de l'effort scientifique et technique accompli par l'organisation thermale française.

« L'eau est le principe même de la vie ». Cette affirmation, énoncée par Thalès de Milet, six cents ans avant notre ère, est la plus certaine des vérités.

Cette considération toute simple doit suffire à faire admettre *a priori* les vertus médicinales des sources thermales. Encore qu'il ne faille pas retourner aux errements du xv^e siècle, où les malades, quel que fût leur mal, allaient prendre les eaux à la source la plus voisine de leur résidence, méthode bien excusable en un temps où la chaise de poste n'était même pas inventée, mais qui n'en excitait pas moins avec raison la verve de Montaigne, ce précurseur de Molière dans la satire médicale.

Nous allons, en nous penchant sur les sources de France, essayer de comprendre les causes de leur diversité et de leur richesse, qui font de notre pays un bassin thermal unique au monde.

L'eau minérale, résumé de l'écorce terrestre

Tout comme l'organisme vivant qui contient des traces de presque tous les éléments chimiques, l'eau minérale semble être le résumé de tous les éléments existant à la surface de la terre.

Cette idée n'a rien d'absurde et voici pourquoi, expliquait, naguère, le regretté

« Water is the principle of life. » This affirmation made by Thales of Milet six hundred years before our era is the most absolute truth. It has not varied more in the course of centuries than the theory of triangular similitude by the same philosopher. Our body is mostly water, and a planet without water could not maintain life.

This simple consideration ought to be enough to admit, *a priori*, of the medicinal qualities of mineral springs. Without going back however to the mistakes of the xvth century, when people whatever their ills, went to take the waters at the nearest spring, quite an excusable method in a time when there was no coach service, but nevertheless gave rise to the irony of Montaigne, this forunner of Moliere.

Examining the french springs, we will try to understand the reason of their diversity and richness which make our country a unique watering place.

Mineral water is an abstract of the crust of the earth

Like the living things which contain traces of nearly all the chemical elements, mineral water seems to be a complete but quintessential epitome of all the elements existing on the surface of the earth.

This idea is by no means absurd and this

chimiste Charles Moureu : « La matière, disait-il en substance, est extraordinairement divisible : il y a, par exemple, dans un milligramme de sel marin, quatorze milliards de milliards de particules parfaitement distinctes et libres. Dès lors, si l'on dépose un peu d'une substance quelconque dans un endroit quelconque, la terre et l'air étant toujours en mouvement, on peut concevoir sans paradoxe que cette substance, étant donné son extrême divisibilité, se diffusera et laissera un peu partout des traces, au bout d'un certain temps.

« Comme, d'autre part, les eaux souterraines attaquent et lessivent les matériaux qu'elles rencontrent, elles entraînent, en dissolution ou en suspension, au moins des traces de tous les éléments. Le dosage seul varierait. »

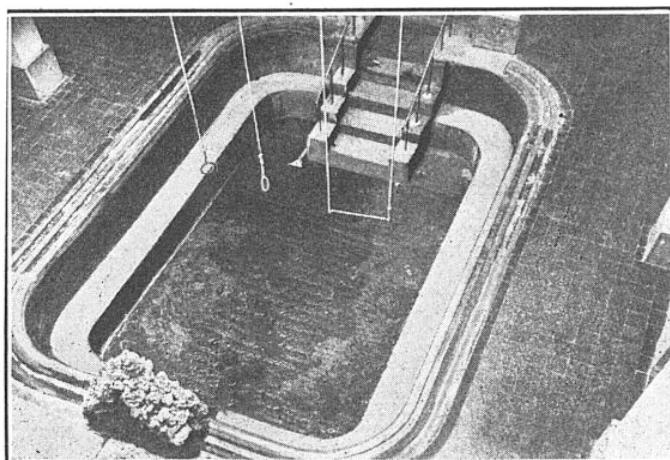
Voici une preuve merveilleuse à l'appui de cette thèse. La qualité physico-chimique, par laquelle un élément révèle ses traces infinitésimales dans une analyse est, sans contredit, la *radioactivité*. Le radium existe, en moyenne, dans l'écorce terrestre, à raison d'un gramme par 216.000 mètres cubes de roche. Sa découverte par des procédés purement chimiques classiques, avant Curie, eût tenu du miracle. Il a fallu son rayonnement pour décélérer sa présence dans un minéral, où il se trouve, d'ailleurs, à l'état relativement concentré. Or, M. Moureau a pu affirmer que toutes les eaux naturelles, sans exception, contiennent du radium. Dès lors, il n'est pas insensé de penser qu'une telle diffusion, loin d'être l'exception, est la règle applicable à tous les éléments, tous présents dans l'eau minérale, mais indécelables par les méthodes chimiques ordinaires. Seule, l'analyse spectroscopique pourra peut-être un jour faire avancer la question.

is how the regretted chemist Charles Moureu used to explain it : « Matter, he said, is extraordinaraly divisible. There is for instance in a « milligramme » of sea salt, fourteen billion billions of perfectly distinct and free particles. Therefore, if one puts a little of any substance anywhere, earth and air being constantly in motion, it is conceivable without paradox, that this substance, given its great divisibility, will diffuse and leave traces of itself everywhere, after a certain length of time.

« As on the other hand subterranean waters attack and wash the substances they meet, they carry, in solution or in suspension, atleast traces of all elements, the quantities alone varying. »

Here is strong proof to support this theory, the author of which is showing however its purely philosophical character, waiting for more advanced means of investigation than can be found in the laboratories

of to day. The « physico-chemical » quality by which an element reveals by analysis its infinitesimal traces, is without doubt radioactivity. The existence of radium on the surface of the globe is on the average of one gramme for 216.000 cubic metres of rock. Its discovery before Curie by purely chemical processes, would have been almost a miracle. Radiation revealed its presence in an ore where it is relatively concentrated. M. Moureau would affirm that all mineral waters without exception, contain radium. Therefore it is not preposterous to think that such a diffusion, far from being exceptional, is the rule applicable to all elements, present but untraceable by the usual chemical method in mineral water. Spectroscopic analysis might one day solve the problem, and give with sufficient precision the exact composition of mineral waters.



PISCINE GALLO-ROMAINE A AMÉLIE-LES-BAINS (PYR.-OR.)
A l'intérieur, on aperçoit la banquette sur laquelle s'asseyaient les baigneurs.

GALLO-ROMAN BATH AT AMÉLIE-LES-BAINS (PYR.-OR.)
Inside is the long bench on which bathers used to seat.

Le classement des sources doit demeurer, avant tout, empirique

En partant de ces vues, on peut dire que la classification des eaux minérales ne saurait être théorique, mais *pratique*. Elles se distinguent les unes des autres par des teneurs caractéristiques, massives, de minéraux ou de gaz, faciles, certes, à déterminer pour le chimiste. Mais *celui-ci*, une fois ce dosage effectué, ne peut affirmer que, du point de vue médical, tel élément qui lui a échappé n'a pas une importance thérapeutique de premier ordre. C'est ainsi que, jusqu'aux travaux de M. Moureu, on constatait bien que les eaux de Plombières étaient très efficaces, mais on ignorait que ce fut par leur radioactivité, le dosage chimique des sels n'ayant rien de très particulier.

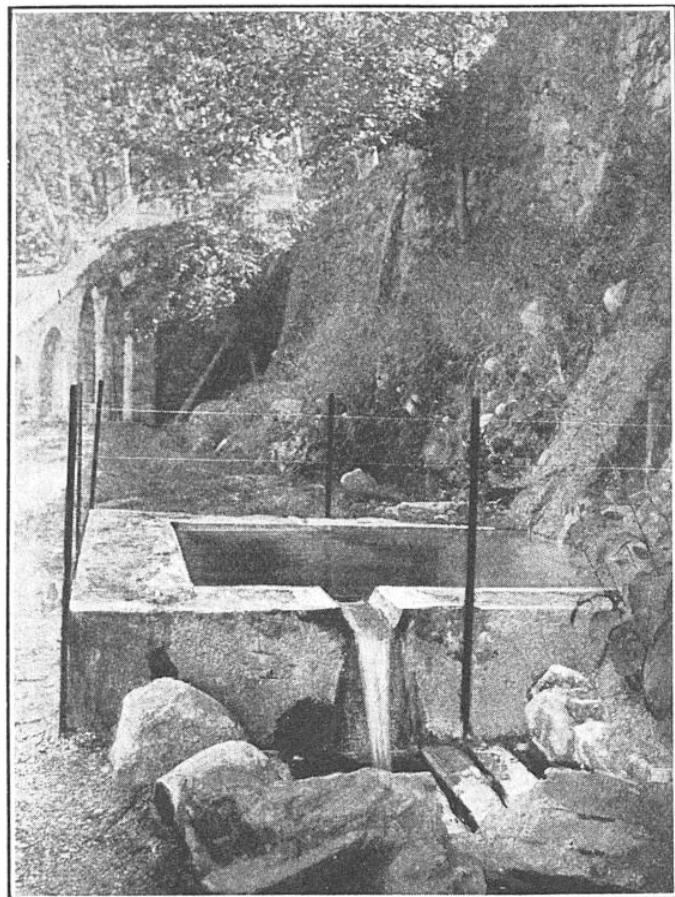
Voici un autre exemple. L'hélium est, comme on sait, un gaz chimiquement inert, apparaissant comme résidu de la désintégration radioactive. Sa présence à dose massive est extrêmement fréquente dans les eaux minérales : la source de Santenay (Côte-d'Or) dégage de l'azote mêlé d'hélium à 10 %. Du fait qu'il est incapable d'entrer dans une combinaison chimique quelconque, l'hélium doit-il être considéré comme étant aussi inert physiologiquement ? Ce serait vrai si les phénomènes de la vie n'étaient que chimiques.

The classification of springs must first of all remain empiric

Starting from these views, the classification of mineral waters must not be theoretical but practical. They differ from one another by the quantities of characteristic minerals or gases, easy to determine by a chemist. But once the relation of these quantities is determined, no one can deny that the absence of the undiscovered elements is of vital importance from the medical point of view. Before the discoveries of M. Moureu, people knew of the health-giving qualities of the waters of Plombières, but no one knew that these qualities were due to radioactivity, since there is nothing very peculiar in the chemical relation of salts.

Here is another example. Helium is, as one knows, a chemically inert gas, which appears to be

a residue of the radioactive desintegration. Its presence in great quantities is extremely frequent in mineral waters : the spring of Santenay (Côte-d'Or) emits azote mixed with helium at 10 %. From the fact that it is impossible for it to enter into any kind of chemical combination, must helium be considered as being as inert physiologically ? That would be true if the phenomena of life were only chemical. But they are also physical, not respecting their specificity.



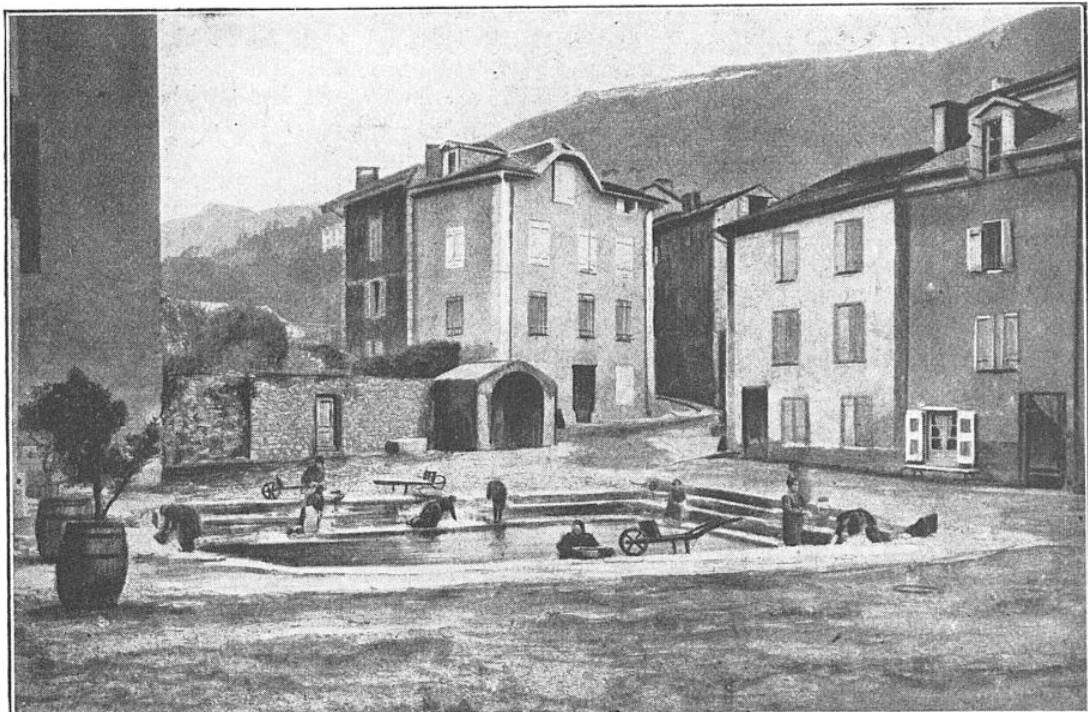
LA SOURCE CHAUDE SAINT-ANDRÉ, A THUEZ-LES-BAINS
(PYRÉNÉES-ORIENTALES)

THE SAINT-ANDRÉ HOT SPRING AT THUEZ-LES-BAINS
(PYRÉNÉES-ORIENTALES)

Mais ils sont, en outre — et sans préjuger de leur spécificité propre — physiques. Le phénomène de l'osmose préside aux échanges nutritifs à toutes les échelles, dans les membranes et les tissus de toute sorte. Or, l'hélium ayant une molécule très légère et, de plus, composée d'un seul atome, ce monoatomisme lui confère un grand pouvoir de diffusion à travers les tissus. Qui oserait, dans ces conditions, affirmer absolument *a priori* l'inertie physiologique de ce gaz ?

The phenomenon of osmose governs the nutritive exchanges in all degrees, through membranes and tissues of all kind. Helium has a very light molecule, composed of only one atom ; this monoatomia gives a great power of diffusion through the tissues. In these conditions who can affirm « *a priori* » the physiological inertia of this gas ?

Until physiology has made further progress, it is wise for purposes of therapeutic classification of springs to keep to the old



SOURCE THERMALE SUR UNE PLACE PUBLIQUE A AX-LES-THERMES (ARIÈGE)

THERMAL SPRING ON A PLACE AT AX-LES-THERMES (ARIÈGE)

En attendant les progrès de la physiologie, il est donc parfaitement sage de s'en tenir, pour la classification thérapeutique des sources, au tableau empirique et très différencié que nos ancêtres ont peu à peu dressé, les médecins aidant, depuis le temps où Montaigne raillait l'efficacité universelle conférée à toutes les sources, surtout à la plus proche. La dispersion des eaux minérales spéciales sur l'ensemble du pays n'est-elle pas, d'ailleurs, aujourd'hui, un délicieux motif à voyages ?

L'écueil serait donc le contraire de celui que signalait Montaigne : les baigneurs varieraient abusivement leurs cures pour le seul plaisir de changer de site.

empirical tables that our ancestors have gradually established, helped by doctors, since the time when Montaigne made game of the universal efficiency, supposedly possessed by all the springs, above all the nearest.

Today however the existence of spas scattered throughout the country is surely a charming excuse for travel.

Montaigne would now probably poke fun at those who vary the choice of their spas rather for their pleasant environment than for their medicinal value.

The geological origin of mineral springs

To understand the origin of the French mineral springs, it is necessary to remember

L'origine géologique des sources thermales

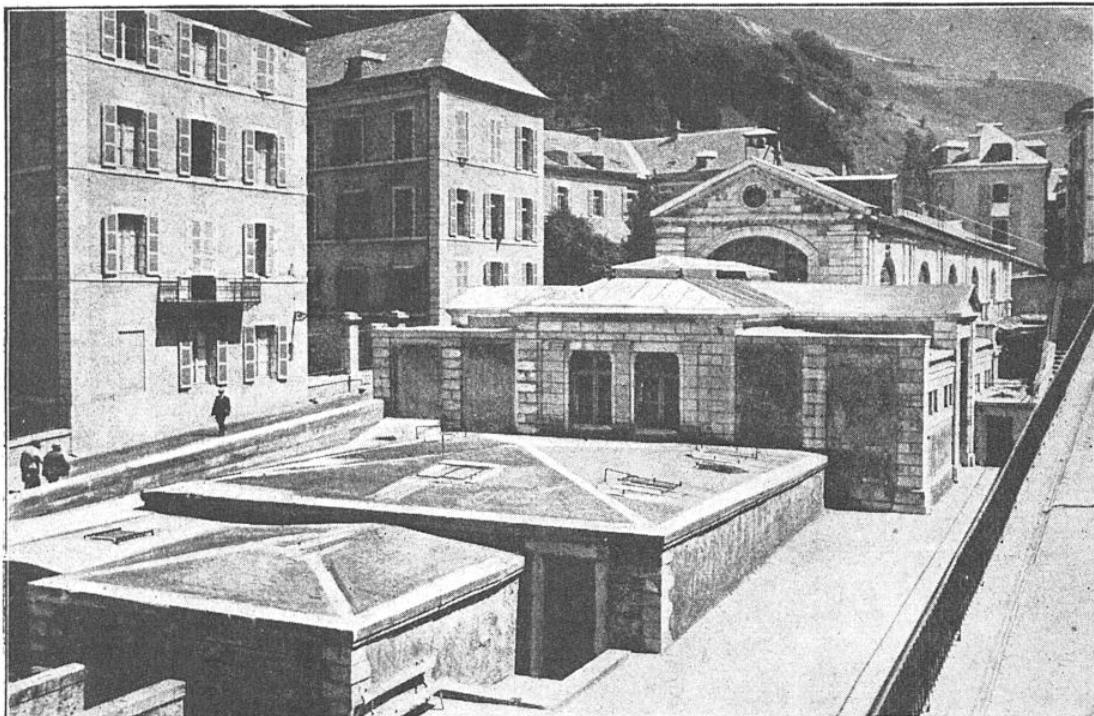
Pour comprendre l'origine des sources thermales françaises, il convient de rappeler la grande division géologique de notre territoire en deux classes de terrains : ceux qui sont antérieurs et ceux qui sont postérieurs à l'apparition de la « chaîne hercynienne ».

Cette chaîne de montagnes, disparue dès le début de l'ère secondaire, barrait l'Europe

the great geological division of our territory in two kinds of soil : that before and that after the appearance of the « Hercynian chain ».

That chain of mountains, disappeared since the beginning of the second era, ran across Europe from east to west. Its last remains in France are the Massif Central, Brittany, the Ardennes and the ridges only of the Vosges, the Pyrénées and the Alps.

In the beginning of the second era, the



LES SOURCES SULFUREUSES DE BARÈGES (HAUTES-PYRÉNÉES), CAPTÉES ET COUVERTES
THE SULFUROUS SPRINGS OF BARÈGES (HAUTES-PYRÉNÉES) (CUT DOWN AND COVERED)

dans le sens est-ouest. Ses derniers vestiges, en France, sont le Massif Central, la Bretagne, les Ardennes et les *arêtes* seulement des Vosges, des Pyrénées et des Alpes.

Au début de l'ère secondaire, la chaîne hercynienne est arasée ou submergée par la mer. Puis, par plissements gradués, *disloquant les terrains primaires*, les Pyrénées, les Alpes et le Jura surgissent, en ramenant au jour des roches anciennes.

Du point de vue hydrominéral, les roches contemporaines de la chaîne hercynienne sont du type *rigide*, celles post-hercyniennes sont *plastiques*, ce qui signifie qu'une fissure ouverte dans les premières a des chances de subsister, tandis que, dans les secondes,

Hercynian chain was leveled or submerged by the sea, while by successive ridges breaking up the primary strata, the Pyrénées, Alps, and Jura rise up, showing old rocks.

From the hydro-mineral point of view, the contemporary rocks of the Hercynian chain are of the *rigid* type, those of the post-Hercynian period are *plastic*. That is to say that an open crack in the first remains open, whereas in the second type, the same crack tends to shut.

The mineral springs, whatever origin their waters, spring from deep cracks in the soil. According to the distinction we have just made, it is easy to see why nine out of ten

semblable fissure tendrait à se refermer.

Quelle que soit l'origine de leurs eaux, les sources minérales jaillissent par des fissures profondes du sol. En vertu de la distinction que nous venons de faire, on comprend pourquoi les *neuf dixièmes* de ces sources sont situées dans des terrains anciens, au voisinage des chaînes de montagne.

Les causes de la minéralisation et de l'échauffement des eaux thermales

Les eaux minérales, disons-nous, jaillissent par des fissures. Mais quelle est leur provenance ? Sont-elles créées dans le sol profond lui-même, ou sont-elles des résurgences d'infiltrations antérieures ?

La science, nous dit M. P. Urbain, maître de conférences à l'Institut d'Hydrologie, ne sait pas encore répondre par une loi générale à cette question troublante. Les deux hypothèses demeurent en présence.

Exemple :
Voici une source chargée de gaz carbonique. Si l'eau est créée dans le sol même par un phénomène de volcanisme atténué (origine fumerolienne), le gaz carbonique a la même provenance que l'eau (la vapeur, jaillie de la roche profonde désagrégée par le phénomène volcanique, se condense par refroidissement progressif, en montant vers le sol). Ce mécanisme est probablement celui qui préside à l'élaboration des sources du Mont-Dore et de la Bourboule.

Mais on peut encore imaginer que des poches de gaz carbonique fossile soient occluses dans le sous-sol profond. L'eau superficielle d'infiltration (pluies) va rejoindre ces poches et s'y saturer de gaz par la haute pression qui y règne. A mesure qu'elle s'enfonce dans la terre, l'eau s'échauffe par l'effet bien connu de géothermie (un degré de température par 33 mètres d'enfoncement). Que l'eau trouve, à ce point d'échauffement et de saturation carbonique, une faille qui lui permette de remonter à la surface en

of those springs are situated in ancient soil, in the neighbourhood of mountain chains.

The causes of the mineralisation and heating of mineral waters

Mineral waters, we have seen, spring out from cracks, but where do they come from ? Do they originate from the deep soil itself, or are they caused by anterior infiltration?

Science, says M. Pierre Urbain, professor at the Hydrological institute, cannot yet reply with a general law to that puzzling question. Both hypotheses remain.

For example : consider a spring containing a high percentage of carbonic acid. If the

water springs from the soil itself by an attenuated volcanic phenomenon (fumarolian origin) the carbonic gas has the same origin as the water. Steam bursting from the deep rock condenses by progressive cooling in its rise to the surface.

This process is probably that of the Mont-Dore and

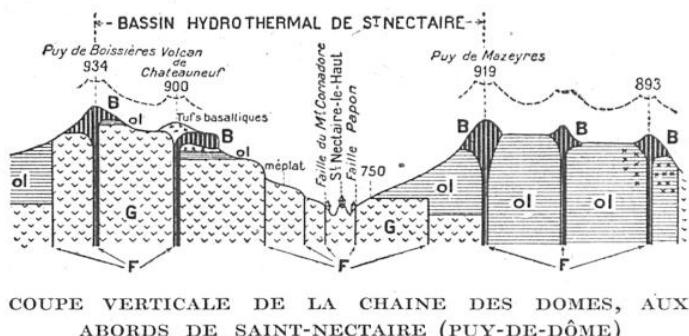
Bourboule springs.

But one can imagine also that pockets of fossil carbonic gas are hidden, deep down in the ground. Rain water by infiltration joins these pockets and gets saturated with gas by high pressure within. Whilst it goes further down, water gets warmer by the well known geothermal effect, one degree (centigrade) of temperature for every 33 metres down. If then water (at this degree of heat and carbonic saturation) finds a fault which allows it to get to the surface again in large quantities, the resulting spring will be highly gaseous as well as hot.

As the water rises more quickly than it falls, there is no time for a cooling process.

According to this new hypothesis, a geological accident will be necessary for the permanence of the mineral spring (generally a fault or plain crack breaking the level of the different stratas of the deep ground).

This sort of accident is known today to be



COUPE VERTICALE DE LA CHAINE DES DOMES, AUX ABORDS DE SAINT-NECTAIRE (PUY-DE-DÔME)

Les colonnes sombres représentent d'anciennes cheminées volcaniques obstruées ou de simples failles F, qui dirigent l'ascension des eaux thermales profondes.

VERTICAL SECTION OF THE « CHAINE DES DOMES », NEAR SAINT-NECTAIRE (PUY-DE-DÔME)

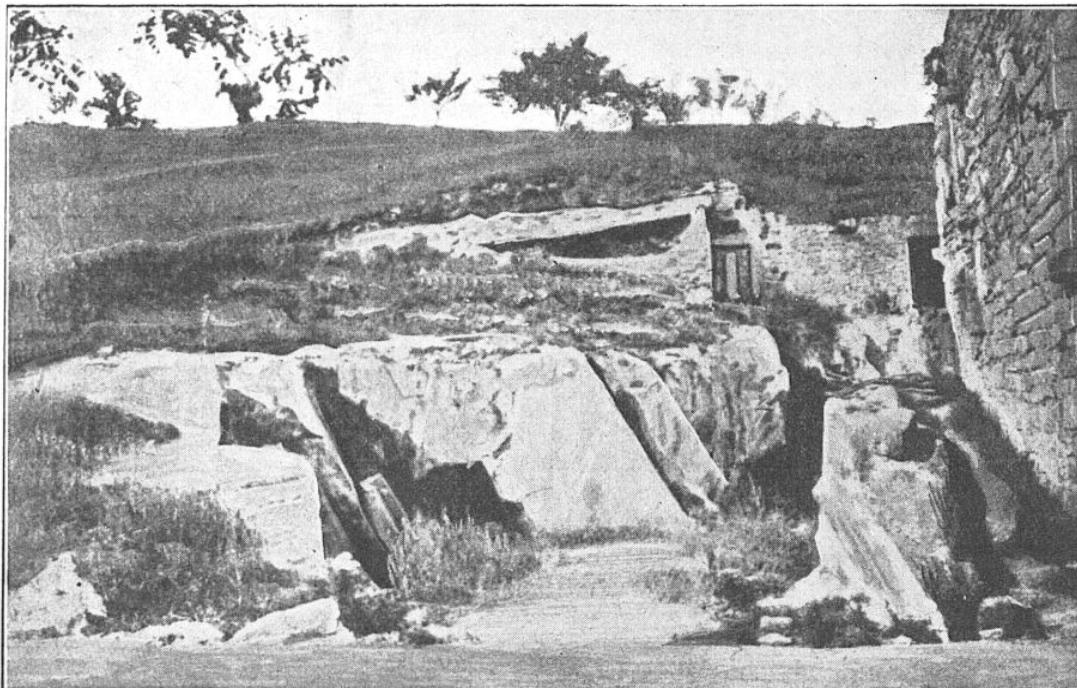
The dark parts are old volcanic obstructed ways or ordinary faults F which conduct the deep mineral waters to the surface.

quantités massives, et la source qui en résulte sera fortement gazeuse, en même temps que *chaude*, parce que la remontée, plus rapide que la descente, n'aura pas laissé à l'eau le temps de parcourir le processus inverse de refroidissement.

