

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 - https://cnum.cnam.fr](https://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)	Laboratoire d'essais mécaniques physiques chimiques et de machines du Conservatoire national des Arts et Métiers
Auteur(s)	Laboratoire d'essais mécaniques physiques chimiques et de machines du Conservatoire national des Arts et Métiers
Titre	Conservatoire national des arts et métiers. Laboratoire d'essais : Rapport sur le fonctionnement pendant l'année...
Adresse	Paris : Ministère du commerce et de l'industrie, 1905-[1939]
Nombre de volumes	26
Cote	CNAM-BIB P 1329-D
Sujet(s)	Conservatoire national des arts et métiers (France) Génie industriel -- 20e siècle
Note	Le Volume 2 (1905-1906) publié probablement en 1907 n'est pas présent dans la collection.
Notice complète	https://www.sudoc.fr/038579480
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?P1329-D
LISTE DES VOLUMES	
	[Volume 1] 1er novembre 1901 au 31 octobre 1904
	[Volume 3] 1907
	[Volume 4] 1908
	[Volume 5] 1909
	[Volume 6] 1910
	[Volume 7] 1911
	[Volume 8] 1912
	[Volume 9] 1913
	[Volume 10] 1914-1918
	[Volume 11] 1919-1920
	[Volume 12] 1921
	[Volume 13] 1922
	[Volume 14] 1923
	[Volume 15] 1924
	[Volume 16] 1925
	[Volume 17] 1926
	[Volume 18] 1927
	[Volume 19] 1928
	[Volume 20] 1929
	[Volume 21] 1930-1931
	[Volume 22] 1931-1932
	[Volume 23] 1932 (9 mois)
	[Volume 24] 1933
	[Volume 25] 1934
	[Volume 26] 1935-1936

NOTICE DU VOLUME TÉLÉCHARGÉ	
Auteur(s) volume	Laboratoire d'essais mécaniques physiques chimiques et de machines du Conservatoire national des Arts et Métiers
Titre	Conservatoire national des arts et métiers. Laboratoire d'essais : Rapport sur le fonctionnement pendant l'année...
Volume	[Volume 27] 1937
Adresse	Paris : Ministère de l'éducation nationale, 1939
Collation	1 vol. (77 p.-2 p. de pl.) : ill. ; 26 cm
Nombre de vues	88
Cote	CNAM-BIB P 1329-D (27)
Sujet(s)	Conservatoire national des arts et métiers (France) Génie industriel -- 20e siècle
Thématique(s)	Histoire du Cnam
Typologie	Revue
Langue	Français
Date de mise en ligne	10/04/2025
Date de génération du PDF	29/01/2026
Notice complète	https://www.sudoc.fr/039014541
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?P1329-D.27

T1329-D

8° Ru 108⁽²⁾

MINISTÈRE DE
L'ÉDUCATION NATIONALE
CONSERVATOIRE NATIONAL
DES ARTS ET MÉTIERS

LABORATOIRE D'ESSAIS



RAPPORT SUR LE FONCTIONNEMENT

en 1937

par A. PÉRARD

Directeur du Bureau International
des Poids et Mesures



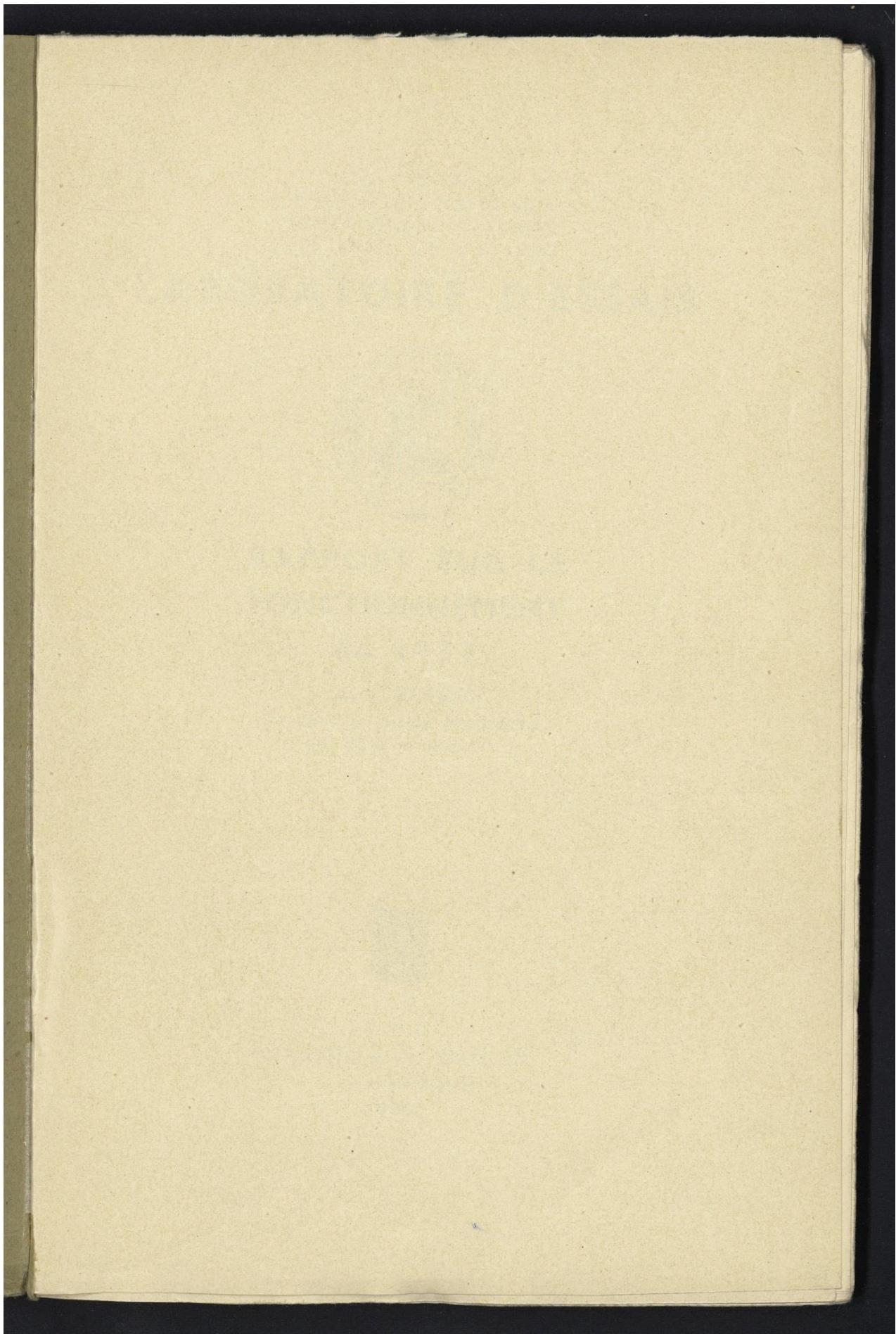
PARIS
HERMANN & Cie, ÉDITEURS
6, rue de la Sorbonne
1939

PUBLICATIONS
DU LABORATOIRE D'ESSAIS
(CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS)

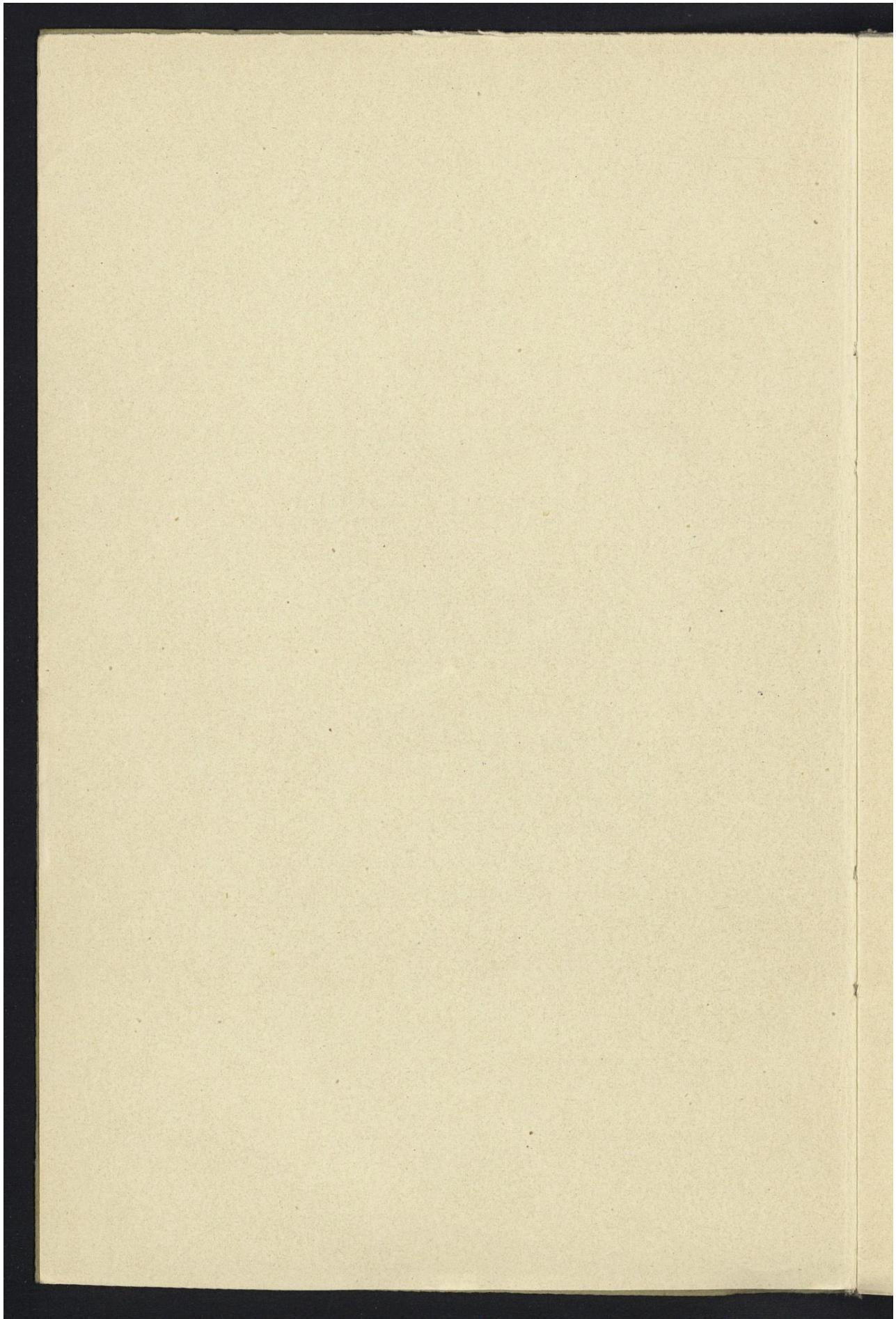


- N° 1. — *Le Laboratoire d'Essais : son organisation et son outillage*,
par M. PEROT, Directeur du Laboratoire d'Essais (1903).
(épuisé)
- N° 2. — *Appareils et méthodes d'essais des ciments et des chaux*
(mémoires divers) par M. LEDUC (1903). (épuisé)
- N° 3. — *Action de l'eau de mer sur les mortiers*, par M. LEDUC (1904).
(épuisé)
- N° 4. — *Contribution à l'étude des relations entre les effets des sollicitations lentes et ceux des sollicitations vives dans le cas de métaux ferreux*, par M. P. BREUIL (1904). (épuisé)
- N° 5. — *Sur la nécessité d'établir un nouveau système de longueurs d'ondes étalons*, par MM. PEROT et FABRY (1904). (épuisé)
- N° 6. — *Notes sur quelques essais mécaniques et viscosimétriques d'huiles minérales ou végétales*, par M. BREUIL (1905-1906).
- N° 7. — *Manière de mesurer les pertes de chaleur des enveloppes calorifuges. Quelques résultats d'essais*, par MM. BOYER-GUILLOU, AUCLAIR et LAEDELEN (1906). (épuisé)
- N° 8. — *Essais de compteurs d'eau*, par MM. PEROT et MICHEL-LÉVY (1906).
- N° 9. — *Valeurs comparatives des trois étalons lumineux à flamme : Carcel, Hefner, Vernon-Harcourt*, par MM. A. PEROT et P. JANET (1906). (épuisé)
- N° 10. — *Sur la constitution intime des calcaires*, par E. LEDUC (1907). (épuisé)
- N° 11. — *Essais sur le plâtre*, par MM. E. LEDUC et M. PELLET (1907). (épuisé)
- N° 12. — *Examen critique de quelques méthodes de mesure de la puissance utile des voitures automobiles* par M. AUGLAIR (1907). (épuisé)
- N° 13. — *Essais sur les silico-calcaires*, par MM. LEDUC et Ch. de la ROCHE (1908).
- N° 14. — *Essais de torsion*, par M. P. BREUIL (1908). (épuisé)
- N° 15. — *Jaugeages de gros débits*, par MM. BOYER-GUILLOU AUCLAIR et LAEDELEN (1908). (épuisé)

(Suite page III de couverture).



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



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

MINISTÈRE DE
L'ÉDUCATION NATIONALE
CONSERVATOIRE NATIONAL
DES ARTS ET MÉTIERS

LABORATOIRE D'ESSAIS



RAPPORT SUR LE FONCTIONNEMENT en 1937

par A. PÉRARD

Directeur du Bureau International
des Poids et Mesures



PARIS
HERMANN & Cie, ÉDITEURS
6, rue de la Sorbonne
1939



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

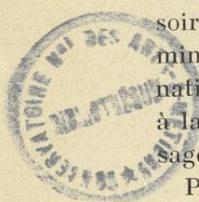


INTRODUCTION

LES liens qui unissent le Bureau International des Poids et Mesures au Conservatoire National des Arts et Métiers datent de la création même de l'Institution internationale du Mètre.

C'est au Conservatoire qu'eut lieu la fonte de l'une des coulées de platine iridié qui devaient constituer les prototypes nationaux du Système métrique (alliage du Conservatoire ou alliage de 1874). Le choix et le calcul de la fameuse section en X de ces mètres est due à Henri TRESCA, Secrétaire de la Section Française de la Commission Internationale du Mètre, Professeur de Mécanique au Conservatoire, puis Directeur du Conservatoire après le Général MORIN. Le Général MORIN, lui-même, Président de cette Section Française qui a tant contribué aux importantes décisions techniques qui sont à l'origine de l'uniformisation métrique dans le monde, était le Directeur du Conservatoire impérial. C'est au Conservatoire que furent exécutées en 1881-1882, par René BENOIT et Gustave TRESCA, fils du précédent, les comparaisons entre le Mètre des Archives et le prototype international provisoire I_2 , qui devait servir de point de départ pour la détermination du futur Mètre International et de tous les mètres nationaux à distribuer ; et ce même Gustave TRESCA, Ingénieur à la Section Française, a effectué de sa propre main le polissage et les tracés des différents prototypes.

Plus récemment, lorsqu'il s'est agi de confirmer à la lon-



gueur métrique son témoin naturel, comme le Comité International des Poids et Mesures avait décidé une deuxième détermination de la longueur d'onde de la raie rouge du cadmium, et que les locaux du Bureau International ne présentaient pas les dispositions pratiques indispensables, ce fut le Laboratoire d'Essais du Conservatoire, sous la direction alors de PEROT, qui donna asile aux mémorables expériences BENOIT-FABRY-PEROT en 1906.

Aussi J. René BENOIT, qui était membre de la Commission Technique du Laboratoire d'Essais, se trouva naturellement désigné pour les fonctions de rapporteur de cette Commission auprès du Laboratoire d'Essais de 1903 à 1906. Et après tant d'années écoulées, malgré son incompétence dans les multiples branches où le Laboratoire d'Essais du Conservatoire a étendu maintenant son activité, le Directeur actuel du Bureau International ne croit encore que faire acte de reconnaissance à l'égard du Conservatoire en présentant cette fois le Rapport du Laboratoire d'Essais.

* *

A l'ouverture de ce Rapport, qu'il me soit tout d'abord permis de rendre un bref hommage à la mémoire du savant qui établit, au nom de la Commission Technique du Conservatoire, le Rapport précédent.

Edouard SAUVAGE, né en 1850, entra à l'Ecole Polytechnique en 1869, et il en sortit avec le n° 1. Après l'Ecole des Mines, il travailla d'abord, à titre temporaire, au Conseil général des Mines. En 1878, il fut attaché au Cabinet du Ministre des Travaux Publics qui était alors FREYSSINET, et en même temps au Service de Surveillance des appareils à vapeur du département de la Seine. En 1880, il obtenait un congé de l'Administration des Travaux Publics et débutait à la Compagnie des Chemins de Fer du Nord comme Ingénieur-adjoint de l'atelier central. Onze ans plus tard, il passait à la Compagnie de l'Est, puis en 1895 à celle de l'Ouest, en qualité d'Ingénieur en Chef-adjoint du matériel et de la traction. En 1901, il restait comme ingénieur-conseil à cette dernière compagnie.

Parallèlement, se poursuivait sa carrière de Professeur : en

1888, il était l'adjoint de RÉSAL à l'Ecole Supérieure des Mines, et après deux années il professait lui-même le Cours de Machines, qu'il conservait jusqu'à sa retraite en 1920. Parmi tout ce qu'on lui doit, je ne citerai que cette œuvre si importante de l'unification des filetages, l'une des premières grandes tentatives de normalisation. Le système international S. I., adopté par le Congrès International de Zurich, en 1888, est presque entièrement dû à Edouard SAUVAGE ; de la grosse mécanique il a ensuite étendu l'unification à la petite mécanique et aux vis horlogères. Depuis lors, il n'a pas cessé de s'intéresser à cette grave question ; et jusqu'à sa mort, l'année dernière, il présidait, au Comité de Normalisation de la Mécanique, la Commission des tolérances de filetages. Il siégeait dans un très grand nombre de Commissions où il était appelé parce que sa collaboration était éminemment désirée en raison de la clarté de ses idées et de son esprit essentiellement réalisateur.

Edouard SAUVAGE était devenu professeur au Conservatoire National des Arts et Métiers en 1902, après la mort de Joseph HIRSCH, dont il avait pris la succession dans la chaire de mécanique appliquée. Pendant près de 30 ans, il y donna un enseignement remarquablement approprié à la destination pratique de notre grand Etablissement. Il fut nommé membre de la Commission Technique du Laboratoire d'Essais en 1905, et il se trouva chargé du rapport simultané des années 1935 et 1936. A l'exécution de ce rapport, il ne pouvait manquer d'apporter le soin et l'étude attentive qui marquent tous ses travaux, même les plus modestes. Allant au devant des désirs du lecteur, à qui pouvaient manquer les explications nécessaires sur les missions si différentes et pourtant si précises dévolues au Laboratoire d'Essais, SAUVAGE a tenu à faire précéder son rapport d'une introduction historique particulièrement intéressante à laquelle je ne saurais mieux faire que de renvoyer moi-même, en la complétant seulement de quelques indications sur le nouveau Directeur du Laboratoire, M. BOUTRY, qui venait d'entrer en fonction au moment où SAUVAGE écrivait son rapport.

**

M. G.-A. BOUTRY a été nommé Directeur du Laboratoire d'Essais à 32 ans ; personne n'a songé à lui reprocher son jeune âge en raison de la qualité des titres qu'il apportait.

Agrégé des sciences physiques, docteur ès sciences depuis 1933, il avait professé dans plusieurs lycées, et en dernier lieu au Lycée Saint-Louis à Paris pour la préparation aux grandes écoles. De 1930 à 1934 il avait été collaborateur scientifique du Ministère de l'Air au Service de recherches de l'Aéronautique, boursier de voyage de l'Université de Paris en 1934, subventionné par la Caisse de Recherches, et boursier de Recherches de la Caisse Nationale des Sciences depuis 1934. Il était lauréat de la Société française de Physique (prix Ancel, 1934) et lauréat de l'Institut (prix François Hébert, 1936).

Attrié par l'industrie aussitôt après son agrégation, il avait étudié et approfondi les méthodes géophysiques de prospection, méthodes gravimétriques, magnétiques, électriques, et même sismiques, et avait fait paraître un livre qui avait eu un certain retentissement comme le seul ouvrage français sur cette importante question. Cependant, la photoélectricité devait le reprendre tout particulièrement, et ses études sur les cellules photoélectriques en avaient fait un spécialiste si averti que c'est à lui que furent confiées les conférences-rapports de documentation sur ce sujet en mai 1935.

Au Conservatoire, M. BOUTRY a fait ses premières armes au Dépôt des Étalons Nationaux du Système Métrique, peu après que celui-ci avait été créé ; et le programme d'équipement de ce laboratoire, soumis à la Commission chargée de l'étude générale, fut adopté par elle à l'unanimité ; l'exécution s'en poursuit activement. Il s'est plus spécialement attaché à l'élaboration instrumentale de l'échelle thermométrique internationale, dont les spécifications, édictées à la Conférence Générale des Poids et Mesures de 1927 (corrigées en 1933) n'avaient pas encore reçu en France de réalisation effective. En particulier, aucun laboratoire de précision pour la thermométrie n'existe au Conservatoire avant son intervention. Pour mener à bien l'organisation nécessaire, il avait fait un stage de trois

mois au National Physical Laboratory de Grande-Bretagne, au cours duquel il avait pris soin de se documenter aussi sur les méthodes de métrologie générale de cet établissement.

Pour apprécier l'ensemble de ses travaux depuis les deux années de sa direction, il suffira de consulter les pages qui suivent.

*
**

Personnellement, j'ai enfin à remercier M. le Directeur du Laboratoire d'Essais de l'abondante et si complète documentation qu'il m'a fournie pour l'établissement de ce Rapport.

Malgré l'intérêt puissant que j'ai trouvé à chaque pas dans l'étude des travaux du Laboratoire et l'attention minutieuse que j'ai apportée aux explications qui m'ont été prodigues partout, les quelques visites que j'ai pu faire auraient été bien insuffisantes pour fournir au lecteur les éclaircissements détaillés qu'il est en droit de rechercher ici, si M. BOUTRY n'avait pris soin de me communiquer au préalable par écrit tous les renseignements qui pouvaient m'être nécessaires.

Je m'excuse donc si la rédaction qui suit est pour une bonne part empruntée à la sienne.

Activité du Laboratoire en 1937.

I. — Budget et Personnel.

On sait que les recettes provenant des essais et vérifications sont encaissées, les unes par le Conservatoire National des Arts et Métiers, les autres directement par le Trésor.

Ces recettes ont été, en nombres arrondis, de 593.000 francs en 1937 contre 576.000 en 1936 pour la première catégorie et, pour la seconde catégorie, de 2.872.000 francs en 1937 contre 3.142.000 francs en 1936. Les dépenses nettes se sont élevées à 3.943.740 francs en 1937 contre 3.563.952 francs en 1936.

Nous persistons à regretter la dualité budgétaire du Laboratoire, qui vit en partie d'une subvention de l'Etat inscrite au budget du Conservatoire National des Arts et Métiers, et en partie du budget propre de ce dernier organisme ; le Rappor-
teur précédent, en examinant le fonctionnement du Labora-
toire en 1935 et 1936, déplorait déjà cet état de chose ; aucun
remède n'y a encore été apporté.

L'effectif du personnel, en 1937, comprenait 186 agents. La liste nominative du personnel du Laboratoire fait l'objet de l'Annexe 2.

Nous devons signaler en 1937 le départ du Chef de Service des Essais de Physique, M. LECARME, atteint par la limite d'âge ; M. LECARME a été remplacé au mois de novembre 1937 dans cette fonction par M. Raymond ZOUCKERMANN, Agrégé de l'Université.

Il convient de remarquer également que la composition de la Commission Technique, dont les pouvoirs étaient expirés, a été modifiée par décision de M. le Sous-Secrétaire d'Etat de l'Enseignement Technique en date du 20 mars 1937. La composition de la nouvelle Commission est indiquée à l'Annexe 1.

II. — Publications.

Les publications du Laboratoire en 1937 comprennent :

- deux articles de M. PRÉVOST, Physicien, sur une nouvelle méthode mécanique de l'essai des lubrifiants (*Recherches et Inventions*, n° 267, février 1937, et *Bulletin de la Société d'Encouragement à l'Industrie Nationale*, p. 247, mai-juin 1937) ;
- une Note de M. BOUTRY, Directeur du Laboratoire, sur un nouveau type de cellule photoémissive (C. R. t. 204, p. 120, janvier 1937) ;
- une note de MM. BOUTRY et TREHERNE sur l'établissement de contacts électriques commutables et stables, contacts destinés à la réalisation de ponts et de potentiomètres de très haute précision (C. R. t. 204, p. 1713, juin 1937) ;
- une conférence de M. BOUTRY sur la structure des surfaces métalliques, conférence faite au Conservatoire des Arts et Métiers en novembre 1937 et publiée depuis dans la Revue *Métaux et Corrosion* ;
- une Note de M. ZOUCKERMANN sur les variations du potentiel explosif d'un tube à décharge sans électrodes intérieures sous l'influence de la lumière ultra-violette ou visible (C. R. t. 206, p. 331, janvier 1938).

Ces publications qui, pour la plupart, consacrent des recherches effectuées au Laboratoire durant l'année 1937, sont analysées plus loin ; il en est de même pour de nombreuses recherches encore en cours.

III. — Construction et amélioration des locaux.

Le précédent Rapporteur avait déploré l'exiguïté des locaux actuellement occupés par le Laboratoire ; en particulier, les employées du Service de vérification des thermomètres médicaux ne disposaient que d'un cube d'air insuffisant. Cette situation avait déjà été signalée à plusieurs reprises par la Direction du Laboratoire ; grâce à une subvention consentie par M. le Sous-Secrétaire d'Etat de l'Enseignement Technique,

on s'est trouvé en mesure de la faire cesser : sur un terrain inoccupé situé rue Vaucanson, à proximité immédiate du pavillon central du Laboratoire, l'édification d'une annexe entièrement réservée au Service des vérifications légales du Laboratoire a été commencée. Cette annexe comprendra 5 étages :

- au sous-sol, un magasin général, où seront entreposés les thermomètres et les alcoomètres en attente de vérification ou dont le contrôle est terminé ;
- au rez-de-chaussée, le service de vérification des alcoomètres proprement dit, comprenant salle d'étalonnage et de révision des étalons, salle de vérification, salle de gravure (apposition de la marque du contrôle) ;
- les trois étages suivants seront occupés par le service de vérification des thermomètres médicaux : un étage sera réservé à la comptabilité et à l'examen préliminaire des thermomètres, un étage à la vérification des instruments ; un étage à l'apposition de la marque de contrôle.