Dans cette nouvelle hypothèse, on voit qu'il faut, pour assurer l'existence de la source thermale, un *accident géologique*, tel qu'une faille ou « fracture plane » décalant,

much rarer than it was formerly believed. The Vichy waters spring from special faults, large cracks caused by a piling up of the earth's infrastructure. Those of Royat and Saint-Nectaire are on the contrary faults of purely volcanic origin, provoked by the existence of a volcanic cone. And Auvergne possesses hundreds of these extincts volcanoes.

In the Alps, the geological accident



EMERGENCE DES FAILLES GRANITIQUES A L'ENTRÉE DES GALERIES DES SOURCES PAPON,
A SAINT-NECTAIRE (PUY-DE-DÔME)

THE EMERGING OF THE GRANITIC FAULTS AT THE OPENING OF THE GALLERIES OF THE PAPON
SPRINGS, AT SAINT-NECTAIRE (PUY-DE-DÔME)

l'une par rapport à l'autre, les couches profondes du sous-sol.

Ce genre d'accidents est reconnu, aujourd'hui, beaucoup plus restreint qu'on ne le croyait jadis. Les sources de Vichy jailillissent par des failles *d'effondrement*, véritables cassures provenant d'un tassemement désordonné de l'infrastructure terrestre. Celles de Royat et de Saint-Nectaire sont, par contre, des failles d'origine purement *volcanique* provoquées par l'émergence du cône d'un volcan. Et ces volcans éteints, l'Auvergne les compte par centaines.

Dans les Alpes, l'accident géologique se présente le plus souvent comme un « chevauchement de terrains ». Autrement dit,

presents itself generally by an overlapping of stratas. In other words, two seames of rocks have folded themselves together in the general orogenic movement, like pancakes rolled in sugar. Sugar representing the permeable soil, the pancake the impermeable. The water, accumulated in the intermediate permeable ground, flows out abundantly at the base of the fold which makes the overlapping. It is the geological mechanism which assures the flow of the springs of Saint-Gervais and Aix-les-Bains.

Of course the last example we gave how water assimilates carbonic acid, accounts for the diversified mineralisation — mineralisation in which generally carbonic acid,

deux couches de roches se sont plissées de conserve, dans le mouvement orogénique général, à la manière des feuilles d'une crêpe enrobant du sucre en poudre. Le sucre étant représenté par le terrain perméable, la pâte par les terrains imperméables : l'eau accumulée dans le terrain perméable intermédiaire coule d'abondance à la base du pli qui forme le chevauchement. C'est le mécanisme géologique qui assure la coulée des sources de Saint-Gervais et d'Aix-les-Bains.

Bien entendu, l'exemple que nous venons de prendre du chargement des eaux en gaz carbonique explique encore leurs minéralisations de toute sorte — minéralisations dans lesquelles le gaz carbonique joue, d'ailleurs, le plus souvent, un rôle essentiel, étant un agent minéralisateur de premier ordre.

En présence de l'eau, il attaque, par exemple, les silicates de soude, de calcium, de magnésium — ce qui donne les bicarbonates correspondants. C'est le cas des sources du plateau central qui rencontrent des roches primaires fortement alcalines.

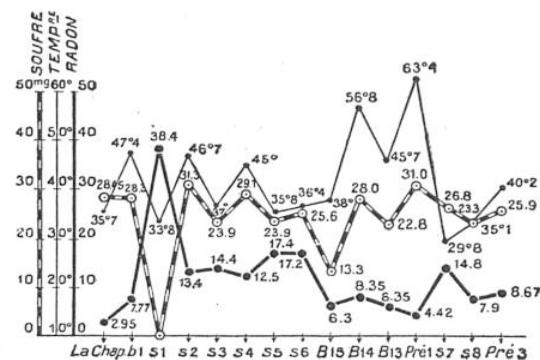
En dehors de ces roches silicatées, le gaz carbonique dissout encore, en présence de l'eau, le carbonate et le sulfate de chaux. Les sources bicarbonatées et sulfatées réalisées de la sorte peuvent l'être même en dehors de l'action du gaz carbonique fossile ou fumerolien : celui que fournit l'atmosphère est parfois suffisant.

Le mécanisme de formation des eaux minérales et thermales dans les Pyrénées est le moins bien élucidé. Cette région fait actuelle-



PRÉLÈVEMENT D'UN ÉCHANTILLON D'EAU MINÉRALE PAR M. LEPAPE, PROFESSEUR D'HYDROLOGIE AU COLLÈGE DE FRANCE

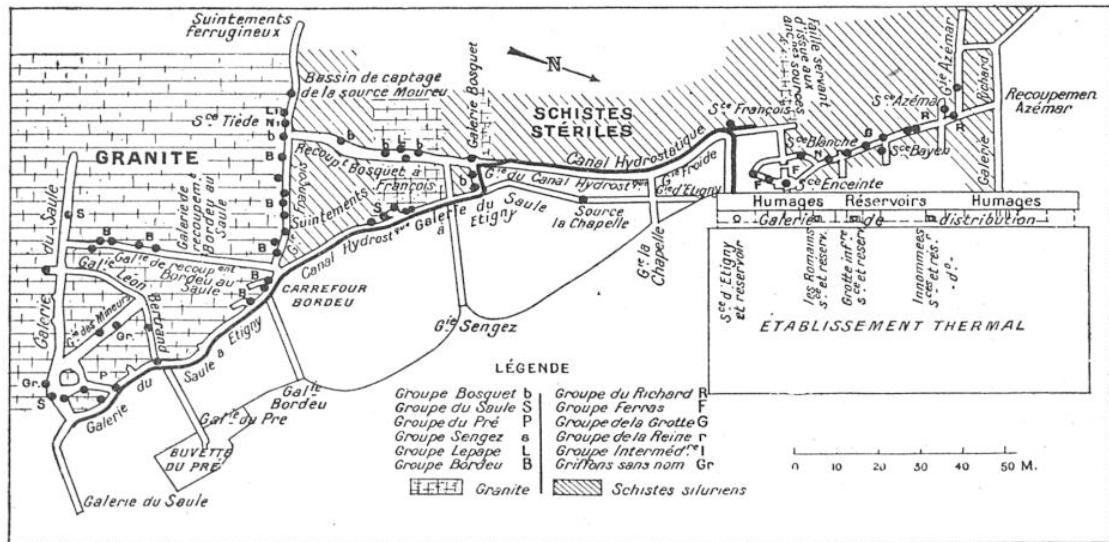
M. LEPAPE, PROFESSOR OF HYDROLOGY AT THE COLLEGE DE FRANCE, TAKING SAMPLES OF MINERAL WATER



ment l'objet d'une étude méthodique de la part de M. Pierre Urbain. Il existe, dans les Pyrénées, trente-neuf stations thermales sulfureuses (au sulfure de sodium) dont l'origine est assez controversée. Ces sources se trouvent toujours sur le plan de contact des granites et des schistes primaires qui constituent l'arête de la chaîne. C'est une règle à peu près générale de la distribution des griffons (ou points d'émergence des eaux thermales) qu'ils se rencontrent presque

bathing waters in the Pyrénées is less clear ; this region is actually the object of a methodical study by M. Pierre Urbain. There are in the Pyrénées thirty nine sulfuric bathing places (sulfure of sodium) the origin of which is rather doubtful. These springs are always found at the junction of the primary granites and shists which constitute the ridge of the chain.

As a general rule the distribution of the « griffons » (or places of emersion of mineral



COUPE HORIZONTALE DE LA MONTAGNE AUX ABORDS DE L'ÉTABLISSEMENT THERMAL DE BAGNÈRES-DE-LUCHON (HAUTE-GARONNE)

On suit facilement toutes les galeries de captage. Les points noirs marquent les points d'émergence (griffons) des sources thermales. On remarque leur densité à l'intersection des masses granitiques et des schistes.

HORIZONTAL SECTION OF THE MOUNTAIN NEAR THE BATHING PLACE OF BAGNÈRES-DE-LUCHON
The galleries of cutting down of the waters are easy to follow. The black dots show the places of emersion of the mineral springs. Their density is noticeable at the intersection of the shists and granitic blocks.

toujours au contact des éléments les plus anciens, dans une chaîne de montagne.

La coupe de terrains ci-jointe relative aux principales sources de Bagnères-de-Luchon est parfaitement significative à cet égard.

Les progrès de la chimie des eaux minérales

Les eaux minérales constituant un microcosme où tous les éléments peuvent être représentés, on devine qu'elles ont pu devenir pour les savants un passionnant objet d'études.

Voici quelques exemples : Sitôt inventée par Kirchhoff et Bunsen, la puissante et délicate méthode de l'analyse spectrale est

waters), are nearly always found in contact with the oldest elements in a chain of mountains.

The annexed section about the most important of Bagnères-de-Luchon springs gives full particulars.

The progresses of mineral water's chemistry

Mineral waters, being a microcosmos where every element can be found, are an extremely interesting study for scientists.

A few examples follow : as soon as it was invented by Kirchhoff and Bunsen, the powerful and delicate method of the spectral analysis was applied to a methodical ana-

appliquée à l'examen méthodique des eaux thermales et celles-ci révèlent la présence de deux corps inconnus, le *césium* et le *rubi-dium*. Lord Rayleigh et Ramsay, sitôt après avoir isolé l'argon, gaz rare de l'atmosphère, le retrouvent dans les eaux minérales. Bien que chimiquement inerte — comme l'hélium — l'argon est très soluble dans l'eau. MM. Moureu, de l'Académie des Sciences, et son collaborateur Lepape retrouvent également dans les sources minérales les quatre autres gaz rares de l'atmosphère, c'est-à-dire : le néon, le xenon, le crypton et le radon ou émanation de radium.

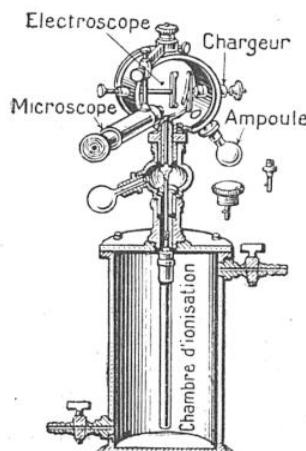
De la présence de ces gaz, tous chimiquement inertes, M. Moureu ne craint pas de conclure que leur présence dans l'écorce terrestre, d'où les eaux minérales les font surgir, est le témoin le plus expressif de l'homogénéité de la nébuleuse primitive dont la terre est issue.

L'analyse chimique qui, vers le milieu du XIX^e siècle, avait déjà décelé vingt-quatre élé-

ments dans les eaux minérales, et celles-ci révèlent la présence de deux corps inconnus, le *césium* et le *rubi-dium*. Lord Rayleigh et Ramsay, sitôt après avoir isolé l'argon, gaz rare de l'atmosphère, le retrouvent dans les eaux minérales. Bien que chimiquement inerte — comme l'hélium — l'argon est très soluble dans l'eau.

M. Moureu, of the Academy of Sciences, and M. Lepape, his collaborator, found also in mineral springs four other rare gases of the atmosphere, that is to say : neon, xenon, crypton and radon or radium emanation.

M. Moureu does not hesitate to conclude from the presence of those gases, all chemically inert, that their existence in the crust of the earth, from which mineral waters issue, is the most certain proof of the homogeneity of the primitive nebula from which the earth is derived. The chemical analysis which about the middle of the XIXth century had already



I. ÉLECTROSCOPE P. CURIE

Le corps dont on veut mesurer la radioactivité (le gaz émané d'une eau thermale ou l'eau thermale elle-même) remplit le cylindre inférieur (chambre d'ionisation) dans lequel plonge une électrode centrale, reliée à l'une des armatures de l'électroscope. Celui-ci étant chargé par le contact avec une masse électrisée, la « feuille d'or » électroscopique est repoussée obliquement. Cet angle de déviation décroît peu à peu en raison de la décharge de l'électroscope par son électrode plongée dans le gaz radioactif. La chute de la feuille d'or, observée au microscope, mesure l'énergie radioactive fournie par le corps soumis à la mesure.

THE P. CURIE ELECTROSCOPE

The substance measured for its radioactivity (gas emanated from mineral water or mineral water itself) fills up the lower cylinder (ionisation chamber) in which dips a central electrode connected to the electroroscope. The electroroscope being loaded by contact with an electrified mass, the electroscopic « golden leaf » is pushed aside. This deviation decreases little by little in regard of the electroscopes discharge, caused by its electrode being dipped in radioactive gas. The falling of the golden leaf observed through the microscope indicates the radioactive energy given by the substance observed.

ments dans les eaux minérales : oxygène, hydrogène, azote, chlore, soufre, carbone, silicium, calcium, magnésium, sodium, potassium, fer, brome, iodé, fluor, bore, phosphore, arsenic, strontium, manganèse, lithium, aluminium, baryum et nickel, ajoute à la liste, dès 1894, sept éléments nouveaux : rubidium, cuivre, cobalt, glucinium, zinc, cadmium, césium. Ensuite, vers 1907 : titane, antimoine, plomb, argent, bismuth. Enfin, vers 1913 : sélénium, étain, vanadium, chrome, mercure, thallium sont également signalés par M. Jacques Bardet.

Ces divers corps apparaissent, suivant

found twenty-four elements in mineral waters : oxygen, hydrogen, nitrogen, chlorine, sulphur, carbon, silicon, calcium, magnesium, sodium, potassium, iron, bromine, iodine, fluorine, boron, phosphorus, arsenic, strontium, manganese, lithium, aluminium, baryum, nickel ; adds to the list in 1894 seven new elements : rubidium, copper, cobalt, glucinium, zinc, cadmium, césium ; again in 1907 : titanium, antimony, lead, silver, bismuth ; then in 1913 : selenium, tin, vanadium, chrome, quicksilver, thallium, are also found by M. Jacques Bardet.

These divers bodies appear, according to

les sources, comme constitutifs, soit d'une *minéralisation principale* (dosable), soit d'une *minéralisation secondaire* (traces). Et les chimistes organiciens, de concert avec les biologistes, montrent que les traces de certains métaux, « infiniment petits chimiques », jouent un rôle *catalytique* considérable. Gabriel Bertrand montre que le manganèse est nécessaire à la fixation de l'oxygène par les cellules vivantes, et le fer à l'oxygenation du sang. L'hydrogène sulfuré (le gaz aux « œufs pourris » de Barèges) apparaît comme un agent d'échange d'oxygène extrêmement actif à l'intérieur des tissus. Et le physiologiste Zwaardemaker établit la nécessité de traces de métaux alcalins (potassium, rubidium ou césium) dans la liqueur de Ringer, qui maintient la survie du cœur isolé. Ce même savant démontre enfin que ces traces de métaux alcalins peuvent être supplées dans cette mystérieuse fonction par d'autres éléments radioactifs.

La radioactivité des sources minérales

Et ceci nous fait toucher à la qualité la plus récemment découverte des eaux minérales, leur radioactivité, dans l'étude de laquelle s'est spécialisé M. Adolphe Lepape, de l'Institut d'Hydrologie du Collège de France, dont les travaux font autorité.

Dès 1904, Pierre Curie examina une quarantaine d'échantillons gazeux et une dizaine d'échantillons d'eaux. Ces premières recherches établirent la présence, dans tous les échantillons, de l'émanation du radium. Aujourd'hui, plus de cent stations thermales françaises ont fait l'objet de mesures quantitatives de l'émanation. Quelques sources seulement ont été dosées quant à leur teneur en radium proprement dit.

the different springs, either as being of a principal mineralisation (measurable) or of a secondary mineralisation (traces). And the organic chemists with the biologists show that the traces of some metals (chemically infinitely small) play a considerably important part catalytically.

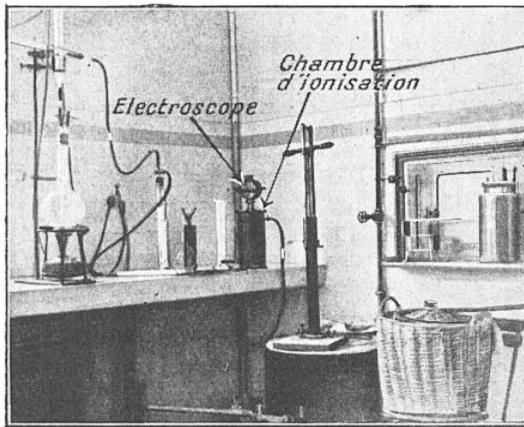
Gabriel Bertrand shows that manganese is necessary for the assimilation of oxygen by the living cells, and iron for oxygenation of the blood. The sulfarated hydrogen (the « rotten egg » gas of Barèges) appears as being a very active oxygenic agent inside the tissues, and the Physiologist Zwaardemaker shows the necessity of traces of alcalin metals : (potassium, rubidium or cesium) in the Ringer liquor, which maintains life in the heart when removed from the body.

The same scientist shows also that these alcaline traces of metal can be supplied in this mysterious function by other radioactive elements.

The radioactivity of mineral springs

And this brings us to the latest discovered quality of mineral waters : their radioactivity. This has been a subject of special study to which M. Adolphe Lepape of the hydrologic institute of College de France, whose works are notorious, has devoted himself.

Already in 1904, Pierre Curie examined about forty gaseous samples spontaneously given off by different springs and about ten different waters. These first analyses showed the presence in all samples of the radium emanation. To day more than a hundred French watering places have been analysed to establish the quantity of emanation. A few springs only have been measured for their percentage in radium.



MESURE DE LA RADIOACTIVITÉ DES GAZ DE SOURCE THERMALE AU LABORATOIRE D'HYDROLOGIE (M. LEPAPE)

Le gaz fourni par une masse d'eau minérale (dans la cuve centrale de la figure) traverse la chambre d'ionisation de l'électroscope et poursuit son chemin dans un circuit d'appareils d'analyse purement chimique.

MEASURING THE RADIOACTIVITY OF MINERAL SPRING GAS AT THE LABORATORY FOR HYDROLOGY (M. LEPAPE)

The gas given by a certain amount of mineral water (in the central basin) passes through the mineralisation chamber of the electroscope and follows its way through several apparatus for purely chemical analysis.

Pratiquement, c'est la teneur en émanation qui constitue seule la « puissance radioactive » d'une source.

Pour mesurer efficacement cette puissance, on compare la source thermale à une certaine masse de radium. La source thermale amène, en effet, constamment au jour de l'émanation. Pour fournir la même quantité d'émanation, il faudrait se donner une certaine masse de radium. Sachant qu'un milligramme de radium produit, en une heure, 7.500 « millimicrocuries » d'émanation, on voit qu'une source débitant N litres par heure et dont la radioactivité est mesurée en mêmes unités (millimicrocuries), la quantité correspondante de radium se trouve déterminée. C'est ce poids fictif de radium qui mesure la puissance de la source.

C'est ainsi que, pour prendre quelques exemples, au hasard, parmi les sources françaises les plus radioactives, la Bourboule jouit d'une puissance radioactive de 69 milligrammes 80 de radium pour ses gaz (inhalation) et 68 mg 80 pour ses eaux. Le Vernet possède, dans ses eaux, une puissance de 17 mg 1 ; Sail-les-Bains, 13 mg 8 ; Royat (source Saint-Marc), 18 mg 1 ; Nancy (source Sainte-Marie), 10 mg 1.

Mais l'émanation de radium ou radon se désintègre en une « période » de 3,85 jours : c'est-à-dire que, tous les 3 jours 85, l'émanation perd la moitié de sa puissance radioactive. Au bout d'un mois, l'eau thermale (conservée en vase clos) ne contient pour ainsi dire plus d'émanation active.

Les chimistes sont donc parvenus à nous montrer : 1^o que les eaux gagnent infiniment à être prises à la source ; 2^o qu'il faut, en bouteilles, les consommer fraîches.

Mais le radon n'est pas le seul gaz radioactif que doivent logiquement contenir les eaux minérales. Les roches lavées par ces eaux contiennent aussi des sels de thorium et d'actinium, sources permanentes de gaz radioactifs semblables au radon, et qui sont : le thoron, l'actinon, aussi solubles dans l'eau que l'émanation du radium.

Pourtant, les recherches les plus minutieuses de M. Lepape n'ont réussi à déceler ni thoron, ni actinon, du moins en quantité mesurable. C'est que le thoron se désintègre de moitié toutes les 55 secondes. En 10 minutes, toute sa radioactivité s'est évaporée. Or, ces 10 minutes ne suffisent pas à l'eau pour accomplir son trajet d'ascension des couches profondes à la surface. L'actinon est encore plus éphémère (destruction de moitié en 3 secondes 9).

Une remarque importante vient cepen-

Practically speaking, it is the percentage of emanation which alone constitutes the radioactive power of a spring.

To measure correctly that power, one compares the mineral spring with a certain mass of radium. As a matter of fact the mineral spring brings constantly to view radium emanation. To give the same quantity of emanation, a certain mass of radium is needed. Knowing that a milligramme of radium produces in one hour 7.500 « millimicrocuries » of emanation, it is evident that in a spring giving N litres per hour, the radioactivity of which is measured in the same units (millimicrocuries), the corresponding quantity of radium is thus determined.

It is this fictitious weight of radium that determines the power of the spring.

To give a few examples amongst the French radioactive springs : La Bourboule has a radioactive power of 69 mg 80 of radium for its gas (inhalation) and 68 mg 80 for its waters ; Vernet possesses in its waters a power of 17 mg 1 ; Sail-les-Bains, 13 mg 8 ; Royat (Saint-Marc spring), 18 mg 1 ; Nancy (Sainte-Marie spring), 10 mg 1.

But the emanation of radium or « radon » becomes disintegrated in a period of 3,85 days. That is to say, that every 3 days 85 the emanation loses half its radioactive power. After a month, mineral water (kept shut) has, so to speak, no active emanation.

So the chemists have succeeded in showing us : 1^o that waters are much more efficient when taken at the spring ; 2^o that, in bottles, they must be used fresh.

But radon is not the only radioactive gas which mineral waters evidently contain. The rocks washed by their waters also contain salts of thorium and actinium, other sources of radioactive gas, similar to radon — which are thoron and actinon — as soluble in water as the emanation of radium.

However, the most meticulous researches of M. Lepape have not succeeded in showing either thoron nor actinon, at least in appreciable quantity. That is because thoron disintegrates half itself every 55 seconds. In 10 minutes all its radioactivity is gone. And these 10 minutes are not sufficient for the water to make its way up from the deep rock to the surface. Actinon is still more ephemeral (half disappeared in 3 sec 9).

An important thing comes however to correct these deceptive facts : thoron by its disintegration gives birth to other radioactive elements — slower to disappear

dant corriger ces données décevantes : le thoron, en se désintégrant, donne naissance à d'autres éléments radioactifs plus lents à disparaître (destruction de moitié en 11 jours), mais qui, insolubles comme, d'ailleurs, la plupart des composés du radium, s'incorporent aux boues, dépôts et sédiments des sources. Et c'est la cause de l'efficacité des « bains de boues » pratiqués depuis si longtemps dans certaines stations. Ici encore, l'empirisme des ancêtres a devancé les analyses rationnelles des physico-chimistes.

Enfin, l'émanation radioactive des sources persiste dans l'atmosphère des sites, comme des mesures probantes l'ont révélé. Le baigneur continue donc sa cure même lorsqu'il se promène et respire l'air du temps.

L'individualité des eaux minérales

Cependant, que la « fièvre de la radioactivité », suivant le mot de Charles Moureu, ne nous envahisse pas. La radioactivité n'accapare pas les vertus des eaux minérales. Vichy et Vittel sont moins « radioactifs » que La Bourboule ; leurs eaux n'en sont pas moins efficaces et, d'ailleurs, on ne sait ce que ferait la Bourboule sans son arsenic.

« La thérapeutique constate, la chimie et la physique expliquent ou tâchent d'expliquer, et elles donnent au thérapeute des indications utiles. Une eau minérale est un mélange extrêmement complexe qui se présente dans un état d'équilibre déterminé. Et ce n'est pas avec des sels en solution,

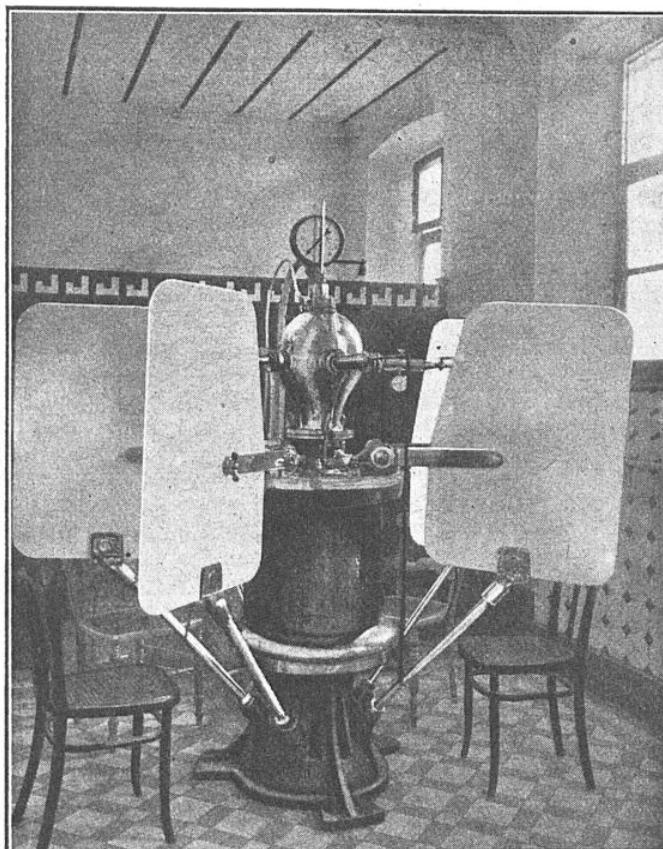
(half disappeared in 11 days), but they are insoluble like in fact most of the composites of radium and get incorporated in mud deposits and sediments of springs. And that is why mud baths are so efficient, which have been taken since a very long time in some places. Here again the empiricism of our ancestors has beaten the rational analysis of the physicochemists.

And, as Ch. Moureu remarked, the radioactive emanation of springs persists in the atmosphere of the place, as convincing proofs have revealed. So people continue their cure even when they walk about and do nothing for it.