La figure 1 permet de se rendre un compte exact de la disposition générale des locaux. Ceux-ci, à leur achèvement, offriront au Service des Vérifications légales une superficie supérieure de 40 % à la superficie qu'il occupe actuellement.

Des précautions sont prises dans la construction pour assurer une isothermie suffisante qui constituera, pour le personnel, une très grosse amélioration, étant donnés les écarts de température considérables que l'on enregistre dans l'atelier actuel de vérification.

La construction de ce nouveau bâtiment coïncide heureusement avec la mise à l'étude d'une réforme complète des procédés actuels de vérification et d'apposition des marques de contrôle. Nous rendons compte plus loin (p. 40) des études relatives à cette réforme.

L'installation du Service de vérifications légales dans de nouveaux locaux aura d'heureuses conséquences, en dehors des conditions de travail améliorées pour ce Service : une salle de dimensions et de hauteur de plafond suffisantes sera rendue libre et permettra l'érection d'un générateur à très haute tension dont la fabrication a été commencée en 1937.

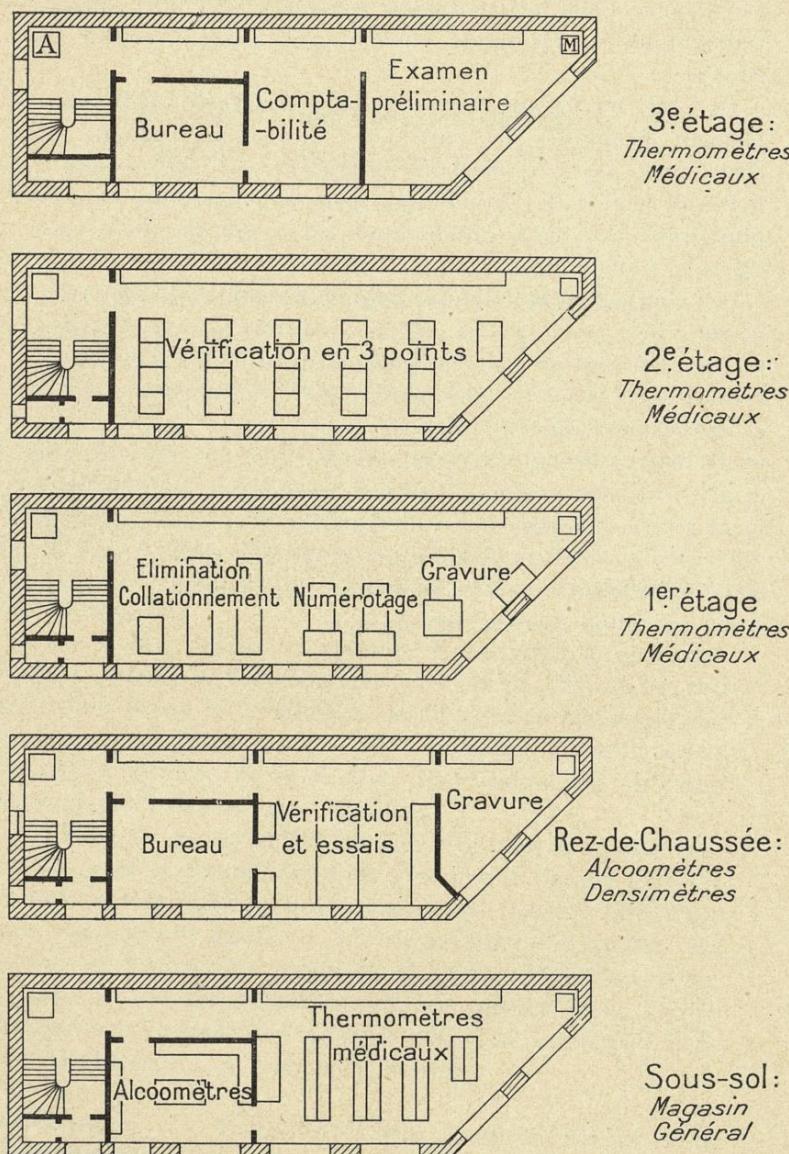


FIG. 1. — Plan du Pavillon.

Dès l'année 1938, le Laboratoire possèdera ainsi une salle de radiographie à très haute tension probablement unique en France.

De plus, les locaux rendus libres permettront vraisemblablement de donner une satisfaction, au moins partielle, au désir émis par le précédent rapporteur de voir revenir à Paris la Section de Chimie actuellement à Colombes pour le plus grand mal de la collaboration intérieure des divers services du Laboratoire.

Pendant la fermeture annuelle du Laboratoire, en août 1937, de sérieuses améliorations ont été apportées aux installations du pavillon central dont l'aménagement intérieur a été entièrement remis à neuf ; les canalisations d'eau ont été vérifiées et complétées ; surtout l'installation électrique (courant continu 110-220-330-440 volts 300 ampères, courant alternatif 110 et 220 volts 450 ampères, force et éclairage) a été complètement refaite, les lignes neuves étant installées sous tubes. Les différents services du Laboratoire possèdent aujourd'hui une installation électrique très moderne, très complète, et, grâce à son exécution soignée, très durable.

Travaux et recherches effectués par le Laboratoire en 1937.

I. — Section de Physique et de Métrologie.

On sait que cette Section, depuis le milieu de 1936, est fusionnée, en ce qui concerne les locaux et le matériel, avec la Section des Étalons Nationaux du Système Métrique créée à la même date par arrêté de M. le Sous-Secrétaire d'Etat de l'Enseignement Technique. Le personnel de la Section de Physique, qui a été renforcé en 1937 par des chercheurs et des aides détachés, assume en conséquence une très lourde charge dont il s'est acquitté jusqu'ici d'une manière tout à fait satisfaisante.

Grâce à des crédits exceptionnels consentis à plusieurs reprises par M. le Sous-Secrétaire d'Etat de l'Enseignement Technique et par M. le Ministre de l'Education Nationale, les ressources ont été suffisantes pour permettre à l'équipement des divers services de la Section de Physique de se poursuivre à une cadence assez régulière.

Nous regrettons cependant que les multiples formalités administratives et comptables dont s'entourent chaque jour les administrations publiques aient pour effet non pas tant d'assurer un contrôle meilleur, que de retarder l'exécution des travaux et l'achat des appareils, et parfois d'en augmenter les prix. Malgré ces difficultés, qui ont souvent freiné le développement du Laboratoire, on ne peut que se louer de l'activité déployée par la Section de Physique.

**Thermométrie.
Construction
d'étalons.**

L'activité de cette partie du Service a été très grande au cours de l'année 1937 ; dès la fin de 1936, ainsi que le signait le précédent Rapport, le Laboratoire avait commencé de construire quelques thermomètres étalons pour son propre

usage ; cette fabrication, particulièrement minutieuse, a été développée et complètement mise au point au cours de l'année 1937. Ce faisant, le Laboratoire a rempli l'une des fonctions les plus intéressantes qui lui soit dévolue ; la construction des thermomètres étalons à mercure ou autres ne saurait, en aucun cas, constituer une opération commerciale, étant donné la très faible demande de l'industrie et des laboratoires en ce qui concerne ces instruments, le soin et l'habileté tout particuliers que nécessite leur exécution ; elle est, par contre, une aide apportée à notre industrie et à nos laboratoires.

Le temps où, les thermomètres à mercure étant les seuls instruments pratiques de mesure, des artistes tels que TONNELLOT et BAUDIN construisaient les admirables étalons dont se sont servis Pierre CHAPPUIS et Ch. Ed. GUILLAUME au Bureau International des Poids et Mesures, est maintenant presque révolu. La fabrication des thermomètres étalons dans l'industrie privée a, à l'exception d'une seule maison, complètement cessé : les prix actuels sont devenus prohibitifs et les artistes passés n'ont guère laissé de successeurs. Pourtant, l'usage des thermomètres à mercure est encore une nécessité dans des cas assez nombreux : le métrologiste s'en sert et s'en servira longtemps ; les déterminations calorimétriques nécessitent, dans bien des circonstances, des instruments de tout premier ordre qu'il est parfois extrêmement difficile de trouver dans le commerce ; de multiples expériences de métrologie, de physique, de mécanique, de chimie, etc..., nécessitant l'emploi de thermomètres de précision, ne pourraient aucunement s'accommoder de l'appareillage considérable qu'exige un thermomètre à résistance. Ce sont toutes ces considérations qui ont amené le Laboratoire à étudier et à reprendre dans son service de Thermométrie la fabrication de ces instruments, soit pour son propre compte, soit pour donner satisfaction aux demandes qui pourraient lui être faites. Afin qu'aucune question de concurrence commerciale ne puisse se poser à propos d'une action qui n'a pour but que d'empêcher la disparition totale d'une industrie en France, le Laboratoire ne cède pas directement des étalons de sa fabrication aux particuliers qui lui en font la demande : ceux-ci peuvent les obtenir dans toutes les maisons vendant, en France, les fournitures pour laboratoires.

Les difficultés rencontrées par la mise au point de cette fabrication ont été très grandes. La fabrication du verre dur français est abandonnée depuis de longues années déjà ; et le Bureau International des Poids et Mesures, qui suivait constamment cette question, a, après étude, conseillé l'exécution de thermomètres constitués d'un réservoir en verre d'Iéna 16¹¹¹ et d'une tige en verre vert. Le Laboratoire a provisoirement adopté cette technique. Les tubes capillaires fabriqués actuellement, tant par les verriers français qu'allemands, ne donnent que rarement pleine satisfaction au point de vue de la régularité des tiges ; après de longues recherches préliminaires, le Laboratoire a cependant pu constituer une petite réserve de capillaires de bonne régularité qu'il utilise depuis lors. Il espère d'ailleurs décider, dans un délai assez bref, un verrier français à reprendre la fabrication de l'ancien verre utilisé autrefois par TONNELOT et BAUDIN.

Un four électrique a été installé et muni d'un régulateur de température précis ; il permet le recuit des instruments que l'on maintient à une température de 440° pendant environ 400 heures. L'atelier et l'outillage de soufflage de verre ont été complétés. La machine à divisor du Laboratoire, excellente mais vieille, a été remise en état ; une machine à divisor moderne, de capacité plus grande et d'usage plus souple, a été commandée et sera livrée en 1938. L'appareil à calibrer, ancien, du type décrit par M. Ch. Ed. GUILLAUME dans son *Traité de Thermométrie*, a reçu des perfectionnements notables : les microscopes glissent maintenant sur deux règles cylindriques qui ne leur laissent qu'un degré de liberté, grâce à l'application dans la fabrication des patins du principe de KELVIN ; chacun de ces microscopes est muni d'un oculaire micrométrique et d'un objectif à grandissement variable, ce qui permet des interpolations rapides et précises jusqu'au 1/100^e de division inclusivement.

Par les moyens de ce petit atelier, le Laboratoire a, en 1937, construit divers thermomètres étalons ; il a aussi, pour le compte de l'industrie privée, calibré et étalonné complètement un jeu d'instruments.

**Vérification.
Nouveaux
instruments.**

L'atelier de vérification des thermomètres ordinaires s'est, lui aussi, enrichi d'appareils facilitant les mesures et augmentant la précision et l'étendue de celles-ci. Dans le précédent Rapport, on a décrit avec quelques détails la construction des thermostats utilisés pour l'intercomparaison des thermomètres jusqu'à 100°. En 1937, le Laboratoire a installé deux nouveaux thermostats, l'un, à huile lourde, réalise la gamme des températures de 100 à 250° ; l'autre utilise comme liquide thermostatique un mélange de nitrates alcalins et fonctionne

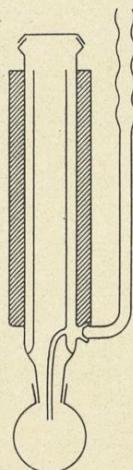


FIG. 2. — Thermostat à benzophénone.

entre 250 et 500° ou plus. Ces deux appareils sont construits sur le même principe que les thermostats précédents ; ils donnent dans leur fonctionnement la même entière satisfaction ; au delà de 500°, avec le thermostat à nitrates, il est possible d'obtenir sans précautions spéciales des paliers de températures très prolongés avec des variations lentes n'atteignant jamais 1/2 degré C. Un petit thermostat à benzophénone a également été réalisé ; cet appareil, construit en verre borosilicaté, est à double chemise ; la condensation de la vapeur de benzophénone y est assurée par un réfrigérant à reflux. La figure 2 le représente schématiquement.

Au fur et à mesure de l'entraînement de ses membres, le

Service de Thermométrie se rendait de mieux en mieux compte des multiples précautions de détail qu'il convient de prendre si l'on veut assurer une bonne précision dans les étalonnages. En particulier, la pureté et l'état de la glace utilisée dans les cryostats permettant de déterminer le point zéro sont d'une extrême importance ; la glace utilisée depuis le début de 1937 est fabriquée au Laboratoire même par une machine frigorifique, avec de l'eau distillée obtenue dans des mouleaux en acier inoxydable. Pour la pulvériser, après avoir essayé de nombreux procédés mécaniques qui tous ont paru peu satisfaisants (la plupart conduisaient à une pollution importante de la glace), on a adopté en définitive un procédé primitif mais commode, et dont les résultats sont hautement satisfaisants : les blocs de glace sont transformés en poudre dont le grain a une grosseur réglable par passage sur un gros rabot retourné, fixé au sol, et dont la hauteur de lame est ajustable à volonté ; après un usage de plusieurs mois, et à la condition de veiller à la propreté scrupuleuse de l'appareil, toute incohérence dans les mesures même très précises effectuées avec les thermomètres à résistance de platine a disparu.

Au sujet de cette importante question, notons toutefois que la conductibilité de l'eau de fusion de la glace ainsi utilisée et préparée, si elle a une valeur à peu près constante, est assez loin d'être nulle. Il convient donc d'appliquer aux résultats une correction de température dont on peut déduire l'ordre de grandeur de l'application de la loi de RAOULT, correction d'ailleurs minime et qui n'intervient que dans des déterminations de très haute précision.

Echelle Internationale des températures. Parmi les recherches effectuées dans ce domaine, il convient de signaler que la réalisation de l'Echelle Internationale des Températures de -182° à $+1.063^{\circ}$ progresse très régulièrement. Les appareils destinés à fournir les points fixes entre 0° et 1.063° ont été décrits dans le précédent Rapport.

En 1937, le Laboratoire a fait construire sur ses indications, par la maison PROLABO, un nouvel étalon à résistance de platine qui semble avoir été parfaitement réussi. Cet appareil (fig. 3) se rapproche beaucoup des instruments utilisés par J. A. HALL au National Physical Laboratory. Dans les deux

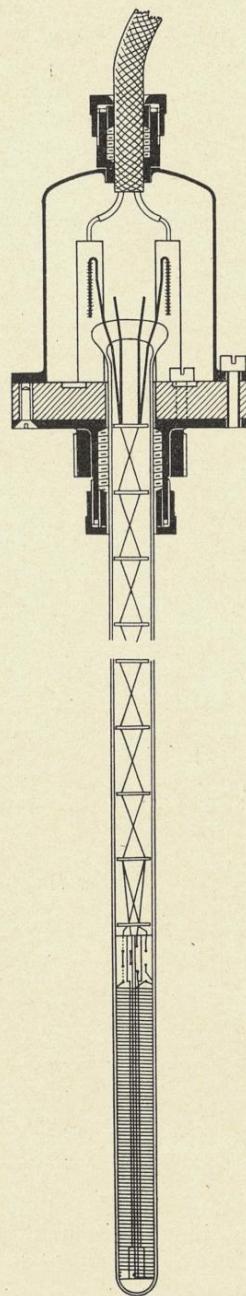


FIG. 3. — Thermomètre à résistance de platine.

instruments, le fil de platine pur a $1/10$ de millimètre de diamètre et une résistance à 0° de l'ordre de 30 ohms ; il est monté dans les deux cas sur un croisillon de quartz fondu pur ; la différence principale est que, dans l'appareil du Laboratoire d'Essais, les sorties, tout entières en fil de platine pur, ont été scellées dans le verre de la tête thermométrique ; pour y parvenir, on a utilisé dans la chemise un joint gradué permettant de passer de l'enveloppe de quartz à une tête thermométrique en cristal ; ce joint a parfaitement résisté pendant toute l'année à des variations brusques de température auxquelles on donnait toute l'amplitude nécessaire (immersions alternées dans l'oxygène liquide (-182° C.) et dans un four maintenu à $+600^\circ$ C.).

Les premières déterminations qui ont été faites avec cet instrument ont fourni un rapport $\frac{R_{100}}{R_0}$ bien constant et égal $1,389_g$; cette valeur, un peu faible, est néanmoins tout à fait acceptable ; il n'est pas utile de développer ici des résultats qui feront, dans la suite, l'objet d'une publication détaillée.

Au cours des recherches, on a ainsi rapidement reconnu que, dans le domaine des températures comprises entre -182° et 0° , deux difficultés se présentaient qui n'avaient pas été résolues par les chercheurs antérieurs :

1° Les étalons à résistance de platine du type de celui qui vient d'être décrit présentent l'avantage d'une excellente stabilité (à condition que leur bobinage ait été réalisé avec tout le soin désirable, et en particulier que les tensions y aient été évitées) : cela est facile à réaliser pour les instruments qui ne sont pas destinés à descendre au-dessous de 0° , mais il faut savoir que, étant donnée la très grande différence entre les coefficients de dilatation du platine et du quartz fondu, les instruments de ce genre dont la stabilité a été parfaite entre 0° et 600° , peuvent devenir mauvais si on les refroidit à -182° ; l'un de leurs inconvénients est d'avoir une inertie calorifique assez grande qui devient très gênante à la température d'ébullition de l'oxygène sous la pression atmosphérique. C'est la raison pour laquelle MM. BOUTRY et TREHERNE, qui conduisent ensemble les recherches relatives à l'Echelle Internationale des Températures, ont imaginé de faire cons-

truire un thermomètre à résistance d'un type nouveau ; le volume de cet instrument est réduit au dixième du volume des instruments actuels ; la chemise de protection sera entièrement métallique ; l'instrument sera rempli d'hélium ; une première maquette de cet appareil était réalisée et essayée à la fin de 1937. L'instrument définitif sera construit au début de 1938, et nous espérons que le prochain Rapport pourra donner un compte-rendu rapide de ses propriétés.

2° Entre -182° et 0°C , aucun repère fondamental de la température n'a été fixé ; du point de vue théorique, cela ne présente aucun inconvénient. Du point de vue de la métrologie pratique, il n'en est pas ainsi : il existe un domaine particulièrement intéressant par ses applications, tant dans l'industrie frigorifique qu'en physico-chimie et en métrologie : c'est le registre des températures comprises entre 0°C et -80° . Dans cette zone, l'instrument pratique et très fréquemment utilisé est un thermomètre à liquide (toluène ou pentane). Il serait commode, pour le calibrage de ces appareils, de ne pas avoir à recourir constamment au thermomètre à résistance de platine étalonné à -182° , et de disposer d'un thermostat réalisant une température fixe quelconque dans ce domaine. Les spécifications de l'Echelle internationale des Températures ont défini très succinctement la température de sublimation de l'anhydride carbonique à la pression atmosphérique ; elles n'ont point décrit les modalités de réalisation de ce point fixe et les physiciens du Laboratoire en ont rapidement compris les raisons lorsqu'ils ont orienté les recherches dans ce sens : le point fixe de la sublimation de CO^2 est, la plupart du temps, réalisé en mélangeant de l'anhydride carbonique solide pulvérisé avec de l'acétone ou des liquides organiques similaires qui assurent le contact du thermomètre avec le milieu refroidi sans modifier exagérément la température d'équilibre ; c'est tout au moins ce que l'on trouve affirmé couramment dans les publications sur ce sujet.

En réalité, si la température reste en fait voisine de la température théorique de sublimation, le phénomène est profondément modifié ; il cesse d'être simple et avec cette simplicité disparaît également la constance des températures que l'on était en droit d'espérer. Aucune des tentatives faites au Laboratoire pour obtenir quelques précisions avec cette méthode

n'a permis d'atteindre mieux qu'une stabilité de $0^{\circ},1$; en conséquence, les chercheurs du Laboratoire ont orienté leurs travaux dans une direction nouvelle où les premiers essais se sont avérés beaucoup plus encourageants. Il faut espérer qu'en 1938 des résultats définitifs commenceront à être obtenus.

La précision des déterminations avec le thermomètre à résistance de platine ou avec les thermocouples de l'Echelle Internationale est conditionnée par de multiples corrections nécessitées par les instruments de mesure eux-mêmes ; ces corrections inévitables peuvent néanmoins être considérablement réduites si on prend les précautions voulues pour maintenir les bobinages des potentiomètres et des ponts utilisés à une température constante ; c'est ce qui a été réalisé d'une façon très satisfaisante en 1937 au Laboratoire d'Essais ; la salle de mesure des résistances et des forces électromotrices thermométriques est désormais située dans le sous-sol du service, maintenu à une température de 20° par un appareillage que le précédent Rapport a succinctement décrit. Cette salle est directement au-dessous de celles où sont disposés les fours thermostatiques ; des câbles isolés relient les deux salles ; le physicien et son aide s'entretiennent et travaillent comme s'ils étaient côté à côté, chacun disposant d'un microphone et d'un haut-parleur. La commodité de cette nouvelle installation est telle qu'elle est maintenant couramment utilisée par les physiciens du Laboratoire, même dans les mesures de demi-précision (fig. 4 et 5).

Enfin, au cours de l'année 1937, les derniers détails de construction du grand pont de mesure des résistances thermométriques et du potentiomètre Dieselhorst ont été définitivement mis au point. En particulier, une question a attiré l'attention des chercheurs du Laboratoire et a nécessité des études qui ont duré près de deux ans ; c'est celle de la réalisation de bons contacts électriques de commutation. La plupart des commutateurs réalisés industriellement en France et à l'étranger ont été étudiés au point de vue de leur résistance électrique, de la stabilité de celle-ci et de sa variation avec la température ; les résultats ont toujours été insuffisants, et nous pouvons considérer comme certain qu'il n'existe chez aucun constructeur des contacts commutables dont la

résistance soit définie à mieux que 100 microhms près. Le pont de Smith dont le Laboratoire poursuit la réalisation possède 6 décades, et on voudrait atteindre une fidélité dans

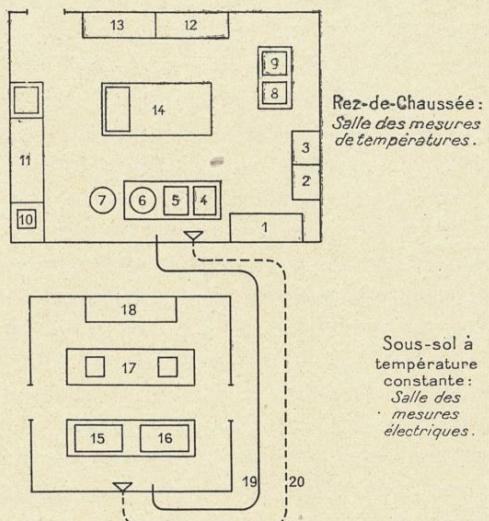


FIG. 5. — Salles de thermométrie.

- 1, Table de soufflage ; 2, Machine à calibrer ; 3, Machine à diviser ; 4 et 5, Thermostats à eau ; 6, Hypsomètre ordinaire ; 7, Hypsomètre basculant de Chappuis ; 8, Thermostat à bain d'huile ; 9, Thermostat à bain de nitrates ; 10, Point de soufre ; 11, Paillasse et évier ; 12, Appareil à oxygène liquide ; 13, Armoire-vitrine ; 14, Table avec armoire de classement des étalons.
 15, Potentiomètre ; 16, Pont de mesure ; 17, Table de support des galvanomètres ; 18, Armoire-vitrine.
 19, Liaison par conducteurs isolés entre les deux salles ;
 20, Liaison électroacoustique.

les mesures de quelques cent-millièmes d'ohm ; c'est donc à quelque 5 microhms près que la résistance de chaque contact devrait être reproductible : aucun contact existant chez les constructeurs ne pouvait satisfaire cette exigence.

En utilisant le contact mercure-platine maintenu dans le vide, le Laboratoire a pu réaliser des appareils de commutation qui lui donnent parfaite satisfaction ; la valeur de résistance de ce contact est, depuis 1936, restée constante à ± 2 microhms près, ou mieux ; car on atteignait là la limite de sensibilité du montage de mesure. Le faible encombrement

de ces contacts leur donne des forces électromotrices thermoelectriques négligeables ; mais le coefficient de température de l'ensemble et la résistance morte sont relativement grands, en sorte que la résistance du contact augmente d'environ 20 microhms par degré centigrade. Il en résulte que ces appareils doivent être utilisés dans un thermostat précis ; c'est là un problème souvent résolu au Laboratoire d'Essais. Les chiffres ci-dessus sont extraits d'une publication de MM. BOUTRY et TREHERNE aux Comptes-Rendus de l'Académie des Sciences, qui a déjà été citée page 9 du présent Rapport.

L'Association des Ouvriers en Instruments de Précision, qui construit sur les directives du Laboratoire le pont de mesure dont il a été parlé plus haut, s'est vivement intéressée à nos essais de contacts. Son ingénieur, M. PICARD, s'inspirant des idées exposées ci-dessus, a réalisé un commutateur plus robuste et d'une manœuvre plus simple, dans lequel le contact se fait entre une lame de mercure glissant dans un tambour et des plots de cuivre rouge, le tout étant placé dans l'air. Ce contact a été étudié au Laboratoire ; la conclusion a été que la stabilité en est très acceptable (environ 5 microhms) pourvu que la réalisation en soit parfaite ; la manœuvre étant relativement plus simple ; à titre d'essais, ce sont ces commutateurs qui équiperont le pont de Smith actuellement en construction. Le pont et le potentiomètre seront installés et mis en marche en 1938.