The individuality of mineral waters

However, we must not let the « radioactivity fever », according to the expression of Charles Moureu, get hold of us. Radioactivity does not monopolize all the virtues of Vittel are less radioactive than Bourboule, but their waters are not less efficient and besides no one knows what Bourboule would do without its arsenic.

« Therapeutics make claims, which chemistry and physics explain or try to, and give the therapist useful indications. A mineral water is an extremely complex mixture which presents itself in a determined state of balance, and it is not with mixed salts, even added to radioactive matter, and rare gas, that the same mixture could be made.



LA SOURCE VIGUERIE, A AX-LES-THERMES (ARIÈGE)
THE VIGUERIE SPRING, AT AX-LES-THERMES (ARIÈGE)

même additionnés de matières radioactives et de gaz rares, qu'on pourrait refaire ce mélange dans un même état. Une eau minérale est un tout, un bloc. Elle a son individualité propre. »

Ces conclusions de l'éminent chimiste nous incitent à continuer aux sources thermales le crédit séculaire, fondé sur un empirisme irrécusable, que nos pères leur accordaient. Si la science intervient aujourd'hui, c'est pour perfectionner le classement thérapeutique des sources, le préciser en détails, non le bouleverser. Et, dans ce sens, il est compréhensible que les grandes stations aux sources variées, telle Vichy, aient installé un laboratoire d'hydrologie où les physiciens peuvent étudier sur place les divers échantillons.

La France contient plus de sources thermales que le reste de l'Europe

L'Institut d'Hydrologie et de Climatologie a été fondé, il y a quelques années, pour établir un recensement physico-chimique des sources thermales françaises, aussi bien par des analyses de laboratoire que par des prospections géologiques sur place. Cet examen méthodique est loin d'être terminé. La richesse de notre pays en eaux minérales est telle qu'il faut renoncer à citer des noms. Pour trente-trois sources justement réputées de l'Europe Centrale, j'en relève cent-sept du territoire français *au moins* équivalentes, au dire des experts, quant aux vertus curatives.

Seules, les monographies détaillées peuvent entrer dans le vif de la démonstration. L'Office National du Tourisme est tout particulièrement qualifié pour coordonner une publicité d'ensemble pour la mise en valeur de notre beau patrimoine national qui, tout récemment encore, subissait une série d'attaques aussi pernicieuses que ridicules de la part d'étrangers. CHARLES BRACHET.

« A mineral water is a whole, it has its own individuality. »

The conclusions of the eminent chemist cause us to give still to the mineral springs the time honoured credit accorded by our fathers and based on an irrefutable empiricism.

If science comes in to day it is not to overthrow, but to make a better therapeutic classification of the springs and give precise details.

It can be understood thus why the great watering places with various springs as for instance Vichy, have installed an hydrological laboratory to study on the spot and under the best conditions, the different waters.

France possèses more mineral springs than the rest of Europe

The institute of Hydrology and Climatology was founded a few years ago to establish a physico-chemical census of the French mineral springs, by laboratory analysis as well as by geological investigation on the spot. This methodical examination is far from being finished. The richness of our country in mineral waters is such that it is useless to try to give the names of all the springs. For thirty three springs justly reputed in central Europe, I find a hundred and seven on French territory, which experts find at least equivalent for their curative qualities.

A detailed monogram alone can complete the demonstration.

The "Office National du Tourisme" in France has been especially established to concentrate the efforts of those interested in the question and organize a general publicity showing at its full value this national patrimony, which just lately, has again been attacked by foreigners, in a pernicious and ridiculous manner.

N'OUBLIONS PAS QUE :

Dans la sidérurgie, le meilleur moyen d'abaisser le prix de revient de l'acier, c'est d'abaisser le prix de revient du coke. Abaisser celui-ci, c'est en utiliser les sous-produits : carbonisation à basse température, hydrogénéation des charbons bitumineux, fabrication des engrains chimiques dérivés de l'azote, utilisation des gaz récupérés pour le chauffage et l'éclairage. (Voir La Science et la Vie, n° 127, p. 17, le bel article si documenté sur la chimie du charbon : « Dans une houillère moderne, les sous-produits constituent une richesse aussi grande que le charbon lui-même ».)

GRACE AU BÉTON TRANSLUCIDE, LA LUMIÈRE DU JOUR PEUT ÊTRE RÉPANDUE A PROFUSION

Par Jean MARIVAL

L'homme, comme la plante, a besoin de lumière. Aussi, l'architecture moderne construit-elle, de plus en plus, des immeubles largement ouverts sur l'extérieur. Certaines parties d'immeubles ne pouvant cependant être mises directement en communication avec le dehors, doivent être éclairées uniquement par le toit. Par sa combinaison avec le verre, le béton armé a permis de résoudre élégamment ce problème. Le verre est employé sous la forme de pavés qui permettent d'obtenir des effets décoratifs remarquables. Placés entre les armatures, ces pavés n'enlèvent rien à la solidité du béton qui conserve toutes les qualités qui lui sont propres.

Comme les plantes, l'homme a besoin de lumière

Il suffit d'avoir observé le teint pâle des personnes vivant constamment loin du jour pour comprendre que l'homme, comme la plante, a besoin de lumière. D'ailleurs, ne doit-on pas constater que les architectes munissent les immeubles modernes d'ouvertures de plus en plus larges ? Cependant, il faut bien reconnaître que, pour permettre aux rayons lumineux de pénétrer dans les vastes édifices des banques ou des magasins, dans les immeubles industriels, dans les sous-sols, les fenêtres ne suffisent plus. C'est par le toit que le jour doit pouvoir pénétrer. Il faut donc prévoir des plafonds et des parquets diaphanes.

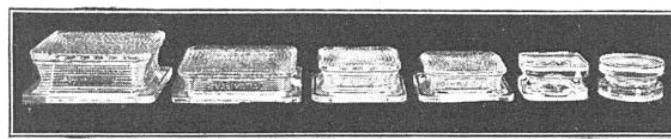
Tout le monde connaît les plaques de verre très épaisses utilisées dans ce but, qui forment des dallages lumineux très résistants, mais sans aucun effet décoratif. Certes, on les a bien ornées de dessins en reliefs à motifs très simples : carrés, losanges, rosaces. On a cherché à faire jouer la lumière par réfraction à travers les prismes de ces reliefs et on a obtenu des résultats intéressants.

Le béton armé et le verre

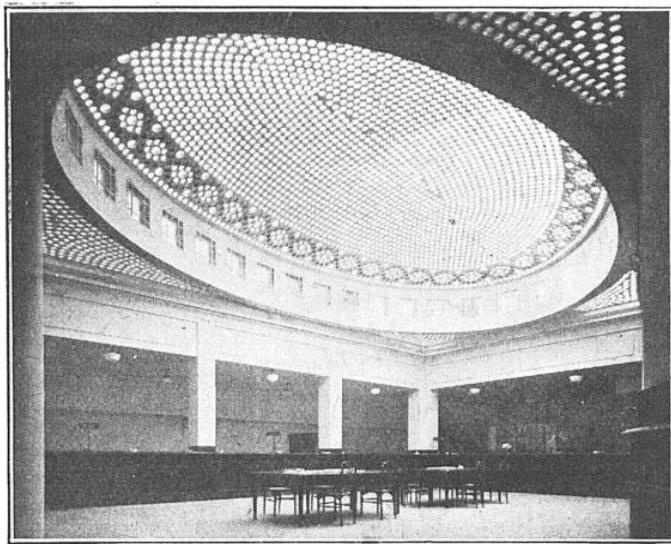
Le développement de la construction en béton armé devait permettre, cependant, une heureuse combinaison de ce matériau avec le verre. Dès 1906, on aboutit à un système très simple qui consiste à noyer dans le hourdis (ciment), entre les fers d'armature, de petits éléments en verre moulé dits « pavés en verre ».

Mais la résistance du béton armé n'allait-elle pas s'en trouver affectée ? L'expérience a démontré qu'il n'en était rien et que les calculs de résistance ne devaient subir de ce fait, aucune modification.

On sait, en effet, que le principe même de la théorie du béton armé est que le béton, sous les efforts de flexion, ne travaille que dans la zone comprimée, tout l'effort de traction étant supporté par les armatures. Expliquons-nous. Une poutre de béton armé, par exemple (cas d'un plancher), supporte un poids déterminé. Elle tend à flétrir. Tout le béton situé au-dessous d'un certain plan (plan de la fibre neutre) ne travaille pas du tout. Donc, dans cette zone, la continuité du hourdis n'est pas nécessaire et il y a évidemment avantage, pour alléger le plancher,



QUELQUES MODÈLES VARIÉS DE PAVÉS DE VERRE



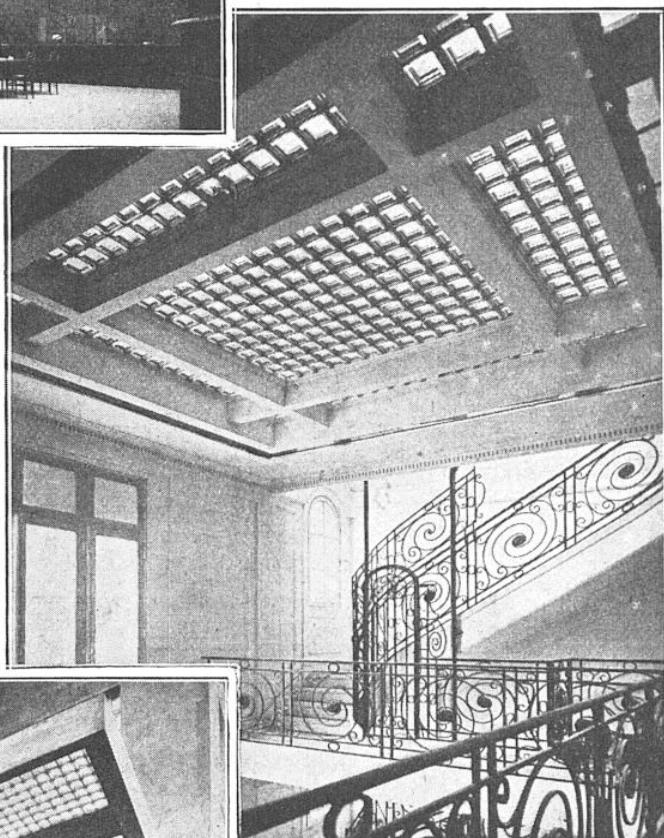
COUPOLE EN BÉTON TRANSLUCIDE
DANS UNE GRANDE BANQUE

à éviter les pavés le plus possible. On leur donne la forme d'un vase à fond épais ; souvent, le profil extérieur du col est lui-même cintré pour laisser passer les fers entre les pavés, dont les bases peuvent être très rapprochées, sans cependant qu'il y ait contact entre le fer et le verre. Des cannelures ou nervures augmentent l'adhérence du verre au béton.

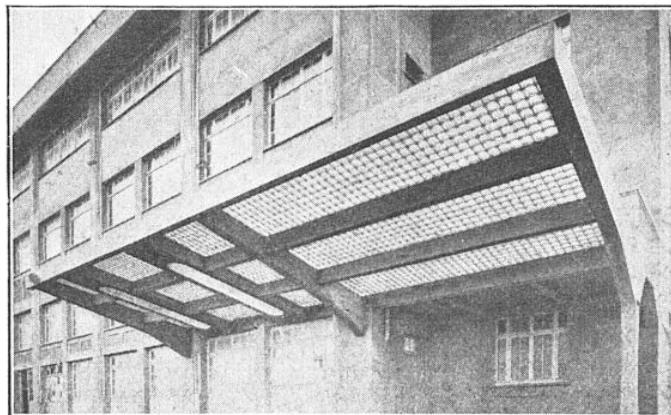
Dans certains cas, toutefois, les pavés massifs peuvent offrir un réel avantage, lorsque l'effort de traction est entièrement à la partie

supérieure, au lieu d'être, comme précédemment, à la partie inférieure. C'est le cas de la bordure des plates-formes encastrées, des plates-formes posées en porte-à-faux ou des plates-formes encastrées d'un seul côté.

Les essais faits, en 1923, par l'Entreprise Limousin et C^{ie}, et ceux effectués, en 1928, au Conservatoire national des Arts et Métiers, ont montré que le béton armé translucide est aussi résistant que le béton armé plein, dans



EXEMPLE D'APPLICATION DE
PAVÉS JOINTIFS POUR ÉCLAIRER
L'ESCALIER D'UN HOTEL PARTICU-
LIER, A PARIS



MARQUISE A L'AÉROPORT DU BOURGET, PRÈS PARIS,
CONSTRUISTE EN BÉTON TRANSLUCIDE

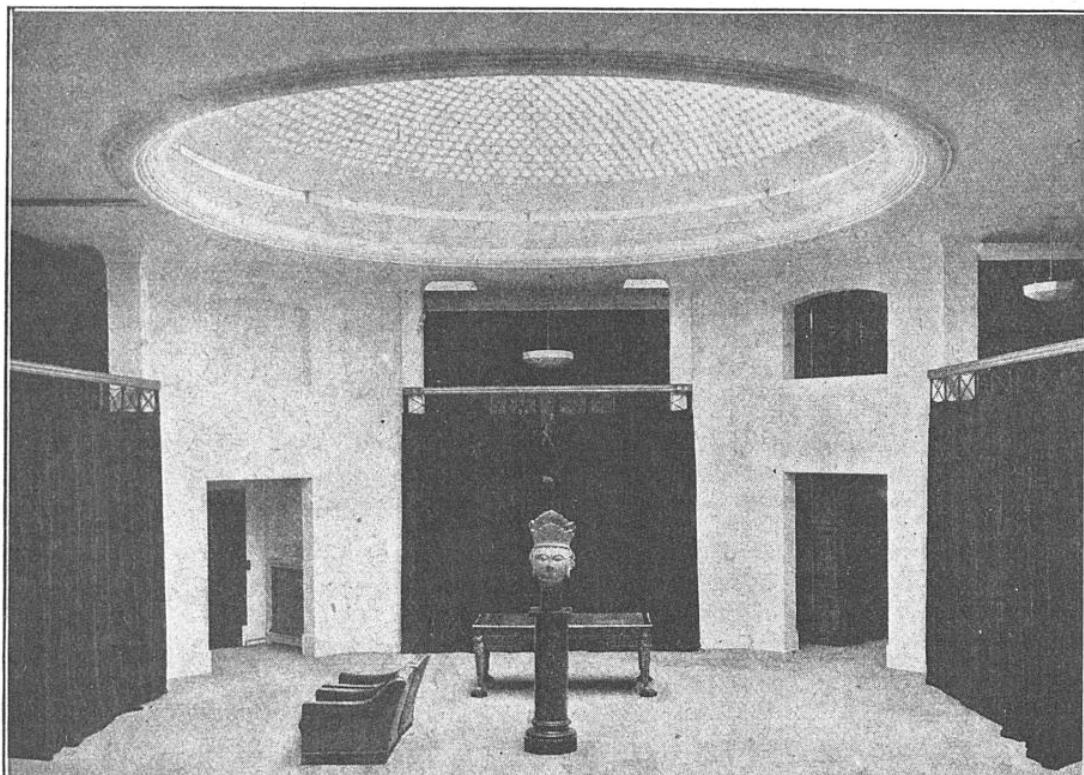
les mêmes conditions. Le laboratoire de l'Institut technique de Munich a également conclu dans le même sens.

La forme elle-même des pavés dépend à la fois de leur résistance

et de l'effet décoratif désiré. Il est évident qu'un pavé carré est plus fragile, par les angles qu'il comporte, qu'un pavé rond. Cependant, le carré est souvent préféré au point de vue décoratif, car il permet de réduire la surface du béton apparent.

Doit-on orner ces pavés de reliefs, comme on l'a essayé? Il semble que non, car le nettoyage en devient difficile, et la poussière, en

qui conduit à adopter un écartement d'environ 3 centimètres entre deux pavés ; cette distance peut être réduite à 5 millimètres, notamment avec les pavés ronds, si l'évidement de la gorge, indispensable pour maintenir le pavé dans le béton, est étudié de façon à laisser le passage à l'enrobement des armatures à leur place convenable, c'est-à-dire le plus bas possible.



CETTE COUPOLE EN BÉTON ARMÉ ET PAVÉS DE VERRE, PEUT ÊTRE SOULEVÉE PAR DES VÉRINS POUR ASSURER L'AÉRATION DES LOCAUX

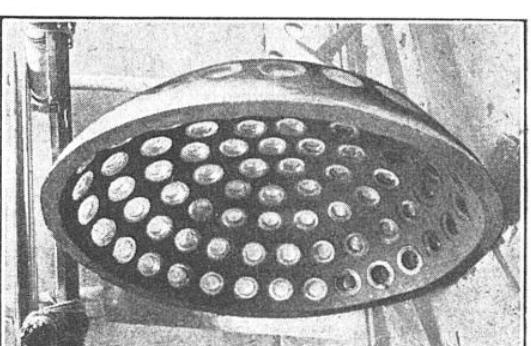
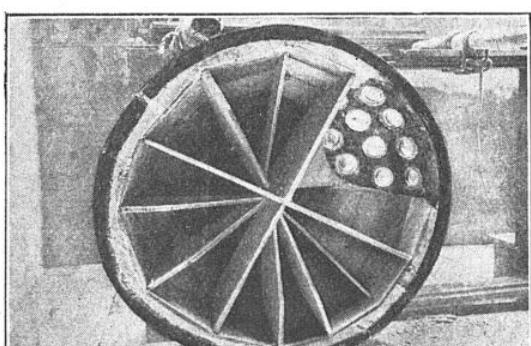
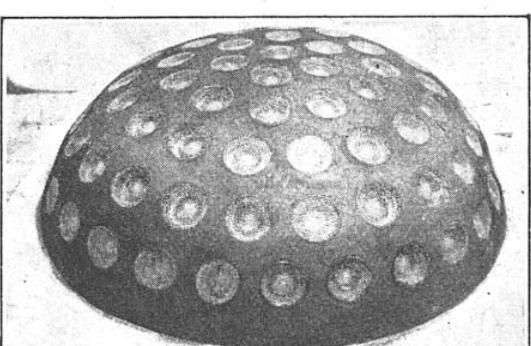
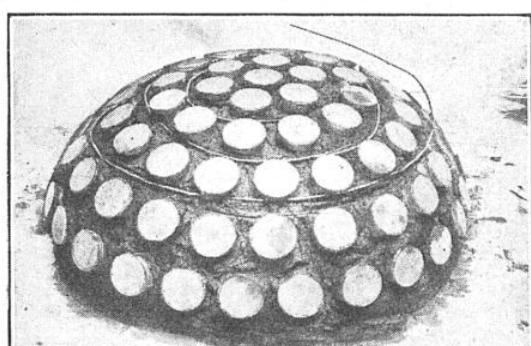
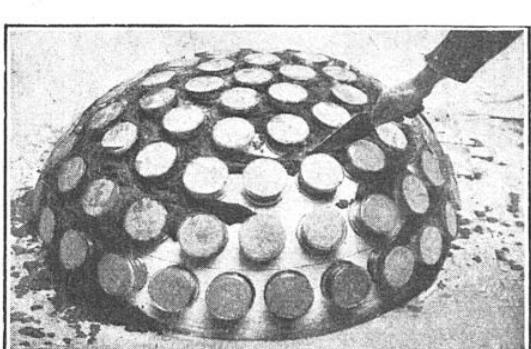
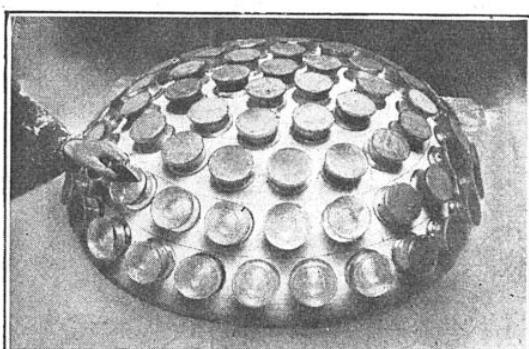
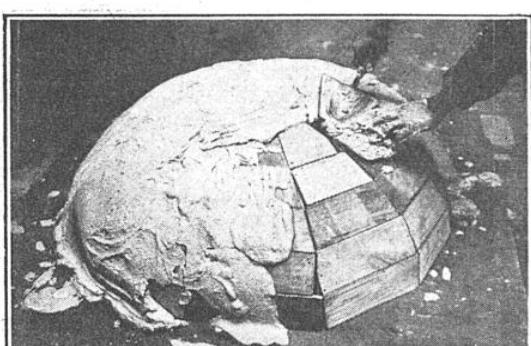
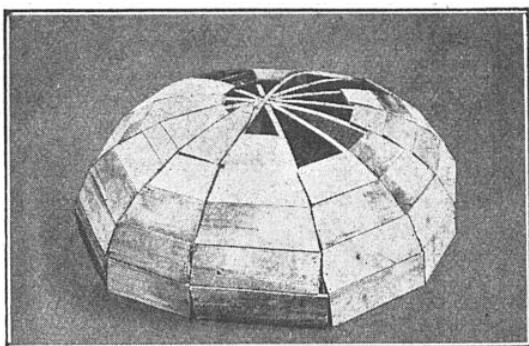
s'accumulant dans les creux, diminue rapidement leur transparence.

De toutes façons, il est bon de ne pas supprimer les joints de béton visible, comme cela a été tenté en Allemagne, en Suisse et en Scandinavie. Les résultats ne furent pas toujours très satisfaisants. Outre que le contact des pavés entre eux n'est pas très recommandable, la moindre dilatation risquant de provoquer leur casse, il est nécessaire de laisser un espace pour couler le béton, soulever les fers de façon à les bien enrober et à les isoler du verre et pour pilonner (si l'on n'emploie pas un béton très mou, qui suppose normalement une assez forte teneur en ciment). C'est donc une question de pose

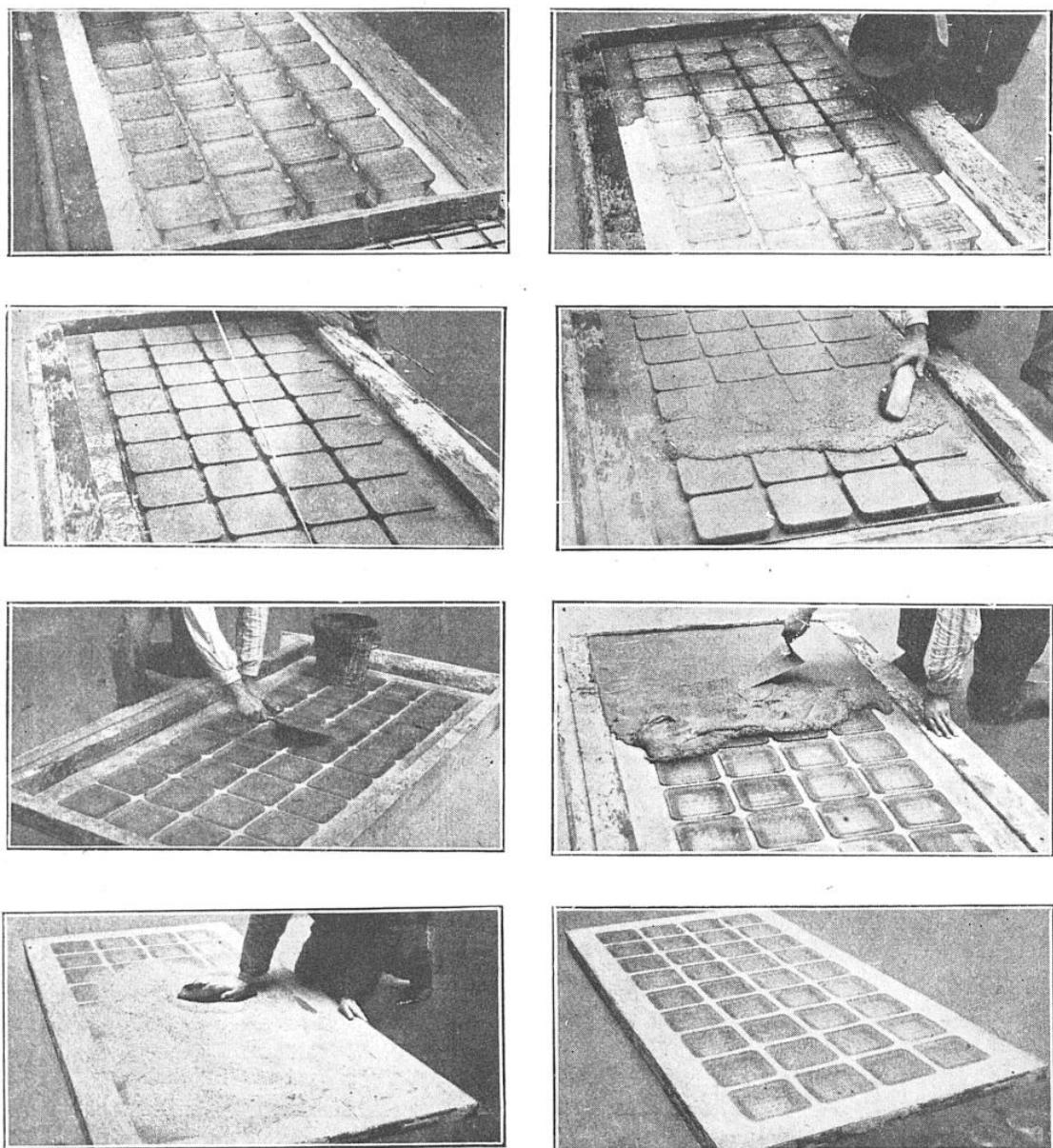
Cependant, pour réduire au maximum les joints entre les pavés carrés, M. Keppler créa en Allemagne, vers 1908-1910, un système dit de « pose jointive » consistant en l'emploi de pavés dont la base inférieure est plus grande que la base supérieure. C'est d'après un principe analogue qu'ont été conçus les pavés du type *Maxima*.

Leur pose est assez délicate, mais les essais effectués à Helsingfors (Finlande) ont donné des résultats excellents, puisque la charge de rupture fut 11,3 fois plus grande que celle pour laquelle elle avait été calculée.