Photométrie. Le précédent rapport signalait la mise en **Nouveau banc de construction d'un banc photométrique ;**
mesures. ce banc a été terminé à la fin de 1937 et mérite, par ses dimensions et par la nouveauté de sa construction, une description rapide : le banc de 12 mètres est formé par deux tiges d'acier cylindriques posées horizontalement sur des cales réglables, elles-mêmes maintenues par des supports de fonte scellés au sol et au nombre de 11. Les guides cylindriques sont réglés au parallélisme dans un plan horizontal ; on a voulu donner aux patins glissant sur ces guides des masses relativement importantes (10 à 20 kg. suivant les cas) ; on voulait en effet obtenir une excellente stabilité alors que le déplacement vertical de l'axe optique devait atteindre plus de 60 centimètres de façon à permettre d'uti-

liser commodément le banc à un observateur debout comme à un observateur assis ; il n'est pas possible de déplacer des masses de cette importance sur des guides d'acier à l'aide d'un frottement de glissement sans être amené à utiliser des efforts et à produire des usures inacceptables ; c'est la raison pour laquelle on a utilisé des roulements à billes, tout en les disposant de manière que le principe de Kelvin (principe des cinq points de contact) fût respecté dans la réalisation des patins. La planche ci-contre donne le dessin schématique du banc photométrique complet (fig. 6).

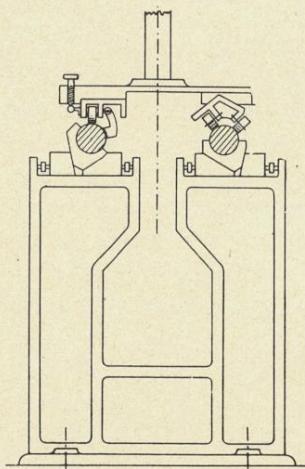


FIG. 6. — Dessin du banc photométrique.

Dans les conditions où il est réalisé, le frottement des patins sur les guides cylindriques est presque insuffisant : le patin ayant reçu une impulsion continuerait à rouler pendant une longueur assez grande ; on a en conséquence muni chaque patin d'un frein réglable formé par une bande de caoutchouc montée sur une vis et qui vient frotter latéralement sur l'un des guides.

On sait que la précision des déterminations photométriques n'est bonne que si les mesures sont faites par un observateur que l'on maintient dans un état de confort absolu ; il fallait en conséquence rendre l'usage du banc aussi simple et aussi commode que possible ; en particulier, le repérage de la posi-

tion d'équilibre du photomètre sur le banc est une opération qui se fait la plupart du temps à l'aide d'une source lumineuse auxiliaire que l'on allume pour lire la position d'un curseur sur une règle divisée ; il en résulte, étant donnée l'obscurité où se fait le pointé photométrique, des éblouissements plus ou moins intenses et de la fatigue. Dans le banc du Laboratoire d'Essais, cette opération se fait d'une façon un peu différente : parallèlement au banc photométrique court un ruban d'invar gradué en demi-centimètres ; chaque patin porte un petit appareil de projection comprenant un objectif, un écran dépoli et une lampe d'éclairage ; l'observateur allume cette dernière en appuyant sur un bouton-poussoir ; la lampe et la règle, situées toutes les deux très près du sol, sont hors du champ de vision de l'opérateur qui, en conséquence, ne saurait être ébloui : il ne voit, sur le verre dépoli qui porte une graduation servant de vernier, que la projection d'une région de la règle divisée lui permettant de repérer la position du patin avec une précision bien meilleure que le millimètre, précision qui n'est d'ailleurs pas nécessaire dans les pointés oculaires, mais qui peut le devenir quand on utilise un photomètre électrique.

Ce procédé de repérage peut devenir automatique ou enregistreur ; il suffit de remplacer le verre dépoli par un rouleau de papier photographique. Dans ce dernier cas, des pointés en série très nombreux peuvent être faits avec le minimum de fatigue.

Le banc est muni de nombreux accessoires de réglage ; deux des patins portent un cercle divisé et présentent un axe de rotation vertical permettant ainsi de tracer des indicatrices ; d'autres possèdent des déplacements latéraux permettant d'utiliser des sources dissymétriques ou non axées, etc... Enfin, et dans le but de réaliser dans l'avenir des dispositifs de photométrie automatiques, un entraînement des patins par servo-moteur a été prévu.

L'ensemble de cette belle installation est l'œuvre des Ateliers de M. Edouard BOUTY et a été conduit par les soins du Laboratoire qui a donné des directives et surveillé point par point l'exécution. Le Laboratoire est justement fier d'avoir pu mener à bien cette exécution qui ne saurait être parfaite, mais qui, on l'espère, pourra inspirer des réalisations ulté-

rieures plus perfectionnées. La figure 7 donne une vue d'ensemble de l'installation photométrique.

Nouvelles cellules photoélectriques.

A la fin de 1937, des recherches du domaine de la photométrie, conduites au Laboratoire depuis 1936, entraînent dans leur phase définitive : ce sont celles que mentionnait le rapporteur précédent dans le domaine de la photoélectricité : six cellules photoélectriques, du type imaginé et décrit par M. BOUTRY dans une note parue au début de 1937 (voir page 9) ont été réalisées et étudiées avec beaucoup de précision par un chercheur du Laboratoire, M. GILLOD, avec la collaboration matérielle de M. CHERDAKOFF. Les résultats obtenus confir-

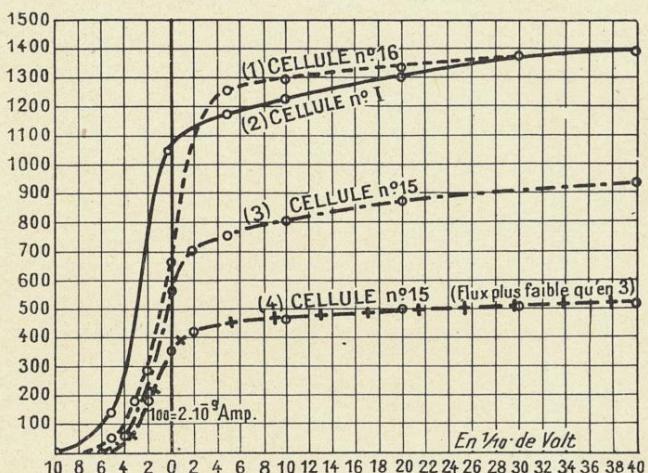


FIG. 8. — Caractéristiques des cellules.

ment les espérances que formulait la note de M. BOUTRY : ces nouvelles cellules photoémissives ont des tensions de saturation comprises entre 3 volts et 0,5 volt (fig. 8) et donnent des indications rigoureusement proportionnelles au flux lumineux qu'elles reçoivent dans un très large registre ; la précision des mesures dépassait le 1/1.000^e et aucun écart n'a jusqu'ici été constaté, pour des domaines de variation du flux lumineux allant de 1 à 30.

Le Laboratoire compte appliquer cet instrument nouveau à la solution simple de nombreux problèmes de photométrie homochrome ou hétérochrome. La figure 9 représente schématiquement la construction de ces nouvelles cellules photoémissives ; l'idée directrice consiste, comme on le voit, à réaliser une cathode et une anode plans parallèles ; la cathode

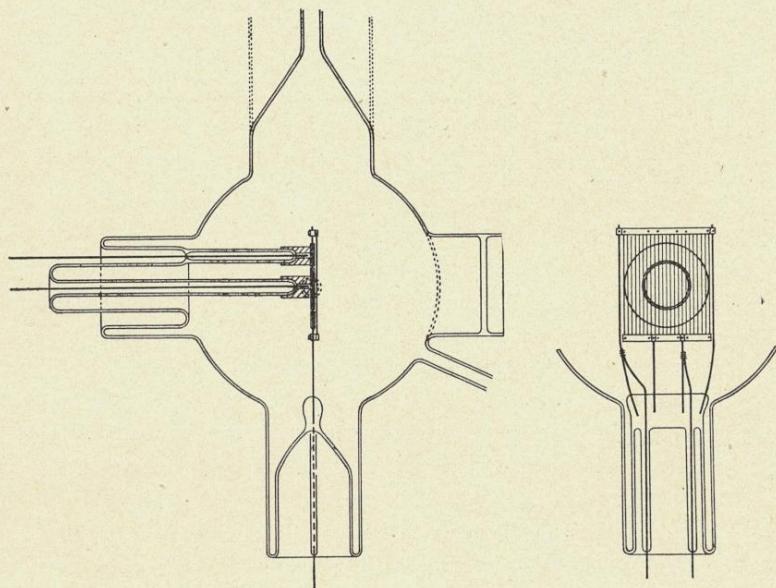


FIG. 9. — Schéma de construction de cellules photoélectriques.

est entourée d'un anneau de garde qui forme avec l'anode une sorte d'écran électrique et qui soustrait complètement le courant émis à l'influence des facteurs externes. Le montage spécialement étudié des électrodes permet, en même temps, d'améliorer beaucoup l'isolation, aucune des cellules réalisées et étudiées n'ayant donné de courants d'obscurité mesurables, alors que la sensibilité du montage de mesure dépassait 10^{-12} ampères.

Optique.

Poursuivant son effort, la Section de Physique a commencé en 1937 le réaménagement de son Laboratoire de mesures optiques (spectrographie, réfractométrie, photométrie, polarimétrie).

Cette année, un spectrographe Féry grand modèle utilisé surtout dans l'ultra-violet a été réglé à nouveau et donne maintenant d'excellents résultats. Le Laboratoire a acquis également un spectrographe à 2 prismes de verre du type construit par M. COJAN, à champ plan de 3.900 à 10.000 Å ; un certain nombre de sources lumineuses monochromatiques : arc au mercure à grand éclat ; lampe à vapeur de sodium, lampe à vapeur de cadmium, lampe à mercure à haute pression. La construction d'autres sources, en particulier d'un tube à décharge dans l'hydrogène, est également envisagée. Cette réfection du service se continuera en 1938 par l'acquisition et la remise en état d'appareils destinés à la goniométrie, à la polarimétrie et à la réfractométrie.

**Diffraction
électronique.**

Les rapports de la Section de Physique avec la Section de Métallurgie tendent à devenir de plus en plus nombreux et de plus en plus étroits. C'est ainsi qu'un projet d'installation d'un laboratoire de diffraction électronique, projet intéressant non seulement ces deux Sections mais encore la Section des Machines qui a la charge des études mécaniques sur les lubrifiants, a reçu, en 1937, un commencement d'exécution.

Un générateur de haute tension continue (100 KV, 10 mA) a été étudié et mis en fabrication. Dans ce générateur qui représente un type nouveau en France, les éléments redresseurs sont constitués par des cellules à oxyde de cuivre.

Les caractéristiques de ces cellules redresseuses se sont montrées, au cours d'un examen approfondi, très favorables à la construction d'un générateur à haute tension à courant très soigneusement filtré (on sait que ce dernier point est particulièrement important dans la construction des générateurs pour diffraction électronique). La terminaison du générateur dont la construction a été confiée à la Société des Transformateurs Walter est prévue pour le mois de mai 1938.

Une chambre de diffraction électronique a été mise à l'étude et sera entièrement exécutée par l'atelier et le personnel du Laboratoire.

Deux groupes de pompage nouveaux permettant d'atteindre les vides les plus élevés ont été installés au cours de l'année

1937. Dans le même domaine, le personnel du Laboratoire a exécuté de nombreuses pièces de verrerie soufflée.

Mesures de longueurs et mesures de masses. L'outillage de ce service a de nouveau progressé au cours de l'année 1937 ; un comparateur à dilatation construit par les soins de la Société Genevoise d'Instruments de physique a été installé. Cet instrument complète utilement l'outillage du service des mesures de longueurs du Laboratoire, auquel ne manque plus guère qu'une pièce importante, une machine universelle pour l'étude des filetages et des calibres, machine qui, selon toutes prévisions, pourra être acquise en 1938.

La collection d'étalons du Laboratoire s'est enrichie d'une règle divisée en invar, d'une boîte de cales Johansson et d'un jeu de calibres venant du même constructeur.

Dans ce domaine, les essais les plus nombreux qui aient été effectués concernent la vérification des prototypes et des pièces industrielles. C'est ainsi que le Laboratoire a effectué de nombreuses déterminations comparatives sur des pièces destinées à des équipements d'alimentation sur moteur Diesel, sur des fraises et sur des calibres, sur des vis et des tracés de vis. La vérification de la longueur d'un jeu de 11 broches avec une précision de $\pm 2 \mu$ a nécessité plus de 2.000 mesures. Un certain nombre de coefficients de dilatation et d'équations dilatométriques ont été exécutés.

Pour son propre compte, le Laboratoire a effectué l'étude complète de la vis de sa machine à diviser les thermomètres ; deux de ses étalons en invar ont subi également un calibrage complet à la température de 20°, décimètre par décimètre et centimètre par centimètre.

L'outillage des mesures de masses s'est accru de 4 balances de précision ou de demi-précision :

- une balance apériodique avec amortisseur et échelle projetée de portée 1.000 grammes et de précision 1/10 de milligramme. Cette balance est surtout utilisée pour l'étude de la verrerie jaugée ;
- une balance du même type mais de 200 grammes de portée ;

- une microbalance de portée 20 grammes et de sensibilité 1/100 de milligramme ;
- enfin, une microbalance très sensible dans laquelle les plus petites charges décelables atteignent le 1/1.000 de milligramme, sans que l'on puisse prétendre que la fidélité soit du même ordre.

Le rapport précédent mentionnait la mise en construction d'une série d'étalons de masse en acier inoxydable. Ce travail n'a progressé que très lentement au cours de l'année, le dégrossissage de ces masses ayant demandé des délais très longs. Il n'est guère possible d'espérer leur terminaison avant la fin de l'année 1938.

Les essais et les études principaux exécutés par le Laboratoire dans ce domaine concernent naturellement l'étalonnage de boîtes de poids, en général destinées à des opérations d'analyse chimique. Il est à noter qu'ici comme en thermométrie l'éducation de bien des hommes de laboratoire semble encore à faire : on envoie assez souvent au Laboratoire d'Essais, pour des étalonnages de très grande précision, des boîtes de poids insuffisamment soignées et dont les variations rapides de masse dépassent de beaucoup les tolérances que fixent leurs propriétaires.

Parmi les études spéciales qui ont été exécutées on signalera l'étude des propriétés de la balance Collot commandée à distance et reconstruite en 1936 (étude de la fidélité et de la sensibilité, mesure de la période à vide et au maximum de charge, mesure de la sensibilité dans différentes conditions, détermination de l'amortissement, etc...).

Acoustique.

Le précédent rapport avait indiqué que les sous-sols du Laboratoire d'Essais le long de la rue du Vert-Bois avaient commencé à être aménagés en laboratoires d'acoustique.

La construction d'une salle reverberante de 150 m³ a permis à deux chercheurs : MM. BEAUVILAIN, docteur ès sciences, et FLEURENT, architecte D. P. L. G., d'effectuer un certain nombre d'études sur la détermination des temps de réverbération.

La variabilité des résultats obtenus à l'aide d'appareils à lectures directes les a amenés à remplacer le galvanomètre

PLANCHE I.

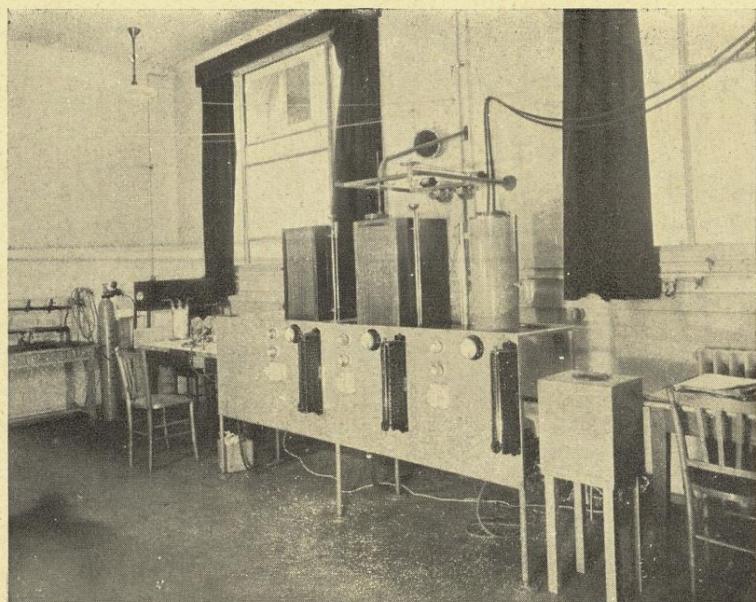


FIG. 4.

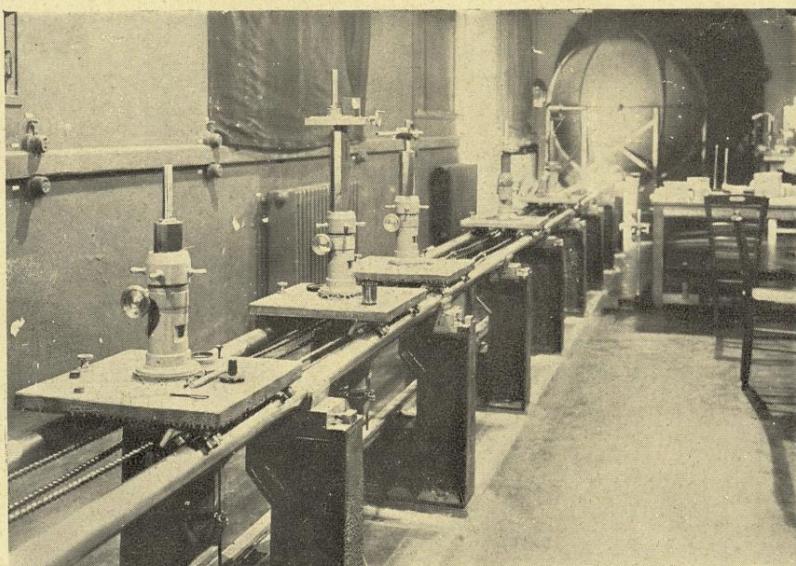
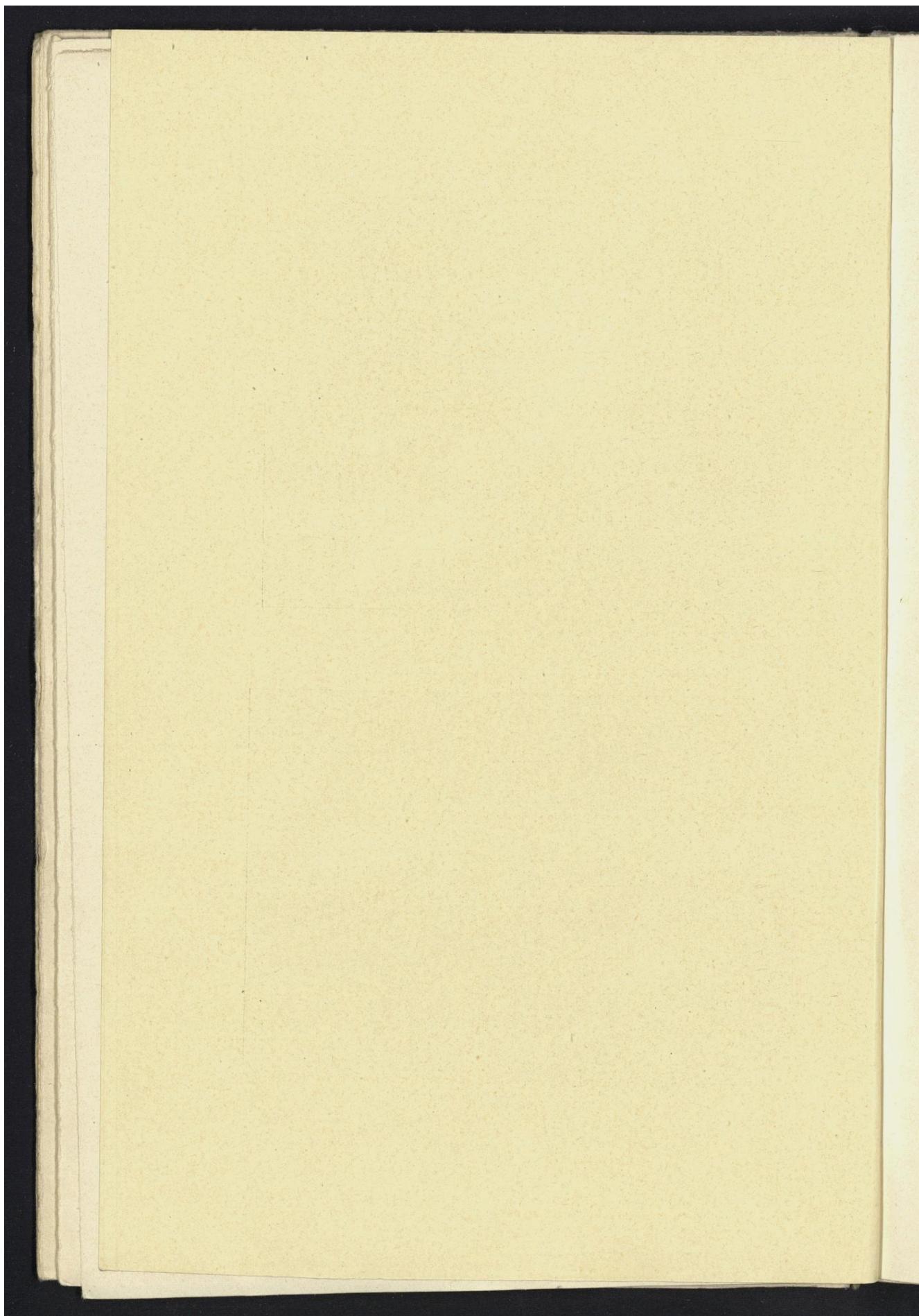


FIG. 7.

ÉD.
CNAM



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

balistique ordinaire par un fluxmètre Grassot. Pour l'interprétation des déviations du fluxmètre, il a été mis au point des dispositifs permettant d'établir directement l'ensemble de l'appareillage. Ces dispositifs sont utilisés pour la détermination du coefficient d'absorption des matériaux à la réflexion du son, par la méthode des salles reverberantes, dite de Sabine.

Un appareil à lectures directes de mesure des temps de réverbération comprend essentiellement : un microphone à caractéristiques aussi sphériques que possible, un amplifica-

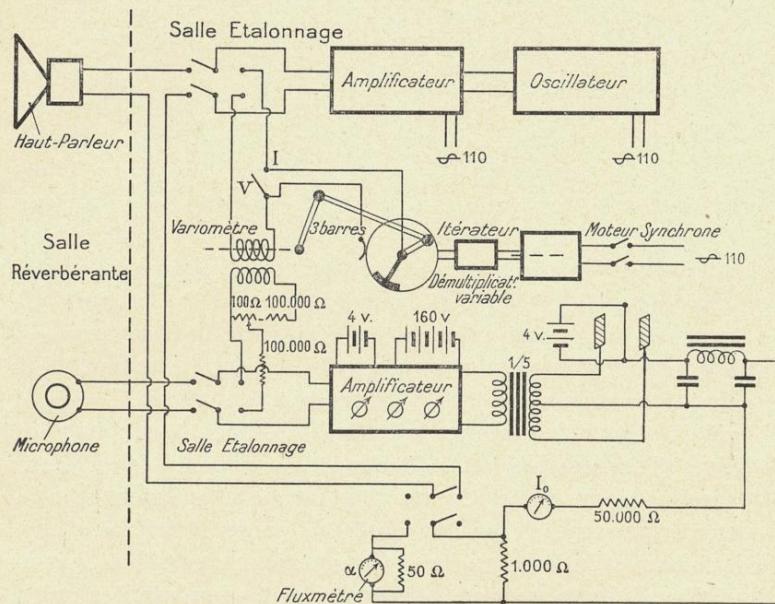


FIG. 10. — Dispositif de mesure des temps de réverbération.

teur, un système redresseur, un galvanomètre monté dans le circuit du courant redressé.

Le système redresseur est généralement soit à caractéristiques linéaires, soit à caractéristiques quadratiques.

Le nouveau dispositif envisagé comprend un système redresseur à caractéristiques linéaires et un microphone sensible à la pression acoustique (fig. 10).

Supposons que le microphone se trouve dans une salle où le champ sonore est maintenu constant ; il passera dans le circuit du galvanomètre un courant continu constant d'intensité I_0 ; le régime est alors permanent.

Si par un procédé quelconque nous faisons varier ce champ sonore, de telle façon que la pression acoustique correspondante décroisse jusqu'à 0, suivant une loi exponentielle, nous définirons le temps de réverbération fictif T , comme le temps qui s'écoule entre l'arrêt de l'entretien de ce champ constant et l'instant où l'intensité acoustique a été réduite au millième de sa valeur primitive, soit une décroissance de 60 décibels ; ou ce qui revient au même, lorsque la pression acoustique a été réduite au millième de sa valeur primitive.

Au cours de cette décroissance, il passera dans le galvanomètre une certaine quantité d'électricité Q proportionnelle à $I_0 T$. Avec un galvanomètre balistique ordinaire, l'élongation a est proportionnelle à Q , si la période propre de l'équipage mobile est suffisamment grande devant la durée pratique de la décroissance ; dans le contraire, il n'en est plus ainsi ; toutefois, si la forme de la décroissance *reste exponentielle*, la quantité d'électricité Q pour I_0 constant (en régime dit « permanent ») reste une fonction définie de la déviation a et du temps T . Par suite, si on règle les appareils de manière à ce que I_0 reste constant, il existe une relation définie $T = f(a)$.

Mais si la décroissance n'est pas exponentielle, pour les temps T importants, cette fonction $f(a)$ dépend de la forme de cette décroissance. Or, en pratique, la décroissance de la densité moyenne d'énergie acoustique, ou de l'intensité acoustique correspondante qui lui est proportionnelle présente vis-à-vis d'une loi exponentielle, des irrégularités importantes qu'on atténue sensiblement, par exemple, en modulant en fréquence la source sonore (sons hululés). Cependant, ces variations n'en subsistent pas moins, et l'utilisation du galvanomètre balistique conduit à des erreurs importantes et variables, provenant de l'influence de la forme du courant redressé sur la forme de la fonction $f(a)$.