Le point le plus faible semble être situé à l'épaule inférieure et, les casses se produisant presque toujours dans les dallages



QUELQUES-UNES DES OPÉRATIONS NÉCESSAIRES POUR LA CONSTRUCTION D'UNE COUPOLE EN BÉTON TRANSLUCIDE, AVEC PAVÉS DE VERRE RONDS



QUELQUES OPÉRATIONS DE CONSTRUCTION D'UNE DALLE EN VERRE ET BÉTON, PAR LE PROCÉDÉ DIT DES PAVÉS JOINTIFS

De gauche à droite et de haut en bas sont figurées les principales opérations : après avoir revêtu le coffre d'une couche de plâtre très uni et tracé le quadrillage de la surface, on pose les pavés de verre, jointifs par leur base. Puis on coule le béton, on place les armatures de fer et on coule à nouveau du béton jusqu'à un niveau un peu inférieur à la surface des pavés. On coule ensuite le mortier qui constitue la chape, on égalise, on nettoie à la sciure de bois une fois la prise faite. On peut alors déboiser la dalle.

extérieurs ou exposés à des différences de température assez élevées entre les deux faces, on peut conclure que les accidents sont provoqués par des phénomènes de dilatation. On a remédié à cela par l'interposi-

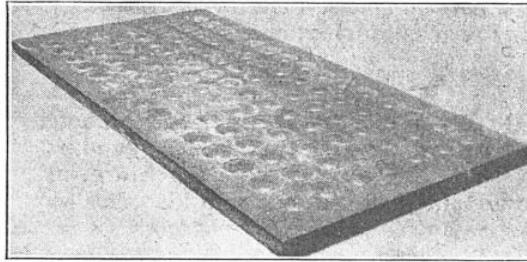
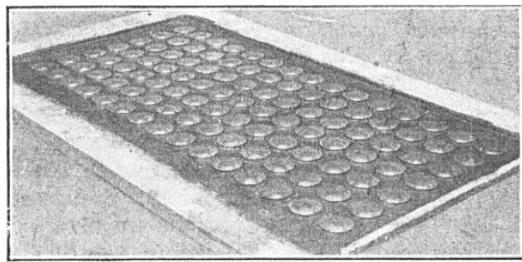
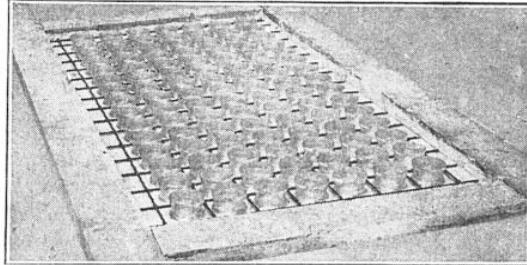
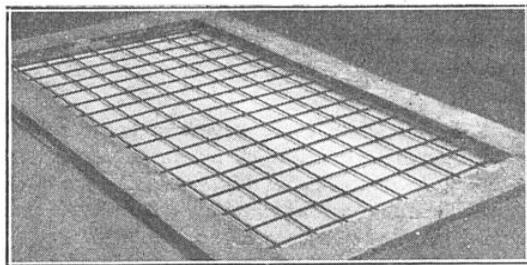
tion, entre le verre et le béton, d'une mince couche élastique, formée par un enduit asphaltique.

En ce qui concerne le béton, on peut employer un ciment quelconque, pourvu qu'il

soit de bonne qualité, et un sable assez fin.

Le choix de la forme des pavés est le plus souvent guidé par l'effet décoratif cherché. Cependant, pour des dalles devant supporter de fortes surcharges, les pavés ronds donneront le maximum de sécurité. Il faut, en outre, remarquer que, dans le cas d'un dallage sur lequel circulent des véhicules à roues ferrées, la chape en béton s'usant plus vite que le verre, les pavés risquent d'être écrasés sur leurs bords, lorsqu'ils sont en relief. On emploiera donc une chape assez

création de briques en verre moulé. La Compagnie de Saint-Gobain a mis au point la brique « Nevada », répondant parfaitement aux conditions du problème. C'est un parallélépipède de 20 centimètres de côté, de 40 millimètres d'épaisseur, qui comporte une gorge assez profonde pour la maintenir dans le hourdis et laisser, éventuellement, passer des armatures bien enrobées. Une face présente des reliefs ayant l'aspect d'un martelage décoratif, l'autre face est concave, ce qui, d'une part, allège la brique et, d'autre



CONSTITUTION D'UNE DALLE EN VERRE ET BÉTON AU MOYEN DE PAVÉS DE VERRE RONDS
On voit sur ces quatre photographies, la disposition des armatures, les pavés en place, le béton coulé entre les pavés et la dalle terminée. Les opérations de détail sont les mêmes que dans les cas de pavés joints.

dure en lui incorporant du carborundum.

Un des inconvénients des voûtes et coupoles en béton armé translucide est la condensation. L'instabilité hygrométrique des salles couvertes de cette façon ne permet pas une solution générale du problème. On doit donc prévoir l'aération des locaux.

On a ainsi réalisé des coupoles mobiles qui, pouvant être soulevées par des vérins, assurent la ventilation.

Les cloisons translucides

Depuis longtemps, on réalisait des cloisons verticales translucides par l'emploi de « culs de bouteille » et, plus récemment, au moyen de briques creuses en verre soufflé, dites briques « Falconnier ».

La même vogue du béton armé qui a conduit au béton translucide a amené la

part, favorise la diffusion de la lumière.

Ces briques peuvent être posées soit dans la position verticale, soit à plat, le panneau étant ensuite redressé.

Ainsi, le verre, qui joue dans la construction moderne un rôle de plus en plus important, exigé à la fois par le confort et l'hygiène, a permis de résoudre d'une façon fort élégante des problèmes qui paraissaient en dehors du cadre des applications de ce matériau. Grâce au béton translucide, on sait aujourd'hui allier à une solidité remarquable les effets décoratifs les plus modernes, tout en assurant à profusion la pénétration de la saine lumière du jour à l'intérieur des grands bâtiments.

J. MARIVAL.

Les photographies qui illustrent cet article nous ont été obligamment communiquées par « Glaces et Verres ».

COMMENT ON EXPLOITE LES TRANSPORTS EN COMMUN DANS UNE GRANDE VILLE MODERNE

Ce que la S. T. C. R. P. a réalisé,
ce qu'elle réalisera demain.

Par Jean BODET

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

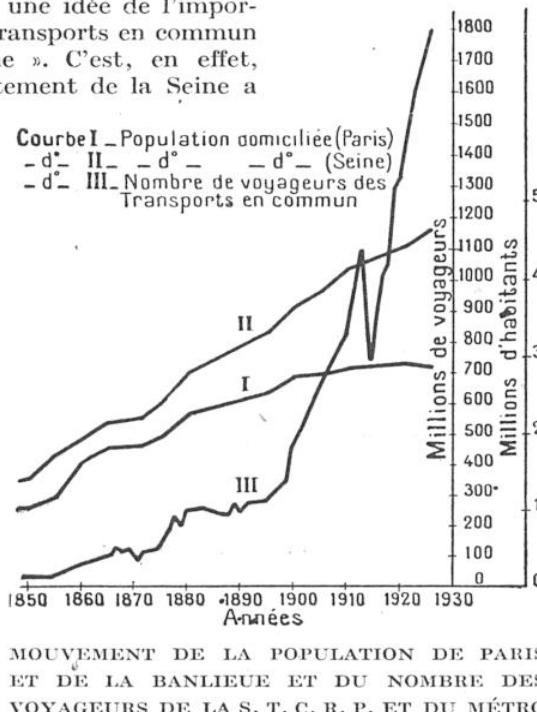
La concentration des affaires au cœur même des grandes cités, dont la conséquence est le refoulement des habitants vers la périphérie, le rythme de plus en plus accéléré de la vie moderne, ont accru considérablement, au cours de ces dernières années, le nombre des déplacements des citadins. C'est ainsi qu'en 1929 seulement, plus d'un milliard de voyageurs ont été transportés par la Société des Transports en commun de la région parisienne. Si l'on songe que le mouvement de ces voyageurs est surtout intense à certaines heures de la journée, on conçoit non seulement l'importance du matériel dont on doit disposer, mais encore la complexité d'une organisation qui doit satisfaire, à tout moment, à des besoins aussi variables. La S. T. C. R. P. a su réaliser, dans ce domaine, un ensemble qui, au point de vue technique comme au point de vue économique, rivalise avec les organisations étrangères les plus modernes.

Un milliard soixante-sept millions de voyageurs transportés pendant la seule année 1929 ! Ce chiffre, mieux que tout autre, donne une idée de l'importance du réseau des « transports en commun de la région parisienne ». C'est, en effet, en 1920, que le département de la Seine a racheté toutes les anciennes concessions de tramways et d'omnibus pour constituer un réseau unique, dont il a confié l'exploitation à la Société des Transports en Commun de la Région Parisienne.

Le contrat qui lie cette société et le département de la Seine est du type *régie intéressée*, c'est-à-dire que la S. T. C. R. P. exploite toutes les lignes, encaisse toutes les recettes et paye toutes les dépenses pour le compte du département, qui, de son côté, conserve la

maitrise des lignes et des tarifs. La société est donc, en somme, un gérant appointé.

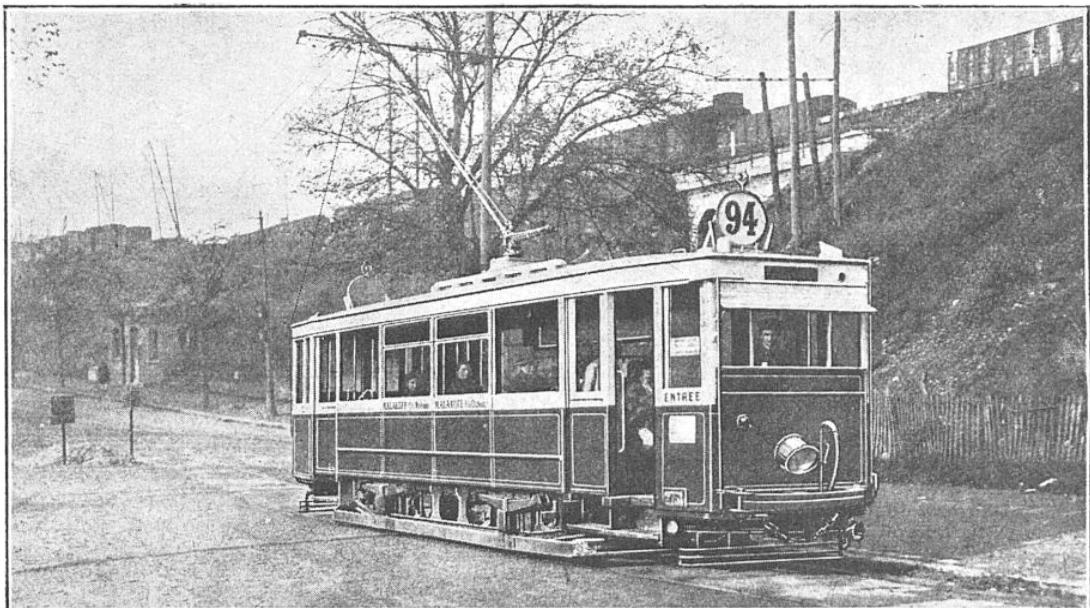
Les 228 lignes qui constituent le réseau sillonnent dans tous les sens un cercle de 25 kilomètres de diamètre, enfermant une population de 5 millions d'habitants. Peu de réseaux, dans le monde, ont une importance même comparable, tant au point de vue de l'effectif du matériel, qui comprend près de 5.000 voitures de toutes catégories, qu'au point de vue du personnel, qui compte 30.000 agents. Ces chiffres suffisent pour donner au lecteur une idée exacte des difficultés sans nombre auxquelles se heurte la société, tant dans l'organisation que dans l'exploitation de son réseau ; des pro-



blèmes qui, dans des exploitations de moindre envergure jouent des rôles secondaires, prennent, dans le cas qui nous occupe, une importance nouvelle. Il est facile d'imaginer avec quel soin les différents services étudient les questions les plus diverses, dans le but d'obtenir, de la part du matériel, comme de celle du personnel, le rendement le meilleur. C'est pour ces raisons que la S. T. C. R. P., dont nous allons examiner brièvement l'organisation, non seulement suit pas à pas les progrès réalisés dans toutes les branches de

par l'essieu, sont entièrement suspendus au châssis de caisse et orientés dans le sens de l'axe de la voiture. Chacun des deux moteurs attaque un des essieux par un arbre élastique et un couple de pignons coniques, conformément aux dispositions du pont arrière des châssis d'automobiles.

En outre, les sabots de freins sur bandages sont supprimés et remplacés par des sabots portant sur un tambour monté sur l'arbre d'induit du moteur. La suspension de la caisse, outre la suspension verticale ordi-



VOITURE DE TRAMWAY TYPE « To » AMÉNAGÉE POUR LE SERVICE A UN OU DEUX AGENTS

la technique, mais encore entreprend elle-même des recherches et perfectionne sans cesse ses méthodes d'exploitation.

Le matériel moderne des tramways

L'effectif total des tramways en service comprend 2.196 motrices et 988 attelages qui, pour la plus grande partie, proviennent des anciens réseaux rachetés en 1921. Depuis cette date, le matériel roulant s'est enrichi de 960 voitures nouvelles (587 motrices et 373 attelages).

Les dernières motrices créées par la S. T. C. R. P. sont du modèle dit *type L*.

Abandonnant les anciens principes de construction, la S. T. C. R. P. a réussi à alléger les motrices de ce type, en s'inspirant des dispositions utilisées dans la construction automobile. C'est ainsi que les moteurs électriques, au lieu d'être supportés en partie

naire, comporte une suspension transversale.

Les nouveaux principes de la motrice L ont paru si intéressants que de nombreux réseaux et constructeurs étrangers (notamment en Allemagne) s'en sont inspirés.

Les principaux avantages de cette construction consistent en réductions simultanées de poids, de prix de revient et de consommation d'énergie, en même temps qu'en augmentation de la puissance de freinage.

Afin de réduire les dépenses très importante de personnel, la S. T. C. R. P. étudie, depuis plusieurs années, l'utilisation de motrices à un seul agent.

A la suite des premiers résultats obtenus avec ces voitures, la S. T. C. R. P. a mis au point un nouveau type de motrice permettant le service, soit avec un seul agent aux heures creuses de la journée, soit avec deux agents aux heures de charge.

Cette voiture est munie d'un dispositif électromagnétique de sécurité qui, en cas de défaillance du machiniste ou de manœuvre du signal d'alarme, coupe automatiquement le courant, sable les rails, freine et déverrouille les portes d'accès.

Signalons enfin un progrès intéressant dans la technique des tramways ; nous voulons parler de la *récupération de l'énergie*, aux ralentissements et aux arrêts. Les premiers essais, sur une des lignes les plus dures, avec un équipement mis au point récemment par la S. T. C. R. P., ont permis de réaliser une économie d'environ 24 %.

Ce résumé rapide montre que le tramway est susceptible de perfectionnements très intéressants. Malgré les progrès réalisés dans la traction automobile, le tramway reste encore le mode de transport le plus économique, lorsqu'il s'agit d'assurer un trafic important de voyageurs.

Les omnibus automobiles

Le nombre des omnibus automobiles est de 1.518, dont 51 omnibus à six roues, 22 autocars et un omnibus à trolley. Les cent derniers omnibus construits en 1929 sont du type surbaissé qui permet à la fois une plus grande vitesse, une économie de carburant de 2 % et un plus grand confort.

De même que pour les tramways, il a été mis en service, dès 1924, 30 omnibus à un seul agent, et on a également étudié un type de véhicule à 42 places pouvant être employé indifféremment avec un ou avec deux agents. 118 voitures de ce type sont actuellement en commande.

Retenant très activement les travaux entrepris par la Compagnie générale des Omnibus de Paris depuis 1906, en vue de rechercher des carburants aussi économiques que possible, la S. T. C. R. P. a participé aux travaux de mise au point de l'utili-

sation de mélanges de carburants à base d'alcool (carburant national) et a largement employé ce carburant, tant que les stocks existants ont permis de l'obtenir à des prix avantageux. Par la suite, elle a successivement utilisé, en modifiant chaque fois le réglage des moteurs (taux de compression, avance à l'allumage) de façon à obtenir le rendement optimum, de l'essence poids lourds, des mélanges binaires d'alcool et d'essence, de benzol et d'alcool, de benzol et d'essence, et des mélanges ternaires contenant de l'alcool, de l'essence et du benzol en proportions variables. A l'heure actuelle,

le carburant utilisé contient 93 % d'essence poids lourds et 7 % de benzol.

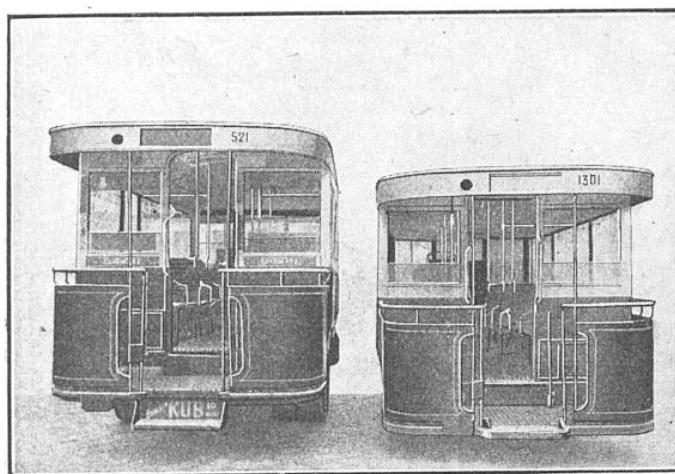
Indépendamment, de très nombreux essais ont été effectués avec les carburants les plus divers : carburants de synthèse, huiles lourdes, huiles naphthalineuses.

Des essais de voitures à gazogènes à charbon de bois ou à comprimés de charbon de bois sont actuellement en cours.

En outre, deux omnibus utilisent du gaz d'éclairage, emmagasiné sous pression (150 kilogrammes par centimètre carré) dans des bouteilles placées sous le châssis. Des essais ont également été entrepris avec un omnibus à accumulateurs et avec un omnibus à trolley. Mais ces divers essais démontrent qu'à l'heure actuelle, la supériorité, au point de vue économique, reste encore aux omnibus thermiques.

Un brillant avenir semble réservé à ce mode de traction, qui a de plus en plus la faveur du public.

Nous ne citerons que pour mémoire les 47 locomotives, 13 automotrices, 105 voitures à voyageurs et 380 wagons à marchandises du chemin de fer de Paris à Arpajon et du réseau de grande banlieue, ainsi que 40 bateaux à voyageurs dont 29 à 400 places et 11 à 300 places.



VUE ARRIÈRE DE DEUX AUTOBUS, L'UN A CHASSIS ORDINAIRE, L'AUTRE A CHASSIS SURBAISSÉ

La diminution de hauteur d'emmarchement facilite l'accès et réduit le temps de montée et de descente.

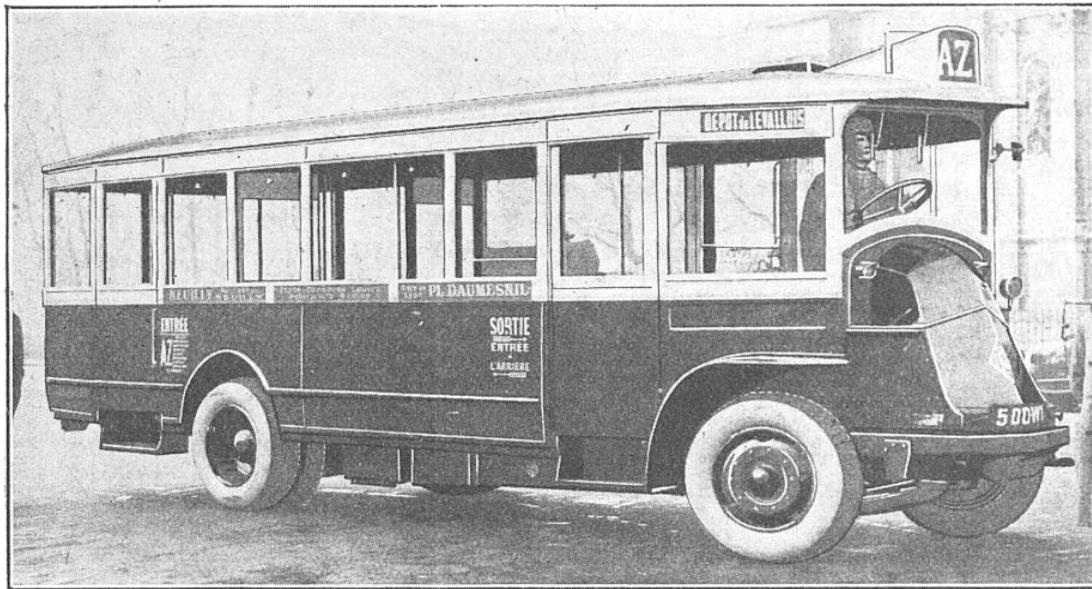
L'entretien du matériel et le service de la voie

L'entretien courant du matériel est assuré dans les dépôts, au nombre de 45, dont 30 pour les tramways et 15 pour les omnibus automobiles.

Le gros entretien (revisions générales, changements d'essieux des voitures) est effectué dans des ateliers de «grands levages», dont 4 pour les tramways et un pour les omnibus automobiles.

rations dont nous venons de parler, il existe un atelier central comportant un atelier de fonderie, de forge, de mécanique, de menuiserie, de chaudronnerie, d'habillement, permettant d'exécuter et de fabriquer la plupart des pièces consommées par les divers services de la société, ainsi que le matériel neuf, tramways et omnibus automobiles.

La longueur du réseau des T. C. R. P. est de 1.000 kilomètres de voie simple, dont 119 kilomètres en caniveau et le reste en trolley. Le réseau des chemins de fer de



AUTOBUS TYPE « PN-PY » A CHASSIS SURBAISSÉ, AMÉNAGÉ POUR LE SERVICE A UN OU DEUX AGENTS

La fabrication des pièces de rechange et la construction d'une partie du matériel neuf sont exécutées dans un atelier central, d'une superficie de 70.000 mètres carrés.

Les tramways passent en revision générale tous les 90.000 kilomètres. Tous les éléments sont démontés, vérifiés, réparés ou remplacés. Après une revision générale, la voiture peut être considérée comme neuve. Les essieux sont changés tous les 30.000 kilomètres.

Chaque atelier de grands levages dispose d'un hall, avec moyens de manutention nombreux, des ateliers de mécanique, d'électricité, de forge, de menuiserie, de serrurerie, un atelier de peinture avec chambre de peinture au pistolet, des bancs d'essais, etc.

Les omnibus automobiles sont revisés tous les 75.000 kilomètres environ.

Indépendamment des services de répa-

grande banlieue comporte 245 kilomètres de voie simple.

Pour l'exécution des gros travaux de voie, les équipes d'entretien disposent d'un outillage mécanique moderne comportant des marteaux pneumatiques, des bétonnières, des fraiseuses, des meules, des scies électriques, etc.

Comment le réseau est alimenté en énergie électrique

Le réseau de tramways est alimenté en énergie électrique livrée par les usines de production en quatre points : Vitry, Billancourt et Arcueil (réseau de l'Union d'Électricité), Saint-Denis (réseau de la Société d'Électricité de Paris).

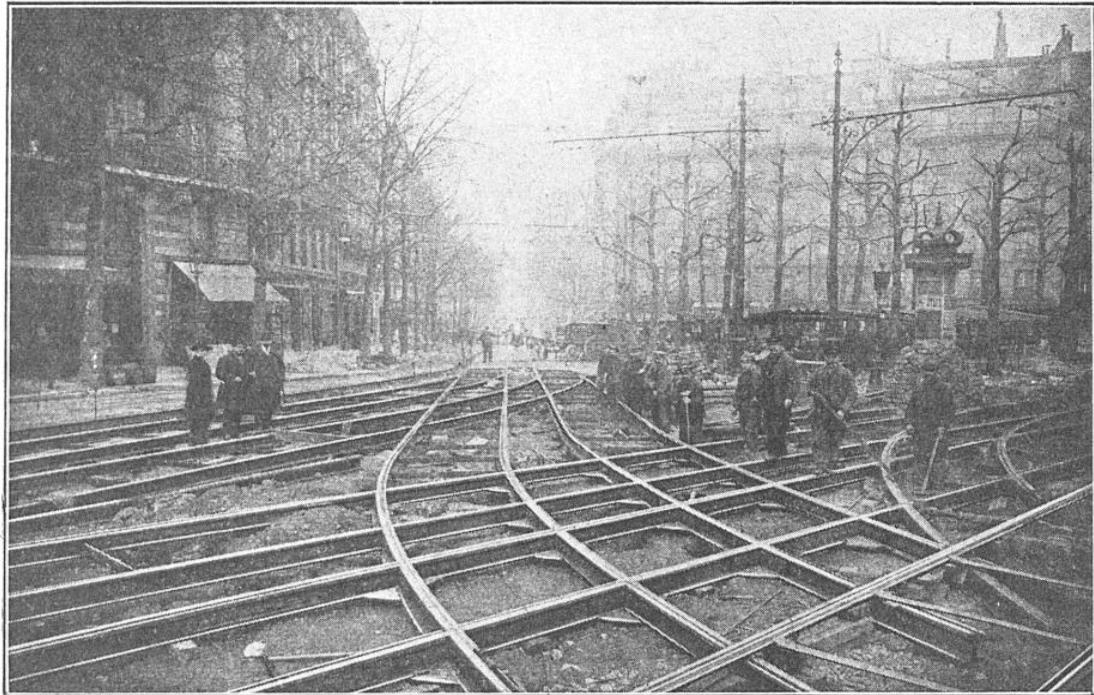
Le courant fourni par l'Union d'Électricité est actuellement livré sous 5.500 volts ou 13.500 volts, 50 périodes, tandis que le

courant fourni par la Société d'Électricité de Paris est livré sous 10.250 volts.

Vingt sous-stations, constituées par des unités transformateur et commutatrice, transforment le courant alternatif en courant continu 600 volts. Deux de ces sous-stations sont automatiques : ce sont celles de Sèvres (1) et de Vitry-Choisy.

Le nombre de kilowatts-heure continus 600 volts, consommés en 1929, a été de 108.500.000.

on a créé une permanence électrique (load dispatching), composée de spécialistes connaissant à fond le réseau et capables, dès qu'une panne se produit, de donner les instructions nécessaires pour que la section reconnue défective soit éliminée et l'alimentation reprise le plus rapidement possible. Cette organisation est analogue à celle que les grands réseaux ou les centrales électriques utilisent généralement à l'heure actuelle. Une installation radiotéléphonique



TRAVAUX DE VOIE AU CARREFOUR MICHEL-ANGE-AUTEUIL
Mise en place d'un croisement entièrement construit en atelier.

Les services techniques de la S. T. C. R. P. ont également étudié l'adaptation au réseau des redresseurs à vapeur de mercure. Mais ceux-ci présentent pour la récupération l'inconvénient de ne pouvoir fonctionner à rebours ; on a donc envisagé de réaliser des sous-stations mixtes, équipées chacune avec des redresseurs à vapeur de mercure et des commutatrices, les commutatrices permettant, le cas échéant, le retour du courant récupéré au réseau du fournisseur.

Cette disposition est particulièrement avantageuse au point de vue rendement.

En vue de permettre la réalisation des manœuvres qu'il est nécessaire d'exécuter pour assurer la continuité de l'alimentation,

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 150, page 443.

permet, de plus, d'entrer en relations avec les voitures automobiles de secours chargées du dépannage.

Nous ne dirons qu'un mot ici du laboratoire de sélection psychotechnique, qui permet de s'assurer, soit avant embauchage, soit en cours de service, que le personnel, receveurs et machinistes, a les aptitudes nécessaires (1).

L'emploi de la sélection psychotechnique diminue considérablement le nombre des accidents (réduction évaluée à 16,5 % environ).

Un soin tout particulier a été également apporté à l'apprentissage des machinistes et des receveurs ; un appareillage spécialement étudié permet aux apprentis de prendre

(1) Voir *La Science et la Vie*, n° 93, page 213.

contact très rapidement avec le matériel dont ils auront à se servir et de comprendre les conditions de son fonctionnement. Grâce à ces mesures, la formation du personnel est devenue plus rapide et, par suite, moins coûteuse, et le rendement du personnel en a été augmenté.

L'importance du trafic et les difficultés d'exploitation

L'industrie des transports en commun a eu à faire face à un accroissement exceptionnellement rapide, surtout depuis 1870, des besoins de la population de la région parisienne.

D'une part, la population du département de la Seine a plus que doublé depuis cette date; d'autre part, l'extension de l'agglomération vers des banlieues de plus en plus éloignées a augmenté les distances à parcourir et a nécessité des transports de plus en plus rapides. Enfin, les déplacements effectués par chaque personne sont beaucoup plus nombreux.

Pendant que le nombre des habitants s'accroissait dans le rapport de un à deux, le nombre des voyages par habitant effectués dans les transports en commun s'accroissait dans le rapport de 1 à 8, passant de 50 à plus de 400; le nombre des voyageurs transportés s'est ainsi accru dans le rapport de 1 à 16.

En dehors de son accroissement continu, le trafic subit des variations périodiques auxquelles les transports doivent s'adapter; ces besoins varient suivant les saisons, les jours de la semaine et les heures de la

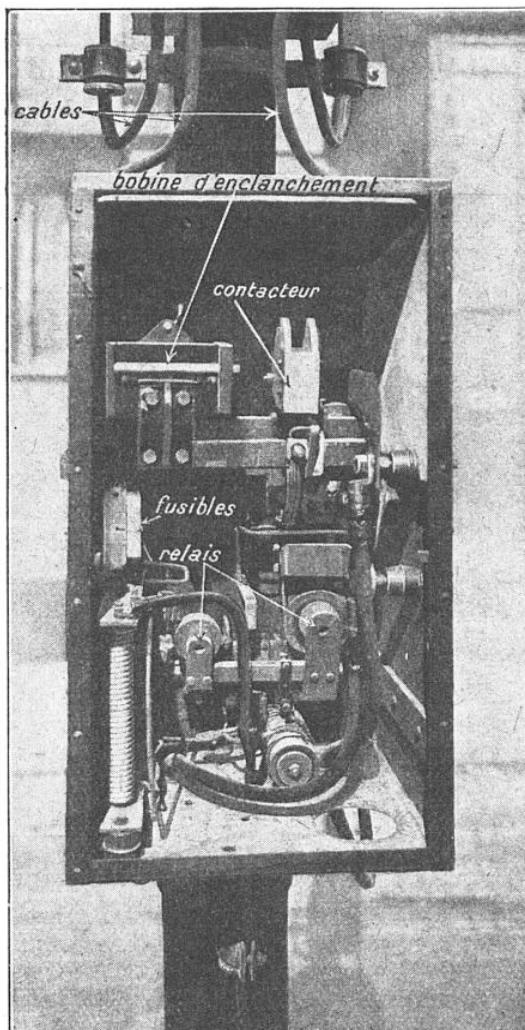
journée. Ces variations elles-mêmes diffèrent suivant les lignes.

Dans l'industrie des transports en commun, l'exactitude des prévisions a une importance énorme. C'est qu'il est impossible, en effet, de stocker des « kilomètres-voitures ». Tout kilomètre inutilement effectué par une voiture est immédiatement perdu. Il faut donc à chaque instant répondre exactement aux besoins du public et suivre toutes leurs fluctuations.

Sur certaines lignes, le nombre des voyageurs à transporter, le matin et le soir, est dix fois plus important qu'à d'autres heures. Malgré tous les efforts, il n'est pas possible de faire varier les services dans les mêmes proportions. Ceux-ci sont, en effet, limités par les disponibilités en matériel et les conditions de travail du personnel.

L'encaissement du prix des places n'est pas non plus sans difficultés. Celles-ci proviennent de ce que le produit « transport » est vendu par très petites quantités de valeur minime.

En effet, la perception de la recette, qui sera d'environ 800 millions en 1930, correspond à plus de 1 milliard d'opérations d'encaissement, portant, pour la majeure partie, sur des sommes de 0 fr 60. Cet encaissement, ainsi que les opérations de vérification et de comptabilité, exigent un personnel très nombreux qu'il faut instruire et contrôler. De plus, la dévalorisation de la monnaie a compliqué notablement la perception et la tarification, notamment sur



CONTACTEUR D'INTERCONNEXION MONTÉ SUR POTEAU

En cas de défaillance d'une sous-station alimentant un secteur, le contacteur lui substitue automatiquement une autre sous-station.

les lignes de banlieue. Pour ne citer qu'un exemple, sur la ligne 88, « Pont d'Antony-Porte d'Orléans », du fait des multiples sections et combinaisons de sections, et de l'existence de quatre tarifs différents (première et deuxième classe, mutilés ordinaires, mutilés 100 %), le receveur doit connaître 660 prix de parcours différents.

Le travail matériel et l'effort ainsi demandés au receveur avaient fini par rendre sa tâche impossible. Il était donc absolument indispensable de réviser la tarification.

Si cette réforme a lésé quelques voyageurs, par contre, elle a permis un meilleur service et une diminution du prix de revient. Dans l'ensemble, elle a donc été avantageuse pour le public.

D'autre part, la société a étudié le moyen de diminuer encore le travail du receveur en appliquant un système totalement nouveau, qui est le *carnet de tickets*. Sans doute ce système oblige le voyageur à faire l'avance du prix d'un carnet. Mais, grâce à cette minime avance, les échanges de monnaie sont réduits au minimum, la perception est trois fois plus rapide, le travail du receveur est grandement facilité et enfin les opérations de vérification, de comptabilité et de statistique sont très simplifiées.

Réduisant la main-d'œuvre et améliorant, par ailleurs, les conditions de travail, le système des carnets de tickets constitue donc un progrès.

La progression considérable du nombre de véhicules a amené une véritable congestion de la circulation parisienne. Les arrêts fréquents, dus à cet encombrement, entraînent une augmentation des consommations et surtout une fâcheuse diminution de la vitesse commerciale. Cette diminution, particulièr-

ment sensible aux heures de charge, a pour effet de réduire le nombre des places offertes, précisément aux heures où le public en a le plus besoin. Il est facile de comprendre que si les voitures mettent deux fois plus de temps à effectuer une course, le nombre des courses utiles sera réduit de moitié. Toute amélioration apportée à la circulation entraîne une diminution du prix de revient et une augmentation du trafic, c'est-à-dire des recettes. On voit l'intérêt que présente, à ce point de vue, le problème de la circulation dans Paris.

Le problème économique des transports en commun

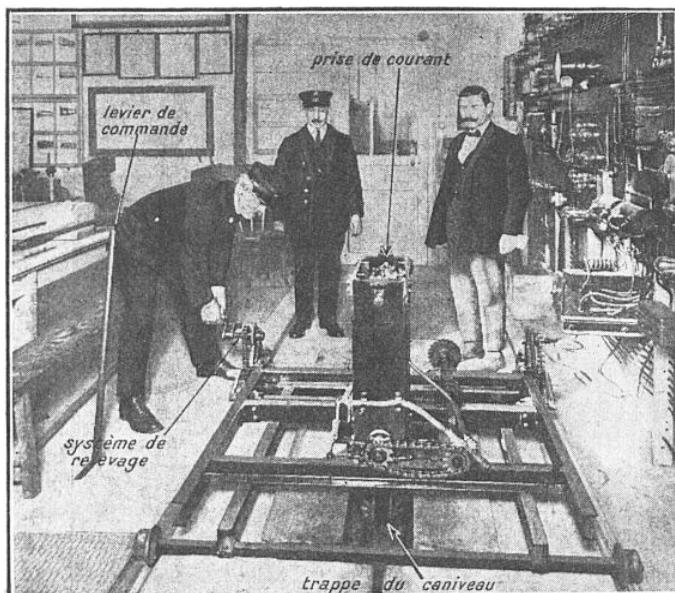
Après avoir examiné l'organisation technique du réseau des T. C. R. P., nous dirons quelques mots de ses résultats économiques.

Pour l'exercice 1929, les dépenses d'exploitation ont atteint 718 millions 233.000 francs et les recettes 675 millions 781.000 francs, soit une insuffisance d'exploitation de 42.452.000 francs. D'autre

part, les charges financières se sont élevées à 87.746.000 francs. L'insuffisance totale pour 1929, y compris la rémunération de la Société, a donc été de 138.443.000 francs. Pour en comprendre les raisons, nous examinerons les trois éléments : charges financières, dépenses d'exploitation, recettes.

Charges financières. — Les charges financières comprennent, indépendamment des charges normales, les charges de rachat, les charges de liquidation des comptes de guerre et les charges d'emprunts contractés pour la remise en état des voies et du matériel qui n'avaient pu être entretenus pendant la guerre. Ces charges sont étrangères à une exploitation normale.

Dépenses d'exploitation. — Les dépenses d'exploitation résultent des prix unitaires



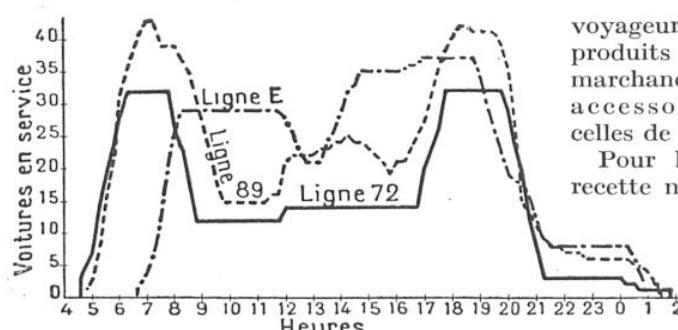
L'INSTRUCTION PRATIQUE DES MACHINISTES

Manœuvre de relevage de la prise de courant montée sur les tramways circulant sur voies équipées en caniveau souterrain.

des matières et de la main-d'œuvre nécessaires à l'exploitation et des quantités consommées.

Pour la main-d'œuvre, qui représente plus des deux tiers de la dépense totale, le coefficient de majoration est d'environ 10 par rapport à l'avant-guerre. Ce coefficient élevé est moins dû à l'augmentation des salaires qu'à la réduction des heures de travail (loi de huit heures, congés, etc...).

Pour tous les éléments de dépenses autres que la main-d'œuvre (énergie électrique, car-



COMMENT VARIE LE NOMBRE DES VOITURES SUIVANT LES HEURES DE LA JOURNÉE

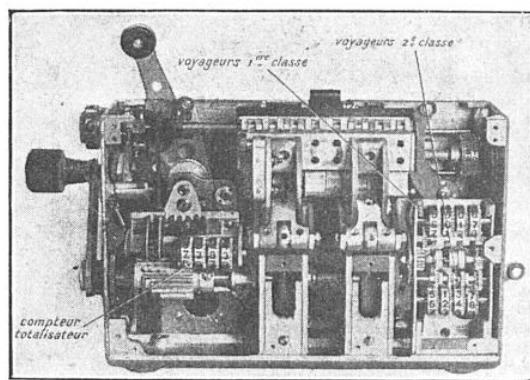
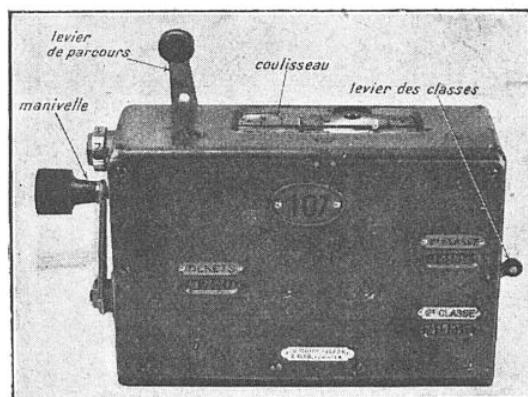
La ligne « E » (Madeleine-Bastille), entièrement intra-muros, dessert le centre des affaires : le trafic est sensiblement constant dans la journée. La ligne 72 (Le Bourget-Porte de la Villette), entièrement extra-muros, et la ligne 89 (Clamart-Hôtel-de-Ville), ligne mixte ou de pénétration, accusent un gros trafic, le matin vers Paris, le soir vers la banlieue.

financières exceptionnelles et, d'autre part, le déséquilibre entre la majoration des prix de la main-d'œuvre et des matières, et la majoration des tarifs. Si les conditions éco-

voyageurs, le surplus, des produits des transports de marchandises et des recettes accessoires, notamment celles de la publicité.

Pour l'exercice 1929, la recette moyenne par voyageur, a été de 0 fr 607 contre 0 fr 132 avant-guerre, soit un coefficient de majoration de 4,6 seulement.

Ces chiffres montrent que l'insuffisance de l'exercice 1929 a pour cause, d'une part, les surcharges



APPAREIL OBLITÉRATEUR-ENREGISTREUR ACCROCHÉ AU CEINTURON DU RECEVEUR

Cet appareil imprime sur les tickets un numéro d'ordre (107, par exemple), les numéros des sections de montée et de descente, la course, le quantième du mois et la classe. En outre, il enregistre le nombre de voyageurs de première et deuxième classe et le nombre total de tickets.

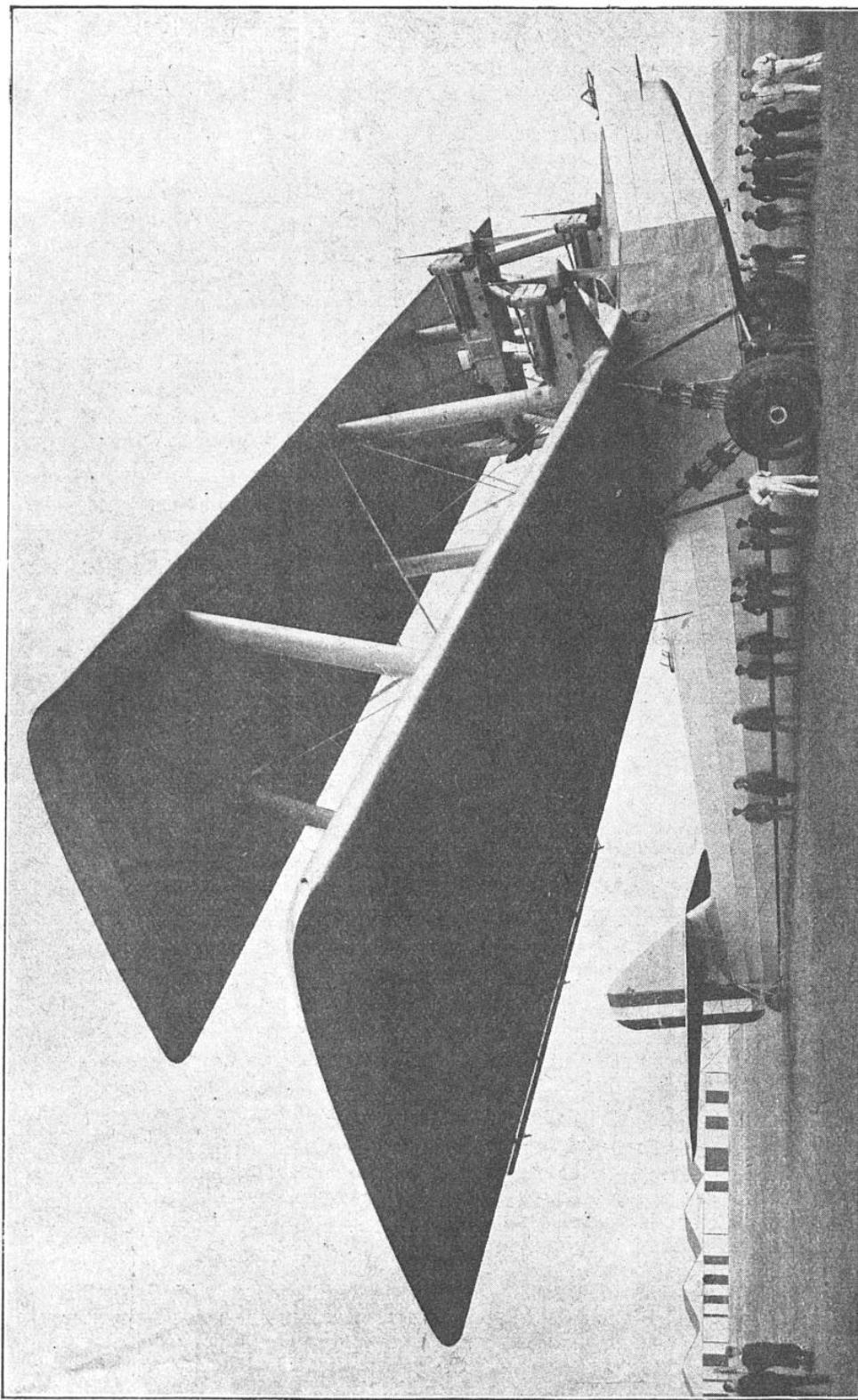
burant, matières, impôts et contributions), le coefficient moyen de majoration n'est que de 4,76. Le coefficient moyen de majoration ressort pour l'ensemble des prix à 7,35.

Cependant, le coefficient de majoration de la dépense réelle par kilomètre-voiture, dépasse à peine 6. La différence représente l'économie réalisée dans les consommations de main-d'œuvre et de matières par rapport à l'avant-guerre.

Recettes d'exploitation. — Près de 98 % des recettes proviennent des tarifs perçus sur les

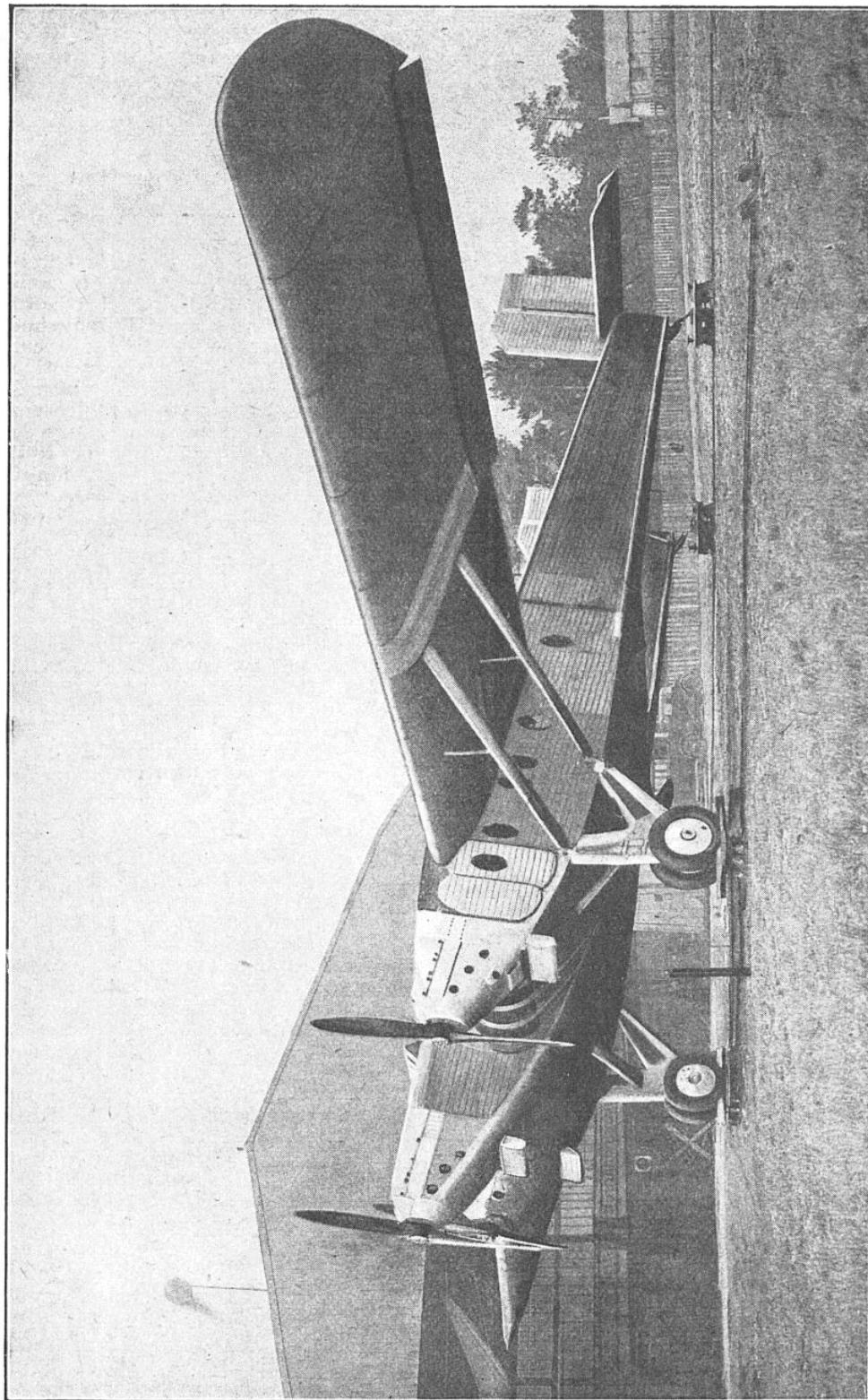
nomiques ne se modifient pas, l'exercice 1930 présentera sans doute un excédent d'exploitation. Le département supportera une partie des charges financières des transports en commun, mais ceux-ci remplissent un rôle essentiel dans la vie de la cité. Soit qu'ils permettent le peuplement de nouvelles zones de banlieue, soit qu'ils facilitent les échanges économiques, les transports sont un facteur de prospérité. Les richesses ainsi créées justifient les sacrifices consentis par la collectivité.

J. BODET.



« Archives de l'Aéronautique ».

L'AVION ITALIEN DE BOMBARDEMENT CAPRONI « 90 P. B. » EST UN GRAND BIPLAN A AILES INÉGALES, UNE DE 35 ET UNE DE 47 MÈTRES D'ENVERGURE, ÉQUIPÉ DE SIX MOTEURS DE 1.000 CV, DISPOSÉS EN TANDEM. L'ÉQUIPAGE DE CET APPAREIL COMPRENDRAIT UN COMMANDANT, DEUX PILOTES, UN RADIOTÉLÉGRAPHISTE, UN MÉCANICIEN ET CINQ MITRAILLEURS. LE POIDS TOTAL EN CHARGE PEUT ATTEINDRE 35 TONNES, AVEC UNE CHARGE UTILE DE 20 TONNES



LE PREMIER AVION GÉANT CONSTRUIT EN FRANCE, LE « D. B. 70 », EST UN MONOPLAN ENTIÈREMENT MÉTALLIQUE DE 37 MÈTRES D'ENVERGURE, MUNI DE 3 MOTEURS DE 600 CV. SON AMÉNAGEMENT INTÉRIEUR PARTICULIÈREMENT LUXUEUX LUI PERMET DE TRANSPORTER VINGT-HUIT PASSAGERS ET QUATRE HOMMES D'ÉQUIPAGE. SON POIDS TOTAL EN CHARGE ATTEINT 13 TONNES.

LA T. S. F. ET LA VIE

Par J. QUINET

INGÉNIEUR A L'ÉCOLE SUPÉRIEURE D'ÉLECTRICITÉ

Un correcteur automatique de fading, simple et peu coûteux, à la portée de l'amateur

C EUX qui manipulent les super-hétérodynes en écoutant, le soir, les émissions lointaines, savent combien l'effet du fading est ennuyeux. En effet, l'opérateur est obligé de constamment manœuvrer son potentiomètre pour mettre le maximum de réaction quand le fading est à son maximum et pour diminuer l'effet de la réaction quand le fading disparaît, de façon à avoir une puissance d'audition à peu près constante ou plutôt de façon à atténuer l'effet de ce fading.

Il était donc intéressant de trouver un système compensateur du fading qui, *automatiquement*, agirait sur la réaction ainsi qu'il vient d'être dit.

On a bien imaginé et construit un système où la variation du courant-plaque, sous l'influence du fading, agissant sur un cadre galvanométrique, faisait tourner une bobine de réaction de façon à avoir l'effet voulu. Mais ce système, très délicat, n'est pas à la portée de l'amateur.

Celui que nous allons donner, et qui résoud le problème *parfairement*, est automatique ; il est simple, économique, à la portée de l'amateur et peut se monter sur n'importe quel poste existant.

Il nous a été indiqué par notre collègue, M. Dupont, qui nous a autorisé à le dévoiler, pour le plus grand bien des amateurs de radio.

Qu'il reçoive ici, et au nom de tous nos lecteurs, nous en sommes sûrs, nos sincères remerciements et notre reconnaissance pour son désintéressement.

Mais hâtons-nous de dire que ce système ne supprime pas le fading ! Quand rien n'arrive sur le cadre de réception, aucune amplification, si grande soit-elle, ne peut rien faire. Or, le fading, on le sait, ne vient pas du poste récepteur.

On sait que dans le système de détection *par la grille* (c'est-à-dire par le condensateur shunté de grille), le courant-plaque de la lampe détectrice diminue quand arrive un signal ou une onde modulée. Et au moment d'un fading complet, le courant-plaque tend

à reprendre sa valeur maximum normale.

Nous allons donc utiliser cette variation du courant continu de plaque de la détectrice pour faire varier, *et dans le sens convenable*, la valeur du potentiel négatif du retour des circuits grille de la moyenne fréquence, de façon à faire varier la grandeur de l'effet de réaction. Cet effet de variation de potentiel grille M F sera obtenu *automatiquement*, et c'est le pouvoir amplificateur de la MF qui variera sans qu'on ait besoin de toucher à quoi que ce soit, après un réglage préliminaire fait une fois pour toute.

Le montage est indiqué par la figure 1.

Le retour des grilles de la MF, au lieu d'aller au curseur du potentiomètre, va au pôle positif d'une pile *P* de polarisation, dont le négatif va au curseur d'une résistance *R*.