L'emploi du fluxmètre ne présente pas ces inconvénients. Son élongation a est alors proportionnelle à la quantité d'électricité reçue Q , quelles que soient la forme et la durée du courant redressé, à la seule condition que les variations ins-

tantanées de ce courant ne soient pas trop rapides, ce qui est le cas ici.

Dans le montage utilisé au Laboratoire d'Essais, l'amplificateur est à gain réglable, et le système redresseur utilisant les deux alternances du courant comporte un filtre passe-bas. Dans le circuit du galvanomètre se trouvent en série : une résistance, un milliampèremètre indicateur du niveau électrique I_0 et un fluxmètre convenablement shunté. Un commutateur permet simultanément d'arrêter la source sonore dans la salle reverberante et de mettre en circuit le fluxmètre.

L'elongation a obtenue au cours de la décroissance du son permet de déterminer le temps de reverberation T , lorsque l'appareil a été étalonné. Cet étalonnage consiste, le microphone étant enlevé, à appliquer à l'entrée de l'amplificateur des tensions connues à fréquence acoustique connue. L'avantage de ce procédé est de pouvoir étudier le dispositif dans son ensemble, exception faite du microphone.

Deux genres d'étalonnage ont été exécutés suivant la manière dont ces tensions ont été appliquées.

1° *Méthode du « variomètre ».* — On a fait décroître la tension d'entrée suivant une loi exponentielle reproduisant la décroissance de principe du son dans une salle reverberante. Le réglage de l'amplificateur ayant été préalablement établi de façon à ce que, en régime permanent, le milliampèremètre indicateur de niveau électrique marque I_0 .

A cet effet, on a utilisé un variomètre. Le rotor, entraîné à l'aide d'un moteur synchrone convenablement démultiplié, est lié à ce dernier par l'intermédiaire d'un système à trois barres convenablement étudié.

Ce système, établi après quelques tâtonnements, a permis d'avoir un rapport de transformation variant dans le temps suivant une loi exponentielle, et d'obtenir ainsi des temps de reverberation fictifs connus.

En faisant varier la démultiplication du moteur, on faisait varier le temps de reverberation considéré.

2° *Méthode « itérative ».* — La tension d'entrée est maintenue constante. Elle est appliquée pendant un temps T' , les appareils étant réglés de façon à ce que le courant continu I_0 , dans le circuit du fluxmètre, reste le même que précédemment.

Le temps de reverberation fictif T , correspondant à la déviation α ainsi obtenue, est alors égal à $6,9 T$.

Les résultats obtenus avec ces deux méthodes, à des fréquences variant de 250 à 4.000 hertz, ont coïncidé à 5 % près, et ont été trouvés indépendants de la fréquence.

L'elongation α s'est trouvée rigoureusement proportionnelle aux temps de reverberation T et aux « niveaux électriques » I_0 .

Le fluxmètre permet également de comparer des niveaux acoustiques moyens, ceux-ci étant par exemple proportionnels aux vitesses moyennes de déplacement de l'aiguille. Dans ce cas, naturellement, le gain de l'amplificateur étant réglé au début de l'expérience, n'est pas modifié dans la suite.

Cependant, en raison de l'instabilité des appareils, ces niveaux présentent des variations sensibles à allure à peu près périodiques dans le temps. Dès lors, pour déterminer les vitesses moyennes de l'aiguille, il est nécessaire d'opérer pendant un temps suffisamment long par rapport à la période de ces variations.

Les résultats ont été nettement plus constants que ceux obtenus avec le galvanomètre balistique ordinaire.

Les coefficients d'absorption de quelques matériaux ont été déterminés par la méthode de reverberation et par celle des niveaux. Dans les deux cas, les nombres obtenus concordent entre eux, et avec les valeurs généralement adoptées.

Ces premiers travaux à peu près terminés à la fin de l'année 1937 feront l'objet d'une note que le Laboratoire espère voir acceptée par l'Académie des Sciences au début de l'année 1938.

Parmi les perfectionnements apportés à l'outillage au cours de l'année 1937, il convient de signaler l'achat d'un wattmètre de sortie, d'un amplificateur, d'un voltmètre à lampe triode, d'un microphone électrostatique muni de son amplificateur, d'un oscillographe à palette vibrante du type Dubois.

Enfin, la construction d'une chambre sourde qui permettra l'étalonnage des microphones et des sources sonores, a commencé à la fin de l'année 1937.

Le Service d'acoustique a reçu au cours de l'année une trentaine de demandes d'essais diverses concernant surtout les propriétés acoustiques des matériaux de construction.

Mesures calorifiques.

A. — Essais de transmission de chaleur à travers les matériaux. — Les méthodes d'essais décrites dans le précédent rapport ont été adaptées pour répondre aux différents cas suivants :

1° Cas d'un seul panneau. — Dans le cas où il n'est pas possible d'obtenir deux panneaux identiques, un panneau auxiliaire *A*, peu conducteur de la chaleur, est placé en sandwich entre deux résistances plates R_1 et R_2 . Le panneau à essayer *B* est placé entre la résistance supérieure R_1 et une cuve plate *C* refroidie par un courant d'eau ou de saumure, de débit et de température sensiblement constants.

Par un réglage convenable des courants de chauffage des deux résistances R_1 et R_2 , on maintient les deux faces du panneau auxiliaire *A* à la même température t_1 (fig. 11).

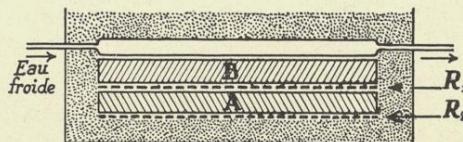


FIG. 11. — Mesure de conductibilité calorifique (cas d'un seul panneau).

Dans ces conditions, lorsque le régime thermique est établi, aucun flux de chaleur ne traverse le panneau auxiliaire *A* dont tous les points sont à la même température (du moins dans la région centrale exempte des perturbations dues aux bords).

La chaleur émise par la résistance supérieure R_1 , identique à celle qui est utilisée dans le cas où l'on dispose de deux panneaux, traverse, intégralement le panneau examiné *B*.

Le coefficient de conductibilité calorifique K du panneau *B* se déduit de la formule :

$$K = \frac{Q e}{S (t_1 - t_2)}$$

Q étant la quantité de chaleur émise en 1 heure par la partie centrale de surface S de la résistance R_1 .
 e l'épaisseur du panneau *B*.
 $t_1 - t_2$ la différence de température des deux faces du panneau *B*.

2° Cas d'une conduite de vapeur ou d'eau chaude calorifugée en service. — Une bande A, non élastique, d'environ $0,60 \times 0,06$ m. et 3 mm. d'épaisseur est appliquée autour de la conduite examinée.

Cette bande dont le coefficient de conductibilité calorifique est connu supporte environ 200 couples thermoélectriques

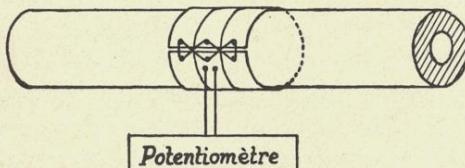


FIG. 12. — Mesure de transmission de la chaleur sur une conduite en service.

associés en série, les soudures étant alternativement disposées sur la face intérieure puis sur la face extérieure ; elle est protégée par deux bandes identiques, mais non pourvues de couples thermoélectriques ; ces deux bandes protectrices constituent un anneau de garde de transmission de chaleur.

La bande A est traversée par le même flux thermique que la portion de la conduite qu'elle recouvre. Ce flux crée une différence de température entre les deux faces de la bande A et, par suite, une force électromotrice aux bornes des couples.

Si q représente la quantité de chaleur transmise en 1 heure à travers la bande d'épaisseur a , de surface S_1 , et de coefficient de conductibilité λ , et si $\theta_1 - \theta_2$ représente la différence de température entre les deux faces de la bande, nous aurons la relation :

$$q = \frac{\lambda S (\theta_1 - \theta_2)}{a}$$

Or, la force électromotrice mesurée aux bornes de la bande A, soit au moyen d'un potentiomètre, soit simplement avec un millivoltmètre, enregistreur ou non, est sensiblement proportionnelle à la différence de température $\theta_1 - \theta_2$.

$$E = a (\theta_1 - \theta_2)$$

d'où :

$$q = \frac{\lambda S E}{a}$$

A travers une surface de 1 m² la quantité de chaleur transmise serait :

$$Q = \frac{\lambda E}{a e}$$

où $Q = K E$, K étant une constante égale à $\frac{\lambda}{a e}$ déterminé par un étalonnage préalable.

De Q , on peut déduire la quantité de chaleur Q' perdue à travers l'enveloppe calorifuge par mètre de longueur de conduite, c'est-à-dire à travers une surface égale à $1 \times \pi d_1$ m² :

$$Q' = Q \pi d_1$$

(d_1 étant le diamètre extérieur de l'enveloppe) ou encore :

$$Q' = K \pi d_1 E$$

Enfin, de Q' ou de Q on peut déduire le coefficient de conductibilité calorifique K du calorifuge examiné par les formules logarithmiques :

$$(1) \quad K = \frac{Q' \log n \frac{d_1}{d_2}}{2 \pi (t_1 - t_2)}$$

$\log n \frac{d_1}{d_2}$ étant le logarithme népérien du rapport des diamètres extérieur et intérieur de l'enveloppe calorifuge, t_1 et t_2 étant les températures des surfaces interne et externe du calorifuge (t_2 étant mesuré sous l'une des bandes protectrices $t_2 = \theta_1$) :

$$(2) \quad K = \frac{Q d_1 \log n \frac{d_1}{d_2}}{2 (t_1 - t_2)}$$

REMARQUE. — Le flux thermique écoulé à travers la partie du calorifuge recouverte par les bandes diffère légèrement de celui qui s'écoule à travers le reste de l'enveloppe ; les bandes, en effet, opposent une résistance supplémentaire à l'écoulement de la chaleur. Mais cette perturbation ne présente aucun inconvénient, la variation du flux entraînant une variation corrélative de la différence de température des surfaces interne et externe de l'enveloppe calorifugée. Il est bien évident que toute variation des conditions extérieures du calorifuge est

sans influence sur le coefficient de conductibilité calorifique interne qui ne dépend que de la nature même de ce calorifuge.

Améliorations réalisées. — La précision des mesures de température de surface des panneaux a été notablement accrue par l'emploi de plusieurs couples thermoélectriques associés en série.

En vue d'assurer une circulation d'eau à température et à débit constants dans les cuves de refroidissement des panneaux, un mélangeur thermostatique d'eau chaude ou d'eau froide, et un réservoir d'eau chaude à niveau constant sont en cours d'installation.

Nombre d'essais. — Il y a lieu de signaler l'important accroissement du nombre d'essais de transmission de chaleur à travers une paroi de 2×2 m. :

30 essais en 1937,
3 essais seulement en 1936.

C'est qu'en effet cet essai donne des renseignements beaucoup plus complets et plus certains que l'essai de conductibilité calorifique interne ; il permet de déterminer, sur une surface plus grande, en plus du coefficient de conductibilité calorifique interne, le coefficient global de transmission de la chaleur à travers une paroi (ou coefficient de déperdition calorifique de la paroi).

Ce dernier coefficient est fonction non seulement du coefficient de conductibilité calorifique interne, mais aussi des coefficients de surface et de convection. Il peut être utilisé directement dans les calculs d'installation de chauffage.

En vue de permettre de satisfaire dans un court délai aux demandes d'essais de transmission de chaleur à travers une paroi de 2×2 m., la construction d'un troisième appareil dans une salle isotherme est envisagée.

B. — Essais de cloisons d'incendie. — Le Laboratoire a été habilité par le Ministre de la Marine Marchande pour procéder aux essais de résistance au feu de matériaux destinés au cloisonnement et à l'aménagement intérieur des navires à passagers (Arrêté du 29 novembre 1934, *Journal Officiel* du 29 novembre 1934, p. 11733 à 11736).

Les essais ont pour but de vérifier que les éléments de cloisons présentés satisfont aux conditions de l'une des trois classes définies par l'arrêté précité. Ils sont effectués sur des panneaux de $1,5 \times 0,9$ m. construits avec les mêmes dispositions que les cloisons elles-mêmes. Un four électrique présentant sur une face verticale une ouverture rectangulaire de $1,5 \times 0,9$ m. destinée à recevoir l'échantillon présenté, a été spécialement construit au Laboratoire.

L'équipement de ce four a été étudié de façon à obtenir une vitesse d'échauffement très rapide, prescrite par l'arrêté du Ministère de la Marine Marchande, de la température ambiante à 815° C. en vingt minutes pour les cloisons rangées dans la première classe.

Ce four électrique, dont la construction présentait de sérieuses difficultés, a sur un four à flammes des avantages incontestables : uniformité de température à l'intérieur du four grâce à la répartition des résistances, possibilité de maintenir la température de 815° C. fixée par l'arrêté à $\pm 10^\circ$ C.

Les températures des deux faces de la paroi sont relevées à l'aide de couples thermoélectriques. Plusieurs demandes d'essais ont été présentées en 1937 par des sociétés de constructions navales.