Cette résistance *R*, reliée au + 4 volts, est en série dans le circuit-plaque de la détectrice avec une pile supplémentaire de 60 ou 80 volts, la pile normale de 80 volts ne servant qu'aux autres lampes du poste. Cette pile supplémentaire ne débitant d'ailleurs que sur une seule lampe (soit un débit de 1 à 2 millis), peut n'avoir qu'une capacité très faible ; c'est presque une pile de polarisation, mais de 60 à 80 volts.

Voici alors ce qui se passe : au moment du fading, le courant permanent plaque augmente, la chute de tension *O A* augmente, et si le point *O* est bien choisi (d'avance et une fois pour toutes), la différence de potentiel *O A* deviendra *plus grande* que le voltage de la pile *P* (et en sens inverse), ce qui fait que les grilles seront portées à un potentiel négatif. *Et ce potentiel grille sera d'autant plus négatif que le courant-plaque sera plus grand, c'est-à-dire que le fading sera plus intense !*

Il suffit donc de choisir la valeur de *P* et de *R* pour obtenir le bon fonctionnement du système.

D'ailleurs, plus seront élevées les valeurs de *P* et de *R*, *plus le système sera sensible* ; on peut même avoir un effet de... démultipliation de l'anti-fading !

En pratique, il suffit de donner à *P* une

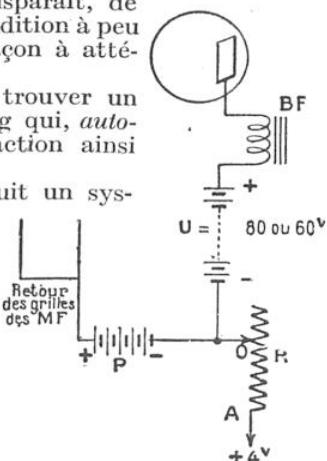


FIG. 1. - SCHÉMA DU DISPOSITIF CORRECTEUR DE FADING

valeur de 9 volts et à R une valeur de 4.000 ohms (avec curseur) pour que le système fonctionne, à la plus grande joie de l'opérateur.

Mais nous répétons : au moment du fading total, lorsqu'on n'entend plus rien, il n'y a rien à faire, et tout l'or du monde n'y ferait... rien.

Un nouveau procédé pour faire la commande unique dans les postes de T. S. F.

La commande unique des postes de T. S. F. présentant un grand intérêt commercial, il est normal que ce problème intéresse un grand nombre de chercheurs.

Voici deux variantes ingénieries qui prétendent résoudre le problème. Personnellement, nous pensons que ces deux combinaisons ne permettent pas d'obtenir le résultat espéré, pour un certain nombre de raisons que nous verrons plus loin.

On sait que dans les postes super-hétérodynes on a habituellement deux réglages à faire pour obtenir un poste émetteur : celui de l'accord du cadre collecteur d'ondes et celui de la grille (ou de l'oscillatrice séparée).

Dans la solution de M. Tricou, on met une liaison mécanique entre les deux condensateurs d'accord : ceux-ci ont les rotors solidaire l'un de l'autre au moyen d'un parallélogramme articulé, l'un des sommets de ce parallélogramme étant assujetti à se déplacer le long d'une courbe (fig. 2).

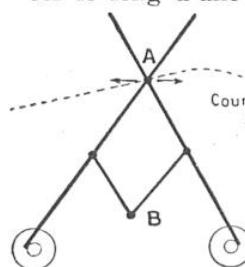


FIG. 2. — SCHÉMA DE LA LIAISON DES DEUX CONDENSATEURS

Pour tracer cette courbe, on place verticalement une feuille de papier, et le sommet du parallélogramme est muni d'une pointe de crayon qui est libre.

Au moyen des deux condensateurs, on cherche les accords successifs, soit des émissions réelles, soit des ondes étalonées fournies par un ondemètre, et à cha-

que accord on trace un point sur la feuille de papier.

On réunit ces points par une ligne, on colle la feuille de papier sur une plaque isolante d'un ou deux millimètres d'épaisseur, ou de métal, et l'on découpe une rainure suivant la courbe. On replace la feuille rainurée dans le poste au moyen de repères convenables, et la pointe de crayon est remplacée par une pointe conique qui s'enfonce dans la rainure.

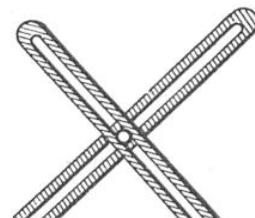


FIG. 3. — DÉTAIL DE A (FIG. 2)

On conçoit qu'ainsi les deux condensateurs soient liés mécaniquement l'un à l'autre et qu'en tournant l'un d'eux, l'autre suive le mouvement, entraîné par le parallélogramme de liaison, et cela suivant la loi expérimentale de la courbe.

Pour les deux gammes P O et G O, il faudra deux rainures, et l'ergot devra passer de l'une à l'autre.

Naturellement, les statots des deux condensateurs sont disposés de telle

façon que la variation de capacité totale se fasse pendant le mouvement. D'autre part, les deux tiges portent une rainure, et c'est un galet A qui réunit les tiges. On peut aussi utiliser la trajectoire du point B , mais on comprend que celle de A est plus intéressante à cause du grand bras de levier : un jeu léger ou une petite erreur dans la courbe n'affecte que très peu la rotation des rotors.

Dans l'autre solution, qui est italienne, mais qui s'inspire de la même idée, on a cherché à avoir plus de précision dans la trajectoire du point de rencontre des deux bras de commande, et pour cela on a placé... un trolley !

Le point de rencontre porte-galet est muni d'une petite rainure extrêmement courte, et cette rainure est pressée contre un fil d'acier qui représente la courbe de tout à l'heure, ce fil d'acier étant déformé volontairement par des supports amovibles qui peuvent se déplacer dans des glissières. On bloque ces supports une fois la courbure du fil obtenue.

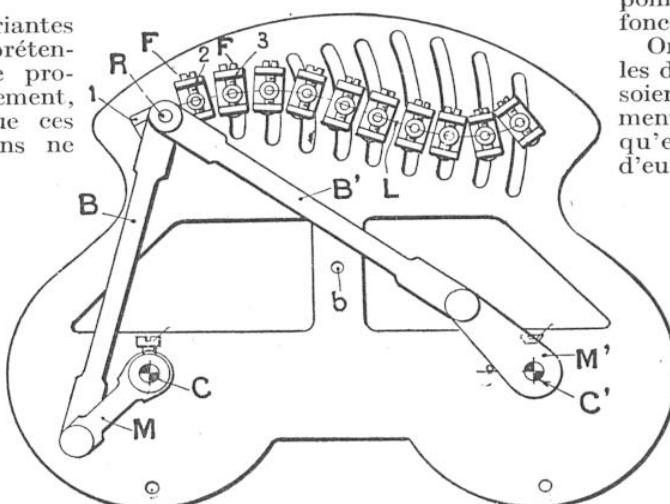


FIG. 4. — SYSTÈME VIESI POUR COMMANDE UNIQUE DES DEUX CONDENSATEURS C C'

BB', MM', leviers ; R, galet ; L, fil d'acier ; F, support du fil L.

La figure 4 du dispositif Viesi est suffisamment explicite.

Ces systèmes, s'ils sont séduisants en théorie, doivent laisser à désirer en pratique, d'abord à cause des jeux inévitables dans les galets, les rainures et les axes, et ensuite, à cause de la dureté de la commande, malgré un graissage vigoureux. Il y a aussi la liaison mécanique, rigide des deux rotors qui ne peut être modifiée *par la suite*.

D'ailleurs, la nécessité d'avoir deux systèmes analogues ou un décalage quelconque pour les gammes P O et G O complique le problème.

Ajoutons que la liaison électrique des deux rotors est possible (par les bras de levier) puisque, dans un super, l'une des armatures de chaque condensateur doit être reliée au négatif du chauffage.

L'esprit ingénieur des mécaniciens a, là, forte matière à s'exercer, mais que ces derniers n'oublient pas que *c'est un problème électrique qu'il faut résoudre... à cause de l'acuité de l'accord du condensateur hétérodyne!*

Un nouveau montage de redresseur élévant la tension autant de fois qu'on le désire

LES systèmes habituels de redresseurs fournissant la tension-plaque des postes de T. S. F. ont l'inconvénient d'exiger un transformateur élévateur de tension dont le secondaire doit donner *à vide* une tension beaucoup plus élevée que celle que l'on

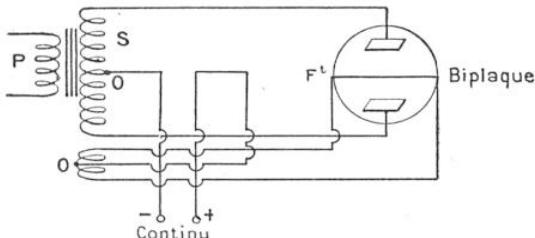


FIG. 5. - MONTAGE ORDINAIRE D'UN REDRESSEUR DE COURANT AVEC VALVE BIPLAQUE

obtient à la sortie de l'appareil sous forme de courant continu. Cela est dû surtout à la chute des tensions à l'intérieur de la valve, à cause de la grande résistance interne de ces valves, en général biplaques.

Ainsi, par exemple, en partant du 110 volts alternatif, le secondaire doit donner environ 450 volts à 500 volts, si l'on veut obtenir à la sortie du 120 volts continu.

Il faut dire, il est vrai, que dans ces systèmes, dont la figure 5 donne le schéma, on n'utilise que la moitié de la tension du secondaire, chacune des deux moitiés, en effet, débitant sur l'une ou l'autre valve, à chaque alternance, suivant les polarités de chacune des deux extrémités du secondaire.

C'est, on en conviendra, un peu anormal d'élever beaucoup la tension pour la rabais-

ser ensuite de la même quantité !

Il est utile de savoir que l'on peut, avec des valves et des condensateurs, non seulement doubler une tension, mais même l'élever autant de fois qu'on le désire, tout en la redressant.

On se base pour cela sur le système simple

qui consiste à mettre en série avec un secondaire de transformateur un condensateur de forte capacité et à mettre aux bornes de l'ensemble une valve.

Disons de suite que ces systèmes prennent d'autant plus d'intérêt que l'on dispose actuellement de condensateurs électrolytiques de capacités énormes.

Dans la figure 6, l'enroulement *E* charge le condensateur *C* à travers la valve *V* pendant une alternance et, pendant l'alternance suivante, la tension (inversée) de l'enroulement *E* se trouve en série avec la tension aux bornes de *C*, et la valve ne laissant plus passer le courant, on obtient une tension double à la sortie. Ici, on n'utilise qu'une seule des deux alternances.

Pour utiliser les deux alternances et doubler la tension, il suffit de faire le schéma de la figure 7 où l'on a figuré des soupapes *S*.

Avec des valves ou kénotrons, on peut de même réaliser le schéma n° 8, qui double aussi la tension ; les filaments des deux lampes sont chauffés aussi en alternatif par un deuxième et un troisième secondaire, dont les sens d'enroulements s'équilibreront, de façon que, si l'un des filaments claque, l'autre ne claque pas.

Tous ces systèmes ont, d'ailleurs, ceci d'intéressant, c'est que les condensateurs se chargent à la tension maximum du courant alternatif et non pas à sa valeur efficace ; on utilise ainsi les organes au maximum.

On peut perfectionner ces systèmes et les mettre en cascade afin d'élever successivelement la tension.

Dans le système que nous

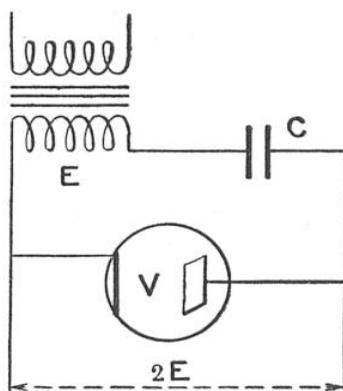


FIG. 6. - REDRESSEUR DOUBLANT LA TENSION

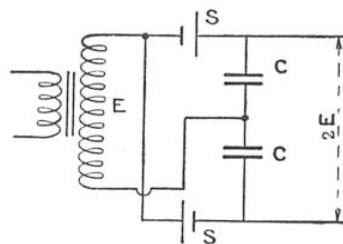


FIG. 7. - REDRESSEUR DOUBLANT LA TENSION ET UTILISANT LES DEUX ALTERNANCES DU COURANT

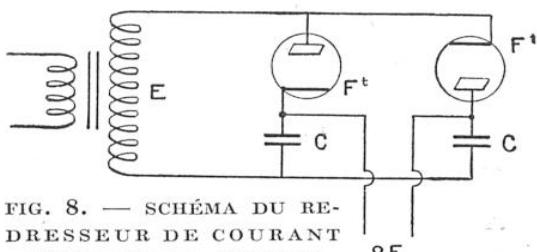


FIG. 8. — SCHÉMA DU REDRESSEUR DE COURANT DOUBLANT LA TENSION

allons décrire, on ajoute la tension du secondaire à chaque élévation de tension au moyen d'un condensateur et d'une valve, et de la sorte, en partant d'un voltage E et en utilisant n valves et n condensateurs, on obtient successivement les tensions

$$2E, 3E, 4E, 5E, \dots, nE$$

Ainsi la tension s'élève à chaque étage, mais la capacité de chaque condensateur peut diminuer au fur et à mesure, ce qui rend, somme

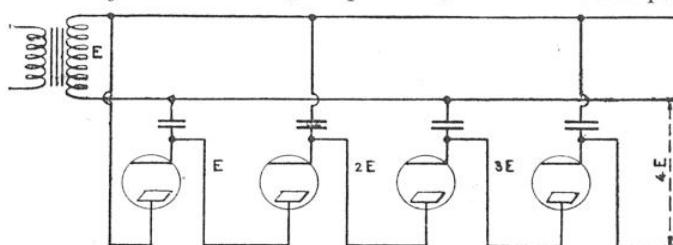


FIG. 9. — ON PEUT ÉLEVER LA TENSION AUTANT DE FOIS QU'ON LE DÉSIRE EN MULTIPLIANT LES ÉTAGES

toute, le système pratique à cause de l'isolement.

La figure 9 indique clairement le montage,

Le premier condensateur se charge, comme plus haut, à une tension E ; le second se charge à $2E$; puis sa décharge, en série avec la tension E , donne $3E$, etc. L'inconvénient de ce système est qu'il faut un enroulement de chauffage séparé pour chaque filament, puisque chacun d'eux est à un potentiel qui s'élève au fur et à mesure; il faudra donc isoler spécialement chaque secondaire de chauffage. Mais ce système peut fournir directement les tensions intermédiaires, et si l'appareil est construit pour donner 160 volts à la sortie, on aurait 40 volts après la première valve, 80 volts après la deuxième et 160 volts après la troisième!

Ce système peut donc présenter un certain intérêt pour des problèmes déterminés.

Un indicateur automatique d'avion pour se maintenir dans le rayonnement d'un phare hertzien

Les phares hertziens se développant de plus en plus et devant servir au guidage des avions, il est intéressant pour un avion qui se guide sur l'émission de ce phare de savoir automatiquement s'il est toujours, et exactement, dans la direction du phare ou du faisceau qui émane de ce dernier.

On peut donc combiner un appareil portant deux palettes vibrantes, toutes les deux en basse fréquence, mais étant en résonance mécanique avec le courant vibratoire qui les excite. L'une d'elles est sous l'action d'une hétérodyne locale dont la fréquence est absolument constante (un quartz, par exemple) et l'autre est contrôlée (après détection) par le cadre de réception, placé à bord de l'avion, mais suivant la position d'extinction exacte et déterminée d'avance suivant la route à suivre. On conçoit que, dès que l'avion s'écarte un peu de sa route, il prenne naissance, dans ce second circuit, un petit courant qui vient agir, par un organe intermédiaire, sur la deuxième lame; celle-ci n'étant plus soumise à un courant de même fréquence que sa période de vibration, vibre avec beaucoup moins d'amplitude (puisque on est près de la résonance) et l'écart entre les vibrations des deux lames sera ainsi d'autant plus grand que l'avion s'écartera de sa direction.

On peut ainsi voir, et automatiquement, la déviation d'un avion par rapport à sa route, c'est-à-dire par rapport au faisceau hertzien.

J. QUINET.

LE « TÉLÉJOURNAL »

LA SCIENCE ET LA VIE a signalé la première (n° 149, page 407) l'avenir de la radio-diffusion pour la presse quotidienne.

Un télégramme de New York, en date du 29 avril, annonce qu'aux Etats-Unis la première page d'un journal quotidien de San Francisco a été transmise radiotélégraphiquement de la station de T. S. F. d'Oakland en Californie à celle de Glenville, près Schenectady, dans l'État de New York, ce qui représente une distance de plus de 4.000 kilomètres. Ce n'est là qu'une expérience, mais il n'est pas douteux, ainsi que nous l'avons affirmé précédemment, qu'un jour, relativement prochain, le journal ne sera plus expédié par la poste, mais transmis par T. S. F. à domicile. Un appareil enregistreur reproduira automatiquement les pages du journal quotidien transmises par radio-diffusion : à la place du haut-parleur, aujourd'hui universellement répandu, se trouvera un appareil « imprimeur » qui inscrira sur un rouleau de papier continu, se déroulant à une vitesse déterminée, un journal rédigé à des milliers de kilomètres de distance. Le « téléjournal » bouleversera l'industrie de la presse du xx^e siècle.

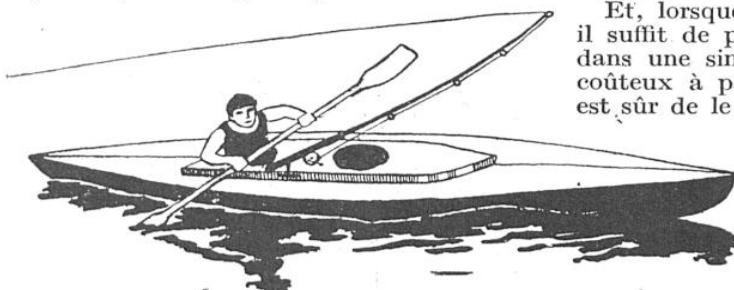
LES A COTÉ DE LA SCIENCE

INVENTIONS, DÉCOUVERTES ET CURIOSITÉS

Par V. RUBOR

Canoës pliants et insubmersibles

La vogue du camping, c'est-à-dire de la vie en plein air ou plus simplement de la promenade à la campagne, a mis à l'honneur tous les véhicules pratiques et économiques. Le canoë devait suivre cet exemple, et aujourd'hui son emploi a pris de l'extension.



FACILEMENT REPLIABLE, CE CANOË PEUT ÊTRE EMPORTÉ
FACILEMENT AVEC SOI

Cependant, pour tous ceux, et ils sont encore la grande majorité, qui ne disposent pas de moyens de transport convenables, le canoë ne peut être vraiment pratique que s'il est facile à emporter, c'est-à-dire s'il est pliant. Se plaçant aisément dans le filet du compartiment qui vous emporte vers les bords ombragés de la rivière, le canoë plié forme deux colis de 12 kilogrammes environ, facilement transportables à dos d'homme ou en chemin de fer. Un des colis comporte l'armature en bois et les pagaies ; l'autre, en forme de sac à dos, renferme l'enveloppe et les accessoires. En moins d'un quart d'heure, il est monté et prêt à servir.

L'armature se compose de deux demi-carcasses en tiges de frêne tyrolien, souple et résistant. Ces tiges sont assemblées autour de cintres par un système ingénieux breveté.

L'enveloppe extérieure, dans laquelle viennent se loger les demi-carcasses, formant alors un tout homogène, est faite de cinq épaisseurs de toiles croisées caoutchoutées, spécialement vulcanisées pour résister aux chocs les plus violents et sur lesquelles l'eau de mer est sans action néfaste.

Une toile de pontage imperméable ferme hermétiquement le canot. Elle

s'enlève au besoin instantanément. Cette toile rend le canoë absolument insubmersible.

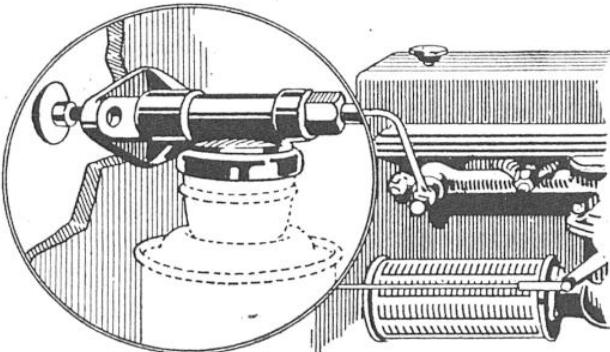
Enfin, pour ceux qui le désirent, il est possible d'adapter au canoë pliant des voiliures de tous gabarits, des dérives et un gouvernail à pieds, commandé à l'aide de deux pédales qui laissent les bras libres pour la manœuvre.

Et, lorsque la belle saison est terminée, il suffit de plier le canoë et de l'enfermer dans une simple armoire. Plus de garage coûteux à payer. Facile à entretenir, on est sûr de le trouver, à la saison suivante, prêt à servir fidèlement.

Pour l'entretien de votre moteur

Les fêtes de Pâques ont ouvert l'ère de la saison du tourisme et des excès kilométriques. Il faut donc « purger » le moteur de votre voiture et le débarrasser de la calamine qui s'y est incrustée. L'enrassement de ses organes internes crée, en effet, des conditions de fonctionnement déplorables qui le font chauffer, cliquer et déterminent une usure anormale. Le grand tort de l'automobiliste, c'est d'attendre les signes de défaillance du moteur pour procéder à un décrassage. A ce moment, il est généralement trop tard et c'est plutôt la révision qui s'impose.

Donc, le décalaminage régulier est obli-



A GAUCHE, L'INJECTEUR MONTÉ CONTRE LE TABLIER AVEC LE FLACON DE « CARBOSOLVE » ACCROCHÉ PAR SON GOULOT A RACCORD-BAIONNETTE

gatoire pour détruire au fur et à mesure la calamine qui se forme, de façon à neutraliser ses effets nocifs en temps voulu. Mais, jusqu'à ce jour, l'opération de décalaminage a rencontré un gros obstacle : le démontage. Il fallait un spécialiste, patienter quelques jours et payer des frais de démontage, réglage, joints détériorés, etc., etc..., sans compter la petite mise au point toujours désagréable quand on est sur la route...

Le « Carbosolve » a heureusement remédié à ces inconvénients. Ce puissant décalaminant agit directement par pulvérisation à l'intérieur des cylindres à l'aide d'un petit injecteur installé en moins d'une heure. Employé « pur », tel qu'il a été dosé pour dissocier la calamine, il ne peut donc être comparé aux produits dilués dans l'essence ou dans l'huile.

Donc, plus d'excuse, si ce n'est la négligence. Régulièrement et au moment opportun, sans aucun démontage, c'est-à-dire sans interrompre le service de votre voiture, vous pouvez opérer un décalaminage « mécanique » aussi efficace que par le grattage à la main. Ainsi votre moteur est toujours en bon état de marche.

Chariot élévateur électrique à grande hauteur de levée

Le problème de la manutention est, sans conteste, un des principaux de l'industrie moderne. Il ne suffit pas, en effet, d'avoir étudié à fond la fabrication, du point de vue technique, pour donner à une exploitation un rendement rémunératrice. Il est également essentiel d'avoir prévu le transport des colis d'un point à un autre dans les meilleures conditions. Or, la manutention exige, en général, la prise d'un fardeau à une certaine hauteur et son transport, en un autre point, à une hauteur différente.

L'électricité devait permettre de résoudre ce problème et, pour des charges pouvant atteindre 2.000 kilogrammes, le chariot électrique représenté ci-dessus nous paraît vraiment pratique. A la fois souple, robuste et complet, ce chariot se compose de longe-

rons en acier coulé formant un châssis comportant quatre roues montées sur roulements à billes et munies de bandages en caoutchouc plein. Les quatre roues sont directrices, permettant ainsi la circulation dans des espaces restreints. Les deux roues de grand diamètre sont motrices et sont actionnées par l'intermédiaire d'un réducteur à engrenages droits et d'un différentiel, par un moteur électrique puissant et entièrement blindé. Ce réducteur assure un rendement élevé et une économie de consommation d'énergie.

Un deuxième moteur électrique indépendant commande le treuil de levage entraînant la montée ou la descente du tablier mobile au moyen d'un câble convenablement mouflé. Un dispositif mécanique de fin de course limite les positions extrêmes. Un frein amortisseur agit, d'ailleurs, à l'arrivée du tablier mobile aux points le plus haut et le plus bas de sa course. Un freinage électrique sert de régulateur automatique à la descente.

Le chariot est équipé avec une batterie d'accumulateurs au plomb ou au fer-nickel.

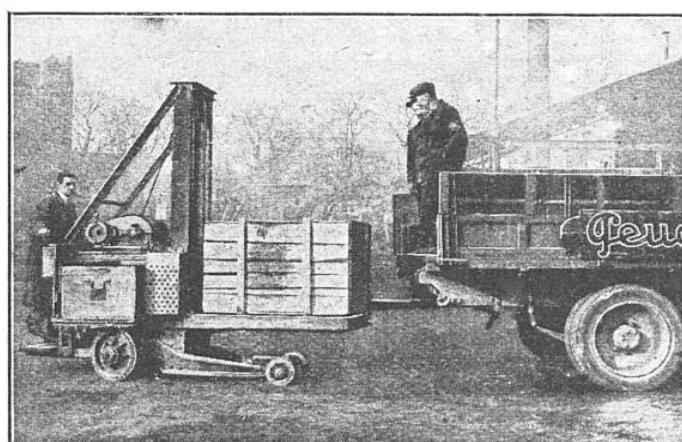
Un contrôleur à plusieurs vitesses permet la marche avant ou arrière. Une pédale commande à la fois le desserrage du frein et la mise en marche par un démarreur assurant une mise en marche progressive. Quand le conducteur quitte la pédale, le courant est coupé et le frein est automatiquement serré.

Grâce à ce chariot, rien de plus aisés que d'entasser les marchandises les unes sur les autres, que de décharger un wagon ou un camion et de transporter les colis à n'importe quelle hauteur.

Un brûleur à essence pour laboratoires

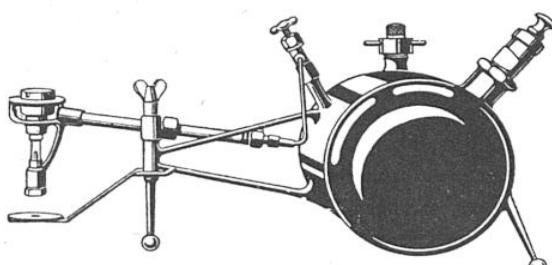
LES laboratoires installés dans des localités non pourvues du gaz d'éclairage éprouvent, de ce fait, des difficultés sérieuses dans leurs divers travaux.

C'est pourquoi on a cherché à mettre au point un générateur de gaz carburé utilisant l'essence d'automobile (touriste ou poids



LA PLATE-FORME DE CE CHARIOT S'ÉLÈVE ET MONTE LE FARDEAU QU'ELLE SUPPORTE A LA HAUTEUR DÉSIRÉE

54



LE BRULEUR DE LABORATOIRES « PLUTON »

lourd), que l'on trouve partout aujourd'hui.

Cet appareil, le Bunsen Pluton, a la flamme transformable et s'adapte à tous les travaux de laboratoire. Construit avec haute précision, ce brûleur à essence règle lui-même le mélange air-gaz d'essence en le dosant rigoureusement et, de plus, surchauffe ce mélange avec allumage de façon à obtenir le maximum de rendement.

La température atteint 1.500° en flamme droite, et cela avec une économie notable sur le prix du gaz.

Des accessoires appropriés, se posant instantanément sur le brûleur, permettent de donner à la flamme la forme la mieux adaptée à l'appareil à chauffer. Tous travaux d'analyse, calcination, distillation, etc... sont rendus très faciles par ce brûleur, qui s'allume en une minute, se règle immédiatement au moyen de la pression régnant dans le réservoir, et se maintient indéfiniment au régime désiré.

Des appareils de chauffage plus importants pour fours à moufle ou autres, étuvés, gros appareils à distiller, sont construits avec une série de brûleurs en rapport avec la quantité de chaleur à obtenir, et alimentés par le même réservoir.

De par leur construction même, ces appareils ne peuvent présenter aucun danger. Leur fonctionnement très simple les met à la portée des plus inexpérimentés.

Nouveau modèle d'ozoniseur démontable

Nous avons exposé, n° 123 de *La Science et la Vie*, page 253, comment on avait réalisé un appareil pratique permettant de produire ce gaz éminemment purificateur de l'air des appartements : l'ozone. C'est en s'adressant à l'effluve électrique, sorte de décharge faiblement lumineuse, que l'on a pu établir un appareil très simple, se branchant instantanément sur le secteur (alternatif), véritable purificateur d'air. L'effluve jaillit entre deux électrodes soigneusement isolées par une feuille de mica, et dont l'une est constituée par une toile métallique.

Mais le propre des inventeurs est de per-

fectionner sans cesse. S'étant aperçus qu'à la longue la toile métallique s'encrassait par suite de l'accumulation des poussières, MM. Cailliet et Bourdais viennent de mettre au point un appareil démontable entièrement à la main et sans aucun danger, qui, par conséquent, peut être tenu constamment en parfait état de fonctionnement.

La photographie ci-dessous montre, à droite, l'appareil inventé et, à gauche, les pièces détachées qui constituent l'ozoniseur proprement dit. La partie inférieure de l'appareil est occupée par le transformateur élévateur de tension nécessaire pour la production de l'effluve électrique.

Il suffit d'enlever le couvercle de la boîte ou du coffret (suivant le modèle) contenant le transformateur, pour atteindre immédiatement l'ozoniseur. On voit sur la pièce circulaire maintenant la toile métallique, les deux broches qui les maintiennent en place et qui servent, en même temps, à établir ou à couper le courant. Dès que l'on soulève l'ozoniseur, si l'appareil est en fonctionnement, le courant est coupé et on peut opérer le démontage sans danger.

L'ozoniseur étant enlevé, il suffit de tourner deux taquets pour rendre les pièces entièrement libres. De gauche à droite, on voit : la pièce isolante par le centre de laquelle arrive la haute tension ; le disque qui sert de couvercle ; la toile métallique sur son support ; une bague isolante de centrage ; la feuille de mica, et enfin le disque électrode haute tension, en aluminium.

Le démontage étant effectué, on nettoie à l'alcool la toile et le mica ; on frotte les disques métalliques avec de la toile

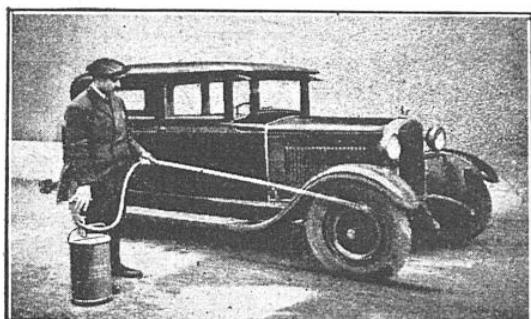


L'OZONISEUR MONTÉ (À DROITE) ET LES PIÈCES DÉTACHÉES (À GAUCHE)

émeri et on effectue le remontage en sens inverse.

Les mêmes dispositifs de sécurité que ceux que nous avons signalés pareillement, se retrouvent sur cet appareil, c'est-à-dire : une lampe (modèle lampe de poche) qui sert de fusible et protège le transformateur en cas de clacage du mica ; une forte résistance, qui permet de toucher l'ozoniseur sans danger.

L'appareil, qui fonctionne directement sur l'alternatif 110 ou 220 volts, et sur le continu par l'intermédiaire d'une commutatrice, est présenté soit sous forme de cylindre métallique, soit de jolis coffrets en bois verni ou gainé.



LA POMPE « MARS » UTILISÉE POUR LE LAVAGE D'UNE AUTOMOBILE

Pompe à main pratique

LA pompe « Mars » se compose d'un bac en forte tôle de 20 litres environ, muni d'une anse fixe, d'un couvercle articulé d'une pédale et de la pompe proprement dite.

Celle-ci, en laiton épais, comprend un corps cylindrique ayant à sa base un clapet-bille d'aspiration et un piston creux dont le fond est percé d'un trou fermé par une bille en bronze. Relié par une tige tubulaire de grand diamètre à une poignée entièrement métallique et d'une seule pièce, ce piston est muni de bagues assurant l'étanchéité.

Son fonctionnement est évident. En soulevant le piston, le liquide est aspiré dans le corps de pompe. En l'enfonçant, on fait passer le liquide au-dessus du piston, et une partie de ce liquide, proportionnelle au volume de la tige du piston, est projetée au dehors. En soulevant à nouveau le piston, le liquide restant dans la chambre annulaire est projeté à son tour, en même temps que le corps de pompe se remplit. Le débit est donc continu. Le liquide est lancé avec une pression de 2 kilogrammes par lui. La portée du jet atteint, horizontalement, 12 mètres.

Signalons, enfin, que cette pompe peut constituer un secours contre l'incendie.

La pompe « Alfa »

LA pompe « Alfa » est une pompe aspirante et foulante à piston à double effet et à mouvement alternatif. Son dessin est très étudié, très moderne ; son encombrement est réduit. Sa fabrication est extrêmement soignée, sa présentation parfaite.

La pompe « Alfa » est chemisée en laiton intérieurement, ce qui lui donne, dit-on, une grande supériorité sur les pompes dont les corps sont alésés seulement : le fonctionnement en est beaucoup plus doux et la durée beaucoup plus longue.

Les sections de passage largement calculées réduisent au minimum les pertes de charges et cela contribue encore à donner à

la pompe « Alfa » une grande douceur de fonctionnement.

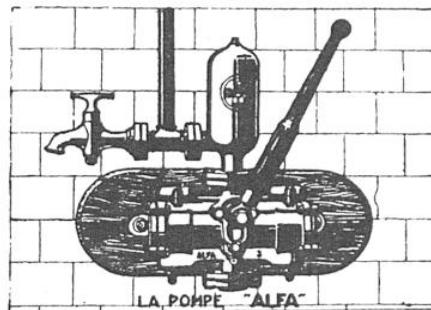
Les pièces de commandes sont en acier coulé ; les clapets sont en bronze, avec joint en caoutchouc, reposant sur un siège également en bronze.

Les espaces nuisibles réduits au strict minimum, l'étanchéité des clapets soigneusement assurée, le chemisage en laiton, la qualité des cuirs emboutis et des joints donnent à la pompe « Alfa » une grande puissance d'aspiration et assurent un amortissement rapide.

Trois vis de vidange permettent de mettre la pompe à l'abri de la gelée.

Le démontage est particulièrement facile. Il suffit d'enlever le regard placé sur le devant de la pompe, portant le presse-étoupe, et un fond pour pouvoir retirer toutes les pièces intérieures.

La pompe « Alfa » se fait dans les deux numéros suivants : n° 2, débit horaire 1.440 litres (pour tubes 26/34) ; n° 3, débit horaire 2.100 litres (pour tubes 33/42).



LA POMPE « ALFA », ASPIRANTE ET FOULANTE, A PISTON A DOUBLE EFFET ET A MOUVEMENT ALTERNATIF, EST D'UN FONCTIONNEMENT TRÈS DOUX

Elle se fait également en onze types différents pour usages spéciaux et élévation des liquides les plus variés.

V. RUBOR.

Adresses utiles pour les « A côté de la Science »

Canoës pliants : SOCIÉTÉ CAMPING-SPORT, 11, rue Barye, Paris (17^e).

Pour l'entretien du moteur : SOCIÉTÉ ANONYME DES ÉTABLISSEMENTS TÉCALÉMIT, 18, rue Brunel, Paris (17^e).

Chariot électrique : SOCIÉTÉ DES TRANSPORTEURS MÉCANIQUES, 173, boul. Haussmann, Paris (8^e).

Brûleur à essence : ÉTABLISSEMENTS PLUTON, 6, rue de la Providence, Paris (13^e).

Ozoniseur démontable : MM. CAILLIET ET BOURDAIS, 12, rue Saint-Gilles, Paris (3^e).

Pompe à main : M. MAURICE MARS, 8, rue Garnier, Châtenay (Seine).

Pompe « Alfa » : BRIAU ET C^{ie}, Tours (Indre-et-Loire).

ISOLONS NOS HABITATIONS

Un grand nombre d'industriels ont pu se rendre compte que, par des températures s'élevant, en été, à 32 et 35°, leur personnel n'avait qu'un rendement excessivement bas. En hiver, malgré les dépenses importantes en chauffage, il est impossible d'obtenir une température suffisante pour produire normalement. Si ce n'est là la cause principale de la recherche de l'isolement, disons simplement que ces inconvénients ont grandement contribué à la recherche de la solution.

Dès le début de ces recherches, l'emploi des matières inertes a été préconisé, et encore aujourd'hui, le liège, aggloméré soit par un liant, soit par pression, s'emploie de façon constante.

Il est bien évident que le liège naturel sain, choisi avec précaution, constitue un isolant type. Les cellules d'air incluses naturellement dans le corps du liège, sont particulièrement efficaces, car l'air reste encore le plus mauvais conducteur des divers agents physiques. Le matériau qui contiendra le plus de cellules d'air isolées ou fermées, constituera le meilleur isolant. Et s'il était possible de fabriquer des panneaux de liège suffisamment grands et de qualité uniforme, il serait inutile de chercher ailleurs un remède aux inconvénients des bâtiments construits à notre époque. Mais le liège est un produit de qualité excessivement variable et d'une altération assez rapide. De plus, les chênes-lièges sont d'une croissance très lente, et donnent, par conséquent, un produit d'un prix élevé et assez rare. Aussi a-t-on été conduit à employer des débris de liège ou du liège impropre à des usages pouvant payer un prix plus

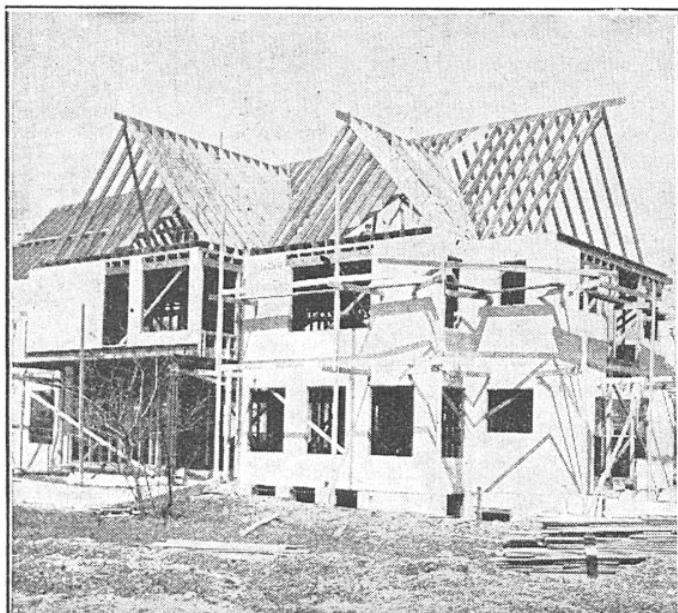
élevé. De là à constituer des agglomérés de liège, il n'y a qu'un pas. Devant cette obligation, deux solutions possibles : ou l'emploi d'un liant pour assembler les diverses parcelles, ou la pression pour enchevêtrer ces parties entre elles. Dans les deux cas, perte de cellules d'air, donc, augmentation de la conductibilité.

Les études entreprises pour rechercher un isolant se rapprochant du liège type, ont amené la fabrication de feutre de bois ou panneaux rigides constitués sans pression, sans calandrage, tout en retenant, entre les fibres, de nombreuses cellules d'air isolées.

Un excellent isolant de ce genre est l'Insulite. C'est un isolant contre l'humidité. Cela tient à ce qu'il subit un traitement chimique dont le résultat est d'enrober chaque fibre dans une pellicule imperméable.

D'autre part, ce traitement chimique rend l'Insulite absolument imputrescible. C'est ainsi que des planchers isolés avec ce matériau, dans des wagons frigorifiques préposés au service de la marée et autres denrées de toute nature, ont été démontés après six ans d'usage et n'ont pas révélé la moindre trace de moisissure.

Les qualités de cet isolant ont été mises en évidence au Conservatoire des Arts et Métiers. Les expériences effectuées par les Laboratoires d'essais ont montré l'avantage considérable qui résultait de la rigidité de ces panneaux isolants. Il est, en effet, possible, grâce à celle-ci, de ménager entre les panneaux des intervalles d'air de l'ordre de 2 à 3 centimètres, dont le pouvoir isolant s'ajoute à celui de l'Insulite.



MAISON D'HABITATION CONSTRUISTE ENTIÈREMENT AVEC L'« INSULITE »

FABRICATION EN SÉRIE OU TRAVAIL MANUEL?

BEAUCOUP de personnes croient aujourd'hui encore que la fabrication en série n'est autre qu'un « travail de fabrique » fait sans amour, qui ne saurait remplacer le travail soigneux autrefois exécuté à la main. Tout ouvrier sait que cette erreur fondamentale est due à un manque de connaissance des choses. En effet, la fabrication en série permet seule de fournir un travail de précision ; la construction en grande série justifie scûle l'acquisition de machines spéciales, et ce n'est que grâce à ces machines qu'il est possible d'atteindre un degré de précision tel que chaque pièce soit identique à l'autre.

Tandis que jadis, en construisant un appareil photographique Voigtländer, par exemple, il était nécessaire de percer chaque trou séparément, d'après un patron, tous les forages à effectuer dans une même surface sont percés simultanément. Il en est de même de la plupart des autres manipulations. Il va de soi que ce travail s'accomplit avec beaucoup plus de rapidité et d'exactitude que lors du bon vieux

temps. La construction en série n'est donc pas une « fabrication en masse », mais un perfectionnement du travail manuel, beaucoup trop lent ; autrefois, il était souvent nécessaire, à l'ajustage, de corriger des fautes qui avaient été commises lors de la préparation des pièces et il fallait toute l'habileté d'un mécanicien expert pour mener à bonne fin la construction d'un appareil photographique. De nos jours, un appareil d'une série est identique à l'autre, et l'acheteur ne doit pas craindre de tomber sur une pièce de moindre valeur.

Mais ce genre de fabrication possède encore un autre avantage, dont l'importance n'est pas moindre. La fabrication d'un appareil demande beaucoup moins de temps qu'avec l'ancienne méthode. Il en résulte qu'un appareil Voigtländer est aujourd'hui non seulement mieux construit et plus précis, mais aussi beaucoup moins coûteux, de sorte que l'achat d'un appareil vraiment supérieur est actuellement à la portée de tous.



L'APPAREIL
“VOIGTLÄNDER”

A QUAND «LE SALON DE LA LUMIÈRE» A PARIS

La lumière est l'un des facteurs primordiaux dont dépendent aussi bien la productivité d'un travailleur que le rendement commercial d'un magasin. Il ne s'agit pas seulement de quantité, mais encore de qualité, et l'éclairage d'un local doit être adapté à son usage. Ce sont là des vérités scientifiques premières, que tout ingénieur éclairagiste applique aujourd'hui ; par exemple : éclairage *direct* pour les magasins à plafond et murs sombres ; *semi-indirect* pour les bureaux à plafond et murs clairs ; *indirect* pour les salles de dessin (de couleur blanche), caractérisées par l'absence de toute ombre. Aussi l'éclairage rationnel s'impose-t-il maintenant à l'architecture moderne et on ne conçoit plus actuellement que l'on puisse construire sans faire appel

à la collaboration étroite de l'architecte et de l'éclairagiste. Dans ce domaine, l'éducation du public reste à faire. Si de réels progrès ont été réalisés en France au cours de ces dernières années (magasins, hôtels, théâtres, etc.), nous sommes encore bien arriérés par rapport à certains pays étrangers. Citons, entre autres, l'Allemagne, qui a organisé à Berlin (un « Salon de la Lumière »), qui fut une manifestation sensationnelle où la science et l'art ont montré ce que l'on peut faire dans ce vaste domaine en les associant. A quand le «Salon de la Lumière» à Paris ? Il existe, paraît-il, des sociétés de propagande pour l'éclairage, dont l'activité semble fort limitée. Il y a là pour elles un beau champ d'action pour l'exercer davantage et révéler au grand public leur existence.

CHEZ LES ÉDITEURS

MÉTALLURGIE

LE CONTRÔLE DE LA DURETÉ DES MÉTAUX DANS L'INDUSTRIE, par P. Roudié. 1 vol. 114 p. Prix : 26 francs ; franco, France : 27 fr. 75.

La méthode, si répandue dans l'industrie, de l'essai des métaux à la bille de Brinell soulève de vives critiques, qui tiennent à une interprétation par trop généralisée et à la méconnaissance de certains caractères de la dureté, comme la réaction élastique des métaux. L'auteur, inventeur du sclérographe, met en lumière l'importance de cette réaction élastique dans la représentation de la dureté, et étudie les méthodes et les appareils propres à la mesurer. Il montre l'intérêt que la mesure de la dureté par la réaction élastique permettrait d'avoir, pour les différents alliages, des indications précises sur les diverses limites élastiques. M. Roudié propose, en outre, de rattacher la notion de dureté à la mécanique générale par un choix rationnel d'unités et une réglementation plus rigoureuse de tous les modes d'essais des métaux.

PHYSIQUE

POUR RÉUSSIR LE PROBLÈME DE PHYSIQUE DU BACCALAURÉAT, par F. Charron. Prix : 5 francs ; franco, France : 6 fr. 25.

La plupart des candidats qui ne réussissent pas leur problème d'examen, doivent leur échec à un manque de méthode et de réflexion. Le but de ce livre est précisément de montrer, par des exemples caractéristiques, comment on peut acquérir cette méthode et cette réflexion indispensables. Les phases de la résolution d'un problème, classées par l'auteur, sont successivement étudiées et appuyées par des exemples.

PHYSIQUE

DEUX HEURES DE PHYSIQUE, par Biquard et Joliot. Prix : 15 francs ; franco, France : 16 fr. 50.

L'électricité est de plus en plus à l'ordre du jour, qu'il s'agisse de la vie pratique ou des recherches scientifiques. Les auteurs se sont donc proposés d'exposer sommairement les idées et les faits principaux de cette science. Dans ce premier tome, on trouvera une étude claire de l'électrostatique et de quelques grandeurs mécaniques. Les grandeurs fondamentales : charge, champ, potentiel, y sont définies avec le minimum de mathématiques.

Avec une clarté remarquable, les auteurs de *Deux heures de physique* ont su exposer tous ces problèmes, que tous les hommes cultivés doivent connaître et étudier sous peine de ne pas pouvoir comprendre les plus grandes découvertes des temps modernes.

DIVERS

POUR LE SERRURIER, par Jacques Tribbs. 1 vol. 204 p., 296 fig. Prix : 18 francs ; franco, France : 18 fr. 65.

Le praticien trouvera dans cet ouvrage des renseignements variés sur les matériaux employés en serrurerie, l'organisation de l'atelier, l'outillage, les procédés de travail, les divers systèmes de serrure, la construction du bâtiment, les ferrures et la menuiserie métallique, les réparations, etc...

Utile à l'amateur, ce manuel le guidera dans l'exécution de nombreux travaux ou de réparations à sa portée.

TARIF DES ABONNEMENTS A « LA SCIENCE ET LA VIE »

FRANCE ET COLONIES

Envoyis simplement affranchis.....	{ 1 an.... 45 fr. 6 mois... 23 —	Envoyis recommandés....	{ 1 an.... 55 fr. 6 mois... 28 —
------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------	-------------------------------------

ÉTRANGER

Pour les pays ci-après :

Australie, Bolivie, Chine, Costa-Rica, Danemark, Dantzig, République Dominicaine, Etats-Unis, Grande-Bretagne et Colonies, Guyane, Honduras, Iles Philippines, Indes Néerlandaises, Irlande, Islande, Italie et Colonies, Japon, Nicaragua, Norvège, Nouvelle-Zélande, Palestine, Pérou, Rhodesia, Siam, Suède, Suisse.

Envoyis simplement affranchis.....	{ 1 an.... 80 fr. 6 mois... 41 —	Envoyis recommandés....	{ 1 an.... 100 fr. 6 mois... 50 —
------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------	--------------------------------------

Pour les autres pays :

Envoyis simplement affranchis.....	{ 1 an.... 70 fr. 6 mois... 36 —	Envoyis recommandés....	{ 1 an.... 90 fr. 6 mois... 45 —
------------------------------------	-------------------------------------	-------------------------	-------------------------------------

Les abonnements partent de l'époque désirée et sont payables d'avance, par mandats, chèques postaux ou chèques tirés sur une banque quelconque de Paris.

« LA SCIENCE ET LA VIE » — Rédaction et Administration : 13, rue d'Enghien, Paris-X^e
CHÈQUES POSTAUX : 91-07 PARIS

Le Gérant : Lucien JOSSE.

Paris. — Imp. HÉMERY, 18, rue d'Enghien.

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

TOME XXXVII : JANVIER à JUIN 1930 (N°s 151 à 156)

TABLE DES MATIÈRES PAR ORDRE ALPHABÉTIQUE

	N°s	Pages		N°s	Pages
A					
Accumulateurs (Un redresseur de courant qui, à volonté, recharge les) ou alimente un poste à lampes ordinaires ou à chauffage indirect. — <i>Major-Ultra</i>	152	166	Aliments (Les) ne s'attacheront plus au fond de la casserole.....	155	436
A côté de la Science (Les). Inventions, découvertes et curiosités, par V. RUBOR	151	81	Allemagne (L'aviation en). — <i>Le Do X</i> .	155	355
d° d°	152	169	Altitude maximum (A quelle) un aviateur peut-il monter sans danger ? par VICTOR JOUGLA.....	152	118
d° d°	153	257	Aluminium ? (L'Italie va-t-elle devenir une grande productrice de potasse et d') , par CAMILLE MATIGNON.....	155	365
d° d°	154	343	Amérique latine (Un bel exemple de relations maritimes avec l'Algérie et leur extension vers l').	155	390
d° d°	155	433	Amérique du Sud (Un bel effort de liaisons aériennes avec l'Afrique du Nord et l').	155	393
d° d°	156	522	Ampèremètre ? (Qu'est-ce qu'un).....	151	14
Acoustique dans les théâtres (L') est-elle encore du domaine de l'empirisme ? par CHARLES BRACHET.....	151	3	Amplificateur de puissance (L'). — <i>Neopanophone</i>	152	166
Acoustique (Radiophonie et). Le haut-parleur. — <i>Radio-Dessart</i>	151	78	AMPoules de verre (Une machine automatique à préparer les) qui fonctionne à l'air comprimé, par JEAN CAËL.....	152	173
Aérodrome (L') de William Loth, par JEAN LABADIÉ.....	155	405	Amylacées ou cellulosiques (L'hydratation ou saccharification des matières), par MARCEL BOLL.....	152	101
Affilage des lames de rasoirs de sûreté (Machine pratique pour l') — <i>Afflex</i>	154	348	Appareils de T. S. F. <i>Lux-Radio</i> (Les)	151	76
Afrique du Nord (Un bel effort de liaisons aériennes avec l') et l'Amérique du Sud	155	393	Aptitude des aviateurs au pilotage (L') se détermine, maintenant, scientifiquement, par VICTOR JOUGLA.....	154	321
Air (Au pays des géants de l'). Interview de Claude Dornier, par JOSÉ LE BOUCHER	155	355	Astres (Comment nous percevons maintenant le mystère des), par MARCEL BOLL.....	153	189
Air comprimé (Une curieuse application de l'). Une machine automatique à préparer les ampoules de verre, par JEAN CAËL	152	173	Astrophysique (La décomposition de la lumière, base de l'), par MARCEL BOLL.....	153	192
Algérie (Ce que l') a donné à la France dans le domaine agricole et industriel, par HENRI BONNAMAUX	155	371	Astrophysique (Le monde planétaire révélé par l'), par L. HOULEVIGUE...	153	198
Algérie (L') n'est pas seulement une vaste région agricole, c'est également un riche pays minier, par ROGER SIMONET.....	155	381	Astrophysique (Le monde stellaire révélé par l'), par L. HOULEVIGUE.....	156	459
Algérie (L'Etat exploite en) un réseau ferré vraiment moderne.....	155	395	Atterrissage des avions (L') en temps de brume ; l'aérodrome de William Loth, par JEAN LABADIÉ.....	155	405
Algérie (Un bel exemple de relations maritimes avec l') et leur extension vers l'Amérique latine.....	155	390	Automatisme dans les phonographes (L')	155	421
Alimentation d'un poste de T. S. F. (Un redresseur de courant qui, à volonté, recharge les accumulateurs ou assure l') à lampes ordinaires ou à chauffage indirect	152	166	Automobile (La normalisation est à l'ordre du jour dans la construction), par CHARLES BRACHET	155	398
Alimentation en T. S. F. (Comment obtenir la polarisation dans un appareil assurant l')	155	430	Automobile (L'industrie) française est à la tête de la traction industrielle, par CAPÈRE.....	152	140
Alimentation totale sur le secteur en T. S. F. (Les lampes à écran et l'). — <i>Omnium-Radio</i>	151	78	Automobile (Pour l'entretien du moteur d')	156	522
			Automobile (Une maison qui suit l'). — <i>Stella</i>	155	435
			Autorex (L')	151	76
			Autos (Avions et) peuvent être protégés contre le danger des retours de flammes.....	154	343

N ^o	Pages	N ^o	Pages
Aviateur (A quelle altitude maximum un) peut-il monter sans danger ? par VICTOR JOUGLA.....	152 118	Carbone (Le) carburant, par G. B.	152 99
Aviateurs (L'aptitude des) au pilotage se détermine maintenant scientifiquement, par VICTOR JOUGLA.....	154 321	Carburant (Le carbone), par G. B.	152 99
Aviation (Après les navires porte-avions, on utilise aujourd'hui les transports d'), par C. HÉRIAC.....	155 402	Carenes (Comment on étudie la forme et les qualités des) au bassin de Paris, par C. CHAIRÉ	156 481
Avion (Comment on étudie scientifiquement les formes d'un) dans les grandes souffleries, par CHARLES BRACHET....	153 235	Cellule photoélectrique (La) et ses applications industrielles : film sonore et télévision, par LOUIS D'UNOYER	156 443
Avion géant <i>Caproni</i> (L').....	156 516	Cendrier sur pied inversable	151 83
Avion géant français (L') <i>Dyle-et-Bacalan</i>	156 517	Centenaire (Le) d'un grand chimiste alsacien: Paul Schutzenberger, par GEORGES URBAIN	151 75
Avion moderne (Le grand constructeur allemand <i>Claude Dornier</i> expose sa conception de l') à l'envoyé spécial de <i>La Science et la Vie</i> , par JOSÉ LE BOUCHER	155 355	Centenaire de l'Algérie (Le)	155 371
Avion (Un indicateur automatique d') pour se maintenir dans le rayonnement d'un phare hertzien.....	156 521	Centrale hydraulique (La plus grande du monde, <i>Conowingo</i> , par JEAN BODET	153 217
Avions et autos peuvent être protégés contre le danger des retours de flamme	154 343	Centrales électriques souterraines (Les) : la centrale des Magasins du Louvre de Paris, par L.-D. FOURCAULT.....	156 476
Avions (L'atterrissage des) en temps de brume ; l'aérodrome de <i>William Loth</i> , par JEAN LABADIÉ.....	155 405	Centrales thermiques modernes (Les) : la chauffe au charbon pulvérisé, par RAYMOND PIÉSSES.....	155 413
Avions (Les tendances modernes dans la construction des). Interview <i>Louis Blériot</i> , par JOSÉ LE BOUCHER.....	154 315	Chalumeau solaire (Comment, dans les pays chauds, la) permet de distiller l'eau pour la rendre propre à l'alimentation, par JEAN MARCHAND	151 26
B			
Bassin des Carenes de Paris (Le), par C. CHAIRÉ.....	156 481	Charbon pulvérisé (La chauffe au) dans les centrales thermiques modernes, par RAYMOND PIÉSSES.....	155 413
Batteur d'œufs (Un nouveau) et une nouvelle perceuse à main, fondées sur le même principe.....	151 82	Charbon (Un nouveau dispositif de ravitaillement en) des locomotives, par PAUL LUCAS.....	151 58
Bérylum (Le) ou glucinium, par J. SEIGLE	152 103	Chariot élévateur électrique à grande hauteur de levée	156 523
Béton cellulaire (Quelques précisions sur le)	152 168	Chauffage central (Dans le confort moderne, le) tient la première place, par JEAN MARCHAND	154 330
Béton translucide (Grâce au), la lumière du jour peut être répandue à profusion, par JEAN MARIVAL.....	156 502	Chauffage (L'électricité est de plus en plus utilisée pour le) et la cuisine, par JEAN BODET	156 453
Bicyclette (La livraison à) est rendue facile, — <i>Vélocar</i>	155 435	Chemins de fer (Une voiture-laboratoire vérifie périodiquement l'état des voies de), par JEAN CAËL	153 225
Blériot (Interview <i>Louis</i>), par JOSÉ LE BOUCHER	154 315	Chemins de fer algériens de l'Etat (Les)	155 395
Bobinages (L'évolution des) en T. S. F..	155 433	Chemins de fer français (Les vernis nitrocellulosiques sont de plus en plus employés par les), par JEAN MARTON ..	151 72
Bourget (Comment on examine, au), les pilotes d'avion, par VICTOR JOUGLA...	154 321	Chimique (Une réaction) fort utile à l'industrie ; la saccharification, par MARCEL BOLL	152 101
Bourget (Le laboratoire du) pour l'examen des pilotes d'avion, par Victor JOUGLA	152 118	Chimiste alsacien (Le centenaire d'un grand) : Paul Schutzenberger, par GEORGES URBAIN	151 75
<i>Broglie (Louis de)</i> , prix Nobel 1929, a contribué à édifier la physique moderne, par MAURICE DE BROGLIE.....	151 21	Cinéma parlant (Le), par JEAN LAPADIÉ.	153 179
Brosse bien peu encombrante (Une)....	153 260	Colonies françaises (Avant les expositions coloniales de 1930 et 1931, inventorions les richesses des), par HENRI BONNAWAUX	154 265
Brûleur à essence pratique (Un). — <i>Pluton</i>	154 346	Colonies françaises (Comment les) sont reparties dans le monde.....	154 267
Brûleur à essence pour laboratoires (Un). — <i>Pluton</i>	156 523	Colonies françaises (La mise en valeur des) exige un outillage scientifique et moderne	154 272
C			
Câble sous-marin (Le guidage par), procédé <i>William Loth</i> , est définitivement au point, par JEAN LABADIÉ.....	154 306	Colonies françaises (Les richesses du sol et du sous-sol des)	154 274
Cadenas de sûreté sans clef (Un nouveau). — J. A. P.....	152 170	Colonies françaises (Les possibilités des) dans tous les domaines	154 276
Calamine (Comment enlever la) du moteur d'automobile	156 522	Colonies françaises (Le chiffre du commerce des) atteint 32 milliards.....	154 279
Calories (Les combustibles liquides, source pratique et économique de)...	155 432	Colonies françaises (Les relations des) avec le monde extérieur.....	154 282
Camping en automobile (Pour le). — <i>Stella</i>	155 435	Colonies françaises (Pour conserver la race dans les)	154 285
Canoës pliants et insubmersibles	156 522		
<i>Caproni</i> (L'avion géant).....	156 516		

N°s	Pages	N°s	Pages		
Combustibles liquides (Les), source pratique et économique de calories.....	155 432	Éditeurs (Chez les)	156 528		
Commande unique dans les postes de T. S. F. (Un nouveau procédé pour faire la).....	156 519	Effort colonial français (Un bel exemple d')	154 298		
Commande unique des réglages en T. S. F. — <i>L'Autorex</i>	151 76	Electricité (Il faut se mettre à l'abri de surtensions dangereuses du secteur de distribution d'). — <i>Electroprotector</i> ...	154 344		
Compteurs d'électricité (Les).....	151 18	Electricité (L') est de plus en plus utilisée pour le chauffage et la cuisine, par JEAN BODET.....	156 453		
Condensateurs électrolytiques et électro-chimiques	153 255	Electrotechnique (Les progrès de l') sont tributaires de la précision des mesures : ampèremètres, voltmètres, compteurs, par MARCEL BOLL	151 13		
Confort moderne (Dans le), le chauffage central tient la première place, par JEAN MARCHAND.....	154 330	Encre nouvelle (La suppression du papier buvard grâce à une).....	154 348		
<i>Conowingo</i> (La plus grande centrale hydraulique du monde), par JEAN BODET	153 217	Essence (La forêt française se substitue à l'), par G. B.	152 99		
Contrôle industriel (Le) de la dureté des métaux, par JEAN BODET.....	153 243	Etoiles (Le monde des) révélé par l'astrophysique, par L. HOULEVIGUE.....	156 459		
Corps simple (L'hydrogène, le) le plus simple connu, vient d'être dédoublé, par L. HOULEVIGUE	155 367	Etoiles (Le mystère des) révélé par les raies spectrales, par MARCEL BOLL..	153 189		
Correcteur automatique de fading, simple et peu coûteux, à la portée de l'amateur	156 518	Examen des pilotes d'avion (L'), par VICTOR JOUGLA	152 118		
Courant (Un nouveau montage de redresseur de) éllevant la tension autant de fois qu'en le désire.....	156 520	Examen (L') psychotechnique des aviateurs au Bourget, par VICTOR JOUGLA	154 321		
Cuisine (L'électricité est de plus en plus utilisée pour le chauffage et la), par JEAN BODET.....	156 453	Expositions coloniales de 1930 et 1931 (Avant les) inventorions les richesses des colonies françaises, par HENRI BONNNAMAUX.....	151 265		
D					
Dédoublement de l'hydrogène (Le), par L. HOULEVIGUE	155 367	Extension des grandes villes (L') est liée au développement des transports en commun des voyageurs, par L.-D. FOURCAULT	151 51		
Désherbage des voies ferrées (Le) vient de recevoir une solution moderne, par JEAN CAËL	155 437	F			
Dirigeable semi-rigide de la marine française (Le nouveau), par REMONDIERE.	152 134	Facultés d'orientation des insectes (Les) s'expliquent aisément par l'acuité de leurs sens, par C. PIERRE.....	152 149		
Disques (A travers les)	152 165	Fading (Un correcteur automatique de), simple et peu coûteux, à la portée de l'amateur	156 518		
—	154 340	Fer électrique (Ce support de) économise à la fois le courant et... le linge	152 172		
—	155 423	Film sonore (Au point de vue scientifique, le) est réalisé ; au point de vue pratique, il reste encore beaucoup à faire, par JEAN LABADIE	153 179		
Disques de phonographes (La gravure sur)	155 419	Film sonore et télévision (La cellule photo-électrique et ses applications industrielles :), par LOUIS DUNOYER.....	156 443		
Distance des étoiles à la Terre (Comment on mesure la)	153 189	Flotte (Comment est constituée une) moderne	156 465		
Distillation de l'eau par la chaleur solaire (Comment la) permet de la rendre propre à l'alimentation, par JEAN MARCHAND	151 26	Fluides (La mécanique des êtres vivants et la mécanique des), par VICTOR JOUGLA	153 205		
<i>Dornier</i> (Le grand constructeur allemand Claude) expose sa conception de l'avion moderne à l'envoyé spécial de <i>La Science et la Vie</i> , par José LE BOUCHER.....	155 355	Foire de Milan 1930 (La).....	154 349		
<i>Do. X</i> (L'avion géant)	155 355	Force électromotrice ? (Qu'est-ce qu'une tension électrique ? Qu'est-ce qu'une), par MARCEL BOLL.....	151 24		
Dureté des métaux (Le contrôle industriel de la), par JEAN BODET.....	153 243	Forêt française (La) se substitue à l'essence, par G. B.	152 99		
<i>Dyle-et-Bacalan</i> (L'avion géant français).	156 517	Forêt (La méthode scientifique au service de la), par J. JAGERSCHMIDT.....	152 105		
E					
Eau (Comment, dans les pays chauds, la chaleur solaire permet de distiller l') pour la rendre propre à l'alimentation, par JEAN MARCHAND.....	151 26	Formes d'un avion (Comment on étudie scientifiquement les) dans les grandes souffleries, par CHARLES BRACHET ..	153 235		
Eaux minérales (La France est le pays du monde le plus riche en), par CHARLES BRACHET	156 488	Fortification de demain (La), son évolution technique, par le général GASCOUIN	152 157		
Ecrou indesserrable Rosset (L').....	151 81	<i>Fotos</i> (La série des lampes de T. S. F.) ..	151 77		
Editeurs (Chez les)	151xxxii	Foyers à charbon pulvérisé (Les) dans les centrales thermiques modernes, par RAYMOND PIÉSSÈS	155 413		
d°	152 176				
d°	153xxxii				
d°	154 351				
d°	155 441				

	N ^o s	Pages		N ^o s	Pages
France (La) est le pays du monde le plus riche en eaux minérales, par CHARLES BRACHET	156	488	L		
France (Vers la plus grande).....	154	294	Laboratoire (Le) du Bourget pour l'examen des pilotes d'avion, par VICTOR JOUGLA	152	118
G			Laboratoires (Un brûleur à essence pour). — <i>Pluton</i>	156	523
Gaz (Un appareil génératrice de économique. — <i>Gazamoi</i>.....	155	434	Lames de rasoirs de sûreté (Machine pratique pour l'affilage des).....	154	348
Gazogene <i>Gazamoi</i> (Le).....	155	434	Lampes à écran (Les) et l'alimentation totale sur le secteur pour la T. S. F. — <i>Omnium-Radio</i>	151	78
Géants de l'air (Au pays des). Interview de <i>Claude Dornier</i>, par JOSÉ LE BOUCHER	155	355	Lampes de T. S. F. <i>Fotos</i> (La série des).....	151	77
Générateur de gaz économique (Un appareil). — <i>Gazamoi</i>	155	434	Leucite (La), minerai de potasse et d'aluminium, abonde en Italie, par CAMILLE MATIGNON	155	365
Graine (Un nouveau projet de liaison entre la) et le continent, par L. MAHL	152	103	Liaison entre la Grande-Bretagne et le continent (Un nouveau projet de), par L. MAHL	151	61
Gravure sur disques de phonographe (La)	151	61	Liaisons aériennes vers l'Afrique du Nord et l'Amérique du Sud (Un bel effort de).....	155	393
Grisou (La lutte contre le) est scientifiquement organisée dans les mines modernes, par JEAN ARMANET.....	155	419	Liège (Le Palais de l'Electricité à l'Exposition de) de 1930.....	152	175
Guidage par câble sous-marin (Le), procédé William Loth, est définitivement au point, par JEAN LABADIÉ.....	154	306	Livraison à bicyclette (La) est rendue facile. — <i>Vélocar</i>	155	435
H			Locomotives (Un nouveau dispositif de ravitaillement en charbon des), par PAUL LUCAS.....	151	58
Habitations (Isolons nos). — <i>Insulite</i>..	156	526	Logz (Le), nouvelle règle à calculs	153	257
Habitations (Rendons nos) insensibles au froid, à la chaleur, à l'humidité et au bruit, par JEAN MARIVAL.....	153	245	Loth (La méthode William), basée sur les ondes dirigées, révolutionne la navigation aérienne et maritime, par JEAN LABADIÉ.....	152	89
Haut-parleur électrodynamique (Le)...	152	162	Loth (Le guidage par câble sous-marin, procédé William), est définitivement au point, par JEAN LABADIÉ.....	154	306
Haut-parleur magnétodynamique (Le). — <i>Sidi-Léon</i>.....	152	166	Loth (L'aérodrome de William), par JEAN LABADIÉ.....	155	405
Haut-parleur Radio-Dessart (Le).....	151	78	Louvre (La centrale électrique souterraine des Magasins du) de Paris, par L.-D. FOURCAULT	156	476
Hydratation (L') ou saccharification des matières amyloacées et cellulosiques, par MARCEL BOLL.....	152	101	Lumière du jour (Grâce au béton translucide, la) peut être répandue à profusion, par JEAN MARIVAL.....	156	502
Hydrogène (L'), le « corps simple » le plus simple connu, vient d'être dédoublé, par L. HOULEVIGUE.....	155	367	Lune (La), satellite de la Terre.....	153	202
Hydrologie (L') de la France, par CHARLES BRACHET	156	488	Lux-Radio (Les appareils de T. S. F.)...	151	76
Hydrogène (L') industrie moderne consomme annuellement plus de 100.000 tonnes d'), par RENÉ DUBRISAY.....	153	231	M		
I			Machine à calculer (Une intéressante). — <i>Rebo</i>	151	86
Indicateur automatique d'avion (Un) pour se maintenir dans le rayonnement d'un phare hertzien.....	156	521	Machine automatique à préparer les ampoules de verre (Une) qui fonctionne à l'air comprimé, par JEAN CAËL....	152	173
Insectes (Les facultés d'orientation des) s'expliquent aisément par l'acuité de leurs sens, par C. PIERRE.....	152	149	Machinisme (La conquête des grandes vitesses dans la marine à vapeur est liée aux progrès du), par C.-R. DARTEVELLE	152	111
Insulite (L')	153	245	Magnan (Théorie de M.) sur la mécanique des fluides.....	153	205
Interview Louis Blériot, par JOSÉ LE BOUCHER	154	315	Maison confortable construite en quatre jours (Une).....	154	347
Interview de Claude Dornier (Au pays des géants de l'air), par JOSÉ LE BOUCHER	155	355	Maison qui suit l'automobile (Une). — <i>Stella</i>	155	435
Inventaire des richesses coloniales françaises, par HENRI BONNAMAU.....	154	265	Manche (Un nouveau projet de pont et de tunnel sur la), par L. MÄHL.....	151	61
Inverseur réducteur de vitesse combiné. Isolants (Les) dans l'habitation. — <i>L'Insulite</i>	154	345	Marine à vapeur (La conquête des grandes vitesses dans la) est liée aux progrès du machinisme, par C.-R. DARTEVELLE	152	111
Isolons nos habitations. — <i>Insulite</i>....	153	245	Marine française (Le nouveau dirigeable semi-rigide de la), par REMONDIERE.....	152	134
Italie (L') va-t-elle devenir une grande productrice de potasse et d'aluminium? par CAMILLE MATIGNON.....	156	526	Mécanique (La) des êtres vivants et la mécanique des fluides, par VICTOR JOUGLA	153	205
	155	365			

N° ^a	Pages	N° ^a	Pages
Pilotage (L'aptitude des aviateurs au se détermine maintenant scientifiquement, par VICTOR JOUGLA.....	154 321	Réducteur de vitesse (Inverseur) combiné Réglages en T. S. F. (Commande unique des). — <i>L'Autorer</i>	154 345
Pilotes d'avion (L'examen des), par VICTOR JOUGLA	152 118	Relations maritimes avec l'Algérie (Un bel exemple de) et leur extension vers l'Amérique latine.....	151 76
Pick-up économique (Un).....	154 339	Remorquage en haute mer (Le) exige un outillage puissant et une technique spéciale, par YVES LALLOUR.....	155 390
Pick-up	155 421	Remorque d'automobile pour le camping (Une). — <i>Stella</i>	153 248
Pince (Réversible, cette) est, en réalité, un outil à usages multiples....	151 84	Réseau ferré vraiment moderne (L'État exploite en Algérie un).....	155 435
Planétaire (Le monde) révélé par l'astrophysique, par L. HOUILLEVIGUE.....	153 198	Retours de flamme (Avions et autos peuvent être protégés contre le danger des)	155 395
Pointage des canons de marine (Le) est assuré par des appareils de haute précision, par A. FÉRAL	151 39	Richesses des colonies françaises (Avant les expositions coloniales de 1930 et 1931, inventoriées), par HENRI BONNAMAUX.....	154 343
Polarisation (Comment obtenir la) dans un appareil d'alimentation de T. S. F.	155 430	Robinet Bergmann contre les retours de flamme	153 262
Pommes de terre (Pelons nos) à la machine	152 171	<i>Rosset</i> (L'écrou indesserrable).....	155 440
Pompe « Alfa » (La).....	156 525	« Rowan » (Le salaire-prime) et ses modulations. — <i>Le Logz</i>	154 265
Pompe à main pratique	156 525	S	
Pompe (Mille litres à l'heure avec une) d'un demi-cheval. — <i>Electrobloc</i>	153 256	Saccharification (La) des matières amyloacées et cellulosiques, par MARCEL BOLL.....	152 101
Pont sur la Manche (Un nouveau projet de), par L. MALH.....	151 61	Salaire-prime « Rowan » et ses modulations. — <i>Le Logz</i>	153 257
Porte-avions (Après les navires) on utilise aujourd'hui les « transports d'aviation », par C. HÉRIAC.....	155 402	Salière (Une) dont les trous ne peuvent se boucher et qui permet de doser facilement le sel.....	152 171
Porte manteau extensible, robuste et pratique (Un).....	155 436	Salon de la lumière à Paris (A quand le)	156 527
Potasse (L'Italie va-t-elle devenir une grande productrice de) et d'aluminium ? par CAMILLE MATIGNON.....	155 365	Salon des poids lourds 1930 (Le), par CARÈRE.....	152 140
Pression (La) à la surface des étoiles.....	153 195	Schutzenberger (Le centenaire d'un grand chimiste alsacien : <i>Paul</i>), par GEORGES URBAIN	151 75
Prestige de l'or (Le), par L. HOUILLEVIGUE.....	154 301	Sciences naturelles (Les mystères des) : les facultés d'orientation des insectes s'expliquent aisément par l'acuité de leurs sens, par C. PIERRE.....	152 149
Programme naval (Un) fait appel à des considérations techniques, tactiques, économiques, que chacun doit connaître par C. HÉRIAC	156 465	Science universelle au xx ^e siècle (La) : les progrès de la physique russe dans les dix dernières années, par PIERRE LASAROFF et MARCEL BOLL.....	151 45
Psychotechnique (L'examen) des aviateurs au Bourget, par VICTOR JOUGLA.	154 321	Sclérographie (Le).....	153 243
R			
Radio-Dessart (Le haut-parleur).....	151 78	Sélectivité des postes recevant sur antenne (Pour augmenter la).....	155 428
Radio (Les secours qu'apporte la) à la météorologie/.....	155 430	Sens (Les facultés d'orientation des insectes s'expliquent aisément par l'acuité de leurs sens), par C. PIERRE.....	152 149
Radioélectrique (Un nouvel instrument de musique).....	153 252	Soleil (La structure du).....	153 198
Radiophonie et acoustique (Haut-parleur <i>Radio-Dessart</i>)	151 78	Souffleries (Comment on étudie scientifiquement les formes d'un avion dans les grandes), par CHARLES BRACHET.....	153 235
Radioroute de William Loth (La), par JEAN LABADIÉ.....	152 89	Stylomine (Le).....	152 169
Raies spectrales (Les) nous permettent de percer le mystère des astres, par MARCEL BOLL	153 189	Super à lecture directe (Le). — <i>Radio-L.L.</i>	152 167
Ravitaillement en charbon des locomotives (Un nouveau dispositif de), par PAUL LUCAS.....	151 58	Support de fer électrique (Ce) économise à la fois le courant et... le linge.....	152 172
Réaction chimique fort utile à l'industrie (Une) ; la saccharification, par MARCEL BOLL	152 101	Surtensions dangereuses du secteur de distribution d'électricité (Il faut se mettre à l'abri des). — <i>Electrorrector</i>	154 344
Rébo (Machine à calculer).....	151 86	Sylviculture (La), par J. JAGERSCHMIDT.	152 105
Reboisement des forêts (Le), par J. JAGER-SCHMIDT	102 105	T	
Récepteurs intéressant (Un nouveau) : le super à lecture directe <i>Radio-L.L.</i>	152 167	Tarifs (Les différents) du courant électrique.....	156 453
Réchaud portatif pour les colonies et le voyage (Un).....	154 348		
Redresseur de courant (Un) qui, à volonté, recharge les accumulateurs ou alimente un poste à lampes ordinaire oùà lampes à chauffage indirect. — <i>Major-Ultra</i> ..	152 166		
Redresseur de courant (Un nouveau montage de) élevant la tension autant de fois qu'on le désire.....	156 520		

N° ^s	Pages	N° ^s	Pages
Télémètres français (Les recherches de nos techniciens placent les) parmi les meilleurs du monde, par ARMAND DE GRAMONT	153 207	T. S. F. (La) sur les trains permet d'entretenir les concerts, d'expédier ou de recevoir des télégrammes, par JEAN MARTON.....	154 328
Télévision (La cellule photoélectrique et ses applications industrielles : film sonore et), par LOUIS DUNOYER.....	156 443	T. S. F. (L'évolution des bobinages en)..	155 433
Température des astres (La).....	153 194	T. S. F. (Un instrument très pratique pour les amateurs de) : l'oscilloscope..	155 429
Tendances modernes dans la construction des avions (Les). Interview Louis Blériot, par JOSÉ LE BOUCHER.....	154 315	T. S. F. (Un nouveau procédé pour faire la commande unique dans les postes de) Tunnel sous la Manche (Nouveau projet de), par L. MAXHL.....	156 519
Tension électrique ? (Qu'est-ce qu'une) Qu'est-ce qu'une force électromotrice ? par MARCEL BOLL.....	151 24	U	151 61
Tension (Un nouveau montage de redresseur de courant élevant la) autant de fois qu'on le désire.....	156 520	Univers-îles (Les).....	156 460
Terre (La naissance de la) et ses métamorphoses avant la vie de l'homme, par EMILE BELOT.....	152 125	V	
Théâtres (L'acoustique dans les) est-elle encore du domaine de l'empirisme ? par CHARLES BRACHET.....	151 3	Véhicule industriel en 1930 (Le), par CAPÈRE.....	152 140
«Tir à la mer» (Comment le) est résolu par l'emploi d'appareils de haute précision, par A. FÉRAL.....	151 39	Vernis nitrocellulosiques (Les) sont de plus en plus employés par les chemins de fer français, par JEAN MARTON....	151 72
Traction industrielle (L'industrie française est à la tête de la), par CAPÈRE.....	152 140	Vernis nitrocellulosiques (Les machines modernes utilisées dans la fabrication des)	155 425
Trains (La T. S. F. sur les) permet d'entretenir des concerts, d'expédier ou de recevoir les télégrammes, par JEAN MARTON.....	154 328	Verre (Le béton armé et le).....	156 502
Transformateur géant à 220.000 volts...	151 60	Ville moderne (Comment on exploite les transports en commun dans une grande), par JEAN BODET.....	156 508
«Transports d'aviation» (Après les navires porte-avions, on utilise aujourd'hui les), par C. HÉRIAC.....	155 402	Villes (L'extension des grandes) est liée au développement des transports en commun des voyageurs, par L.-D. FOURCAULT.....	151 51
Transports en commun des voyageurs (L'extension des grandes villes est liée au développement des), par L.-D. FOURCAULT	151 51	Vitesse (Inverseur réducteur de) combiné	154 345
Transports en commun (Comment on exploite les) dans une grande ville moderne, par JEAN BODET.....	156 508	Vitesses (La conquête des grandes) dans la marine à vapeur est liée aux progrès du machinisme, par C.-R. DARTEVELLE	152 111
T. S. F. (La) et la vie, par J. QUINET .	153 252	Voies de chemins de fer (Une voiture-laboratoire vérifie périodiquement l'état des), par JEAN CAËL.....	153 225
d° d°	155 427	Voies ferrées (Le désherbage des) vient de recevoir une solution moderne, par JEAN CAËL.....	155 437
d° d°	156 518	Voiture-laboratoire (Une) vérifie périodiquement l'état des voies de chemins de fer, par JEAN CAËL.....	153 225
T. S. F. (La) et les constructeurs	151 76	Voltmètre ? (Qu'est-ce qu'un)	151 15
d° d°	152 166	W	
d° d°	154 342	Watthmètre ? (Qu'est-ce qu'un).....	151 17