Il convient, avant de quitter l'examen de l'activité de la section de physique, de signaler un assez grand nombre d'étalonnages de manomètres (l'augmentation sur 1936 est notable). Le laboratoire a eu également à plusieurs reprises la tâche de procéder à l'étalonnage de barographes utilisés dans les tentatives de record d'altitude.

Un grand nombre d'essais spéciaux ont été effectués par les soins de la section de physique ; il serait trop long de les énumérer ; nous signalons au passage la vérification de la protection d'une installation radiologique, d'assez nombreuses mesures de tension de vapeur et de température de cristallisation des mélanges eutectiques, etc. (voir l'annexe 6).

Vérifications légales.

Le Service de Vérifications légales continue à avoir une activité très grande. Au cours de l'année 1937 le nombre de thermomètres, alcoomètres et densimètres contrôlés a été res-

pectivement de 1.130.297 et 23.215 contre 1.037.590 et 23.776 en 1936. Ces chiffres font ressortir une augmentation nette, surtout dans le nombre des thermomètres médicaux contrôlés. Effectivement, cette augmentation correspond à un accroissement de la prospérité de cette industrie, elle n'en présente même qu'un reflet atténué. La progression de la fabrication de l'industrie française du thermomètre médical ressort mieux de l'examen du nombre des thermomètres déposés aux fins de contrôle qui de 1.144.008 en 1936 est passé à 1.380.039 en 1937. Devant cette augmentation rapide le service de vérification des thermomètres médicaux, ainsi que le prévoyait le précédent rapporteur, s'est trouvé peu à peu en retard bien que le rendement ait été élevé de plus de 10 % au cours de l'année. Vers le milieu de 1937, il était devenu évident que l'abandon des méthodes purement manuelles de manutention et de gravure des thermomètres médicaux allait devenir urgent.

Réforme du Service de Thermométrie médicale. — Cette situation avait été prévue dès 1936 par le Directeur du Laboratoire qui avait à cette époque commencé d'étudier une réforme des modes opératoires utilisés par le Service. Les études en question ont été poursuivies pendant la première partie de l'année 1937 et ont abouti à une première série d'essais expérimentaux dont les résultats ont été assez encourageants pour que le Laboratoire fasse les frais d'un essai à échelle industrielle. Cet essai fut commencé à la fin de 1937 et continue au début de l'année 1938. Les machines nécessaires étant étudiées, pour partie commandées à l'industrie privée, pour partie exécutées par l'atelier du Laboratoire, la première batterie a commencé à fonctionner à l'époque où ce rapport est rédigé. Le succès de ces essais est aujourd'hui acquis et les nouvelles méthodes mécaniques vont entrer en application définitive. Le rapport sur le fonctionnement du Laboratoire pour 1938 rendra compte en détail des résultats obtenus. Nous nous contenterons d'indiquer ici que le rendement journalier était, en 1936, d'environ 4.500 thermomètres vérifiés par jour ; il arrivait en 1937 quand les opérations étaient encore manuelles, aux environs de 5.000 ; le programme de réforme prévoit que le rendement du service atteindra 8.000 thermo-

mètres par jour à partir de juin 1938 et 10.000 à partir du mois d'octobre.

Nous ne décrirons pas ici le principe ni les détails des opérations effectuées actuellement pour l'apposition sur les thermomètres vérifiés de la marque de contrôle du Laboratoire : des considérations évidentes rendent une telle description indésirable ; il suffira d'indiquer que le résultat obtenu est, comme par le passé, une gravure indélébile apposée sur la chemise des thermomètres, la seule différence étant que la nouvelle gravure est plus profonde et plus solide que la gravure exécutée à la main.

L'augmentation du rendement, la sécurité plus grande ne sont pas les seuls avantages de l'utilisation de ce procédé nouveau. La quantité de main-d'œuvre nécessaire est beaucoup diminuée, même pour des rendements doubles ou triples. Il en résulte qu'il sera possible en 1938 de doubler le rendement du service sans augmenter le nombre des employés ni même combler les vides qui se sont produits au cours de l'année 1937 ; plus de 10 postes sont actuellement vacants. On peut prévoir qu'au fur et à mesure de la généralisation de procédés nouveaux cet état de choses ne fera que s'amplifier, en sorte qu'au bout de 5 ou 6 ans l'effectif très considérable et très coûteux de ce service de vérification pourra être matériellement réduit d'un nombre important d'unités. Il n'est évidemment pas question de licenciements. Conformément à l'étude qui a été faite à ce sujet par la Commission Technique du Laboratoire d'Essais, on se contentera d'année en année de ne pas pourvoir à la totalité des vacances qui pourra se produire dans le service. Cette façon de faire est la seule qui permette de ne léser aucun des intérêts d'un personnel qui n'a nullement démerité.

Comme il vient d'être dit, la Commission Technique du Laboratoire d'Essais s'est saisie au cours de l'année de ces projets, les a étudiés en détail et les a adoptés au cours d'une séance présidée par M. Jean PERRIN. Dans la même séance, l'organisation générale du Laboratoire avait aussi été étudiée et, conformément aux conclusions du Directeur, la Commission Technique avait été unanime à penser que le nombre des physiciens et des chimistes qualifiés du Laboratoire, quels que soient les titres qu'ils portent, était insuffisant pour per-

mettre un perfectionnement scientifique rapide des divers services. Ce perfectionnement est une condition vitale pour l'avenir du Laboratoire. D'une autre part, les conditions économiques actuelles interdisent d'espérer une augmentation notable des dépenses du personnel inscrit au budget du Laboratoire. C'est pourquoi la réforme du Service de vérification légale s'avère d'une singulière opportunité puisqu'elle permettra de trouver chaque année dans le budget du Laboratoire les crédits nécessaires pour recruter des chercheurs nouveaux tout en faisant des économies.

C'est pour toutes ces raisons que la Commission Technique a estimé que le vœu suivant, qu'elle a adopté à l'unanimité, montrait une compréhension parfaite des intérêts mutuels du Laboratoire et de l'Etat : « La Commission, en approuvant l'ensemble du projet, a émis le vœu que les économies de personnel qui pourraient être réalisées du fait des réformes proposées, servent dans la limite des suppressions d'emplois des dames vérificatrices, à créer des postes nouveaux de techniciens qui apparaissent comme indispensables. »

Ce vœu présenté au Conseil d'Administration à la fin de l'année 1937 a été adopté à l'unanimité. M. PERRIN, alors Sous-Secrétaire d'Etat à la Recherche Scientifique, a bien voulu à cette occasion féliciter le Directeur du Laboratoire d'Essais d'avoir trouvé le moyen de perfectionner son Laboratoire et d'ouvrir en même temps des carrières pour des chercheurs nouveaux, sans pour cela demander à l'Etat des dépenses nouvelles.

Il faut espérer que le Parlement fera sienne cette manière de voir et que les budgets des années qui vont suivre permettront au Laboratoire de recruter le personnel technique supplémentaire dont il a le plus grand besoin.

II. — Section de Métallurgie.

En ce qui concerne l'état matériel de ce service, l'année 1937 s'est surtout signalée par la continuation d'un gros effort de rééquipement commencé en 1936. Aujourd'hui, l'équipement du domaine physico-chimique est très avancé.

**Radiologie et
Analyse cristalline.**

Dès l'année 1936, des installations nouvelles avaient été réalisées dans ce domaine, mais l'installation de macroradiologie était limitée à 120 KV, ce qui est insuffisant pour l'examen de grandes épaisseurs ; il était nécessaire d'élever la puissance de l'installation. Toute l'année 1937 s'est passée à étudier un générateur de très haute tension d'un type nouveau, le Laboratoire ayant le souci, dans l'établissement des

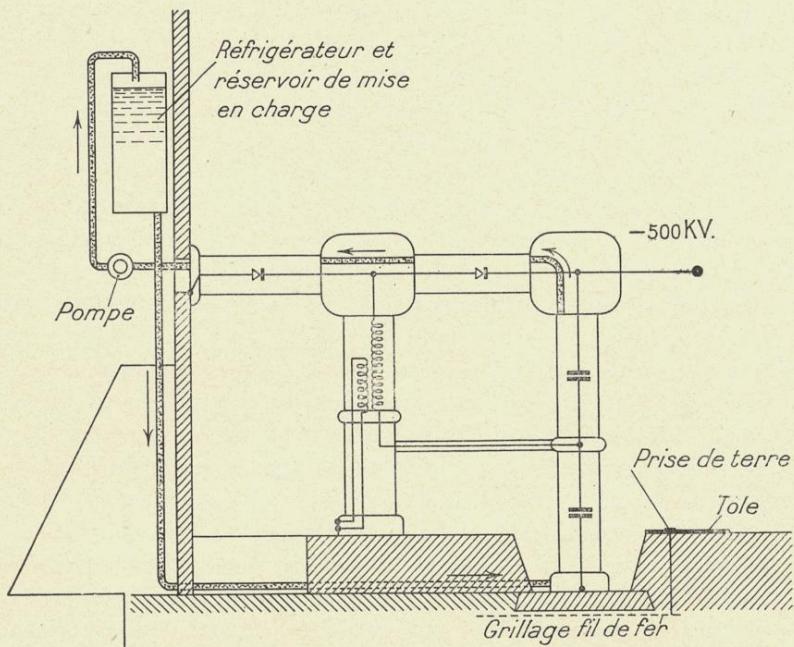


FIG. 13. — Schéma du générateur.

appareils de ses services, de faire avancer la technique chaque fois que cela est possible.

Le nouveau générateur sera capable de donner une tension d'au moins 500.000 volts sous une intensité au moins égale à 10 milliampères.

La figure 13 montre quel est le schéma adopté. Comme pour le générateur destiné aux études de diffraction électronique dont il a été fait mention plus haut (Section de la Physique, p. 28), ce générateur sera un montage doubleur de tension

dans lequel les deux kénotrons utilisés habituellement pour le redressement seront remplacés par des cellules redresseuses cuivre-oxyde de cuivre. Les avantages d'une telle solution sont considérables. Dans l'état actuel de la technique, il est impossible d'appliquer à un unique étage de kénotrons scellés des tensions inverses de l'ordre de 1/2 million de volts ; il est nécessaire ou bien d'utiliser des montages en cascades du type qu'a récemment décrit BOUWERS, ou bien d'utiliser des kénotrons de dimensions énormes munis d'une station de pompage en fonctionnement permanent.

La première solution conduit à des générateurs dont la résistance interne est toujours forte ; la seconde, qui reste quelque peu un tour de force, rend le fonctionnement du générateur mal commode. Dans les deux cas, des problèmes délicats doivent être résolus ; au nombre de ceux-ci il faut compter l'alimentation du filament de chaque kénotron. Enfin, la vie d'une soupape redresseuse n'est pas illimitée, et un court-circuit ou une rupture de filament entraîne, quand on fonctionne sur une telle tension, des destructions graves et dispendieuses.

La majeure partie de ces inconvénients disparaît quand on s'adresse au redresseur cuivre-oxyde de cuivre. A vrai dire, le Laboratoire d'Essais n'est pas le premier à avoir songé à une telle application : il y a plus de deux ans qu'un hôpital anglais possède une installation de radiologie capable de 400.000 volts montée avec ces mêmes appareils. Mais, en France, le petit générateur de 100 KV que nous avons décrit précédemment et qui a servi de maquette au grand appareil dont nous nous préoccupons ici a été, pensons-nous, le premier de son espèce.

La figure 13 donne une idée de ce que sera le générateur après son installation.

La colonne *T* contient le transformateur du modèle à noyau ouvert, la colonne *C* contient les deux condensateurs de filtrage, enfin la potence *RR'* contient les cellules redresseuses, au nombre de 770 (chacune de ces cellules contient elle-même plusieurs dizaines d'éléments redresseurs). Tout cet assemblage est plongé dans l'huile qui, en circulation continue, se refroidit dans un radiateur extérieur. Enfin un palan permet, en cas de besoin, de retourner l'ensemble redresseur *RR'* de

façon à changer en quelques minutes la polarité du générateur. La tension redressée sera maintenue constante à mieux que 5 % près ce qui, pour des tensions aussi élevées, constitue un record.

Les études relatives à cet instrument ont été conduites par le Directeur du Laboratoire d'Essais en collaboration avec la Société Westinghouse et la Société des Transformateurs Walter. La réalisation définitive prendra la plus grande partie de l'année 1938. C'est au début de l'hiver 1938-1939 que le générateur nouveau pourra être installé dans une salle spécialement transformée à son intention.

Les installations déjà existantes d'analyse cristalline par les rayons X ont été modifiées et améliorées. En particulier, un générateur à tension constante nouveau a été construit, en grande partie par les soins du Laboratoire. Les dispositifs de protection ont été renforcés et complétés ; un tube à rayons X démontable a été mis en service. Tout l'ensemble a été disposé dans une salle spéciale.

La figure 14 donne une vue d'ensemble de l'installation.

Métallographie. Au cours de l'année 1937 l'outillage métallographique s'est augmenté d'un microscope nouveau construit par la maison Nachet et muni des dispositifs d'examen les plus modernes ; en particulier des objectifs et des oculaires polariseurs et analyseurs augmentent grandement la commodité des examens micrographiques. La mise en service de cet appareil a automatiquement nécessité la réfection de l'installation de polissage. Une nouvelle machine à polir a été installée et fonctionne d'une façon très satisfaisante.

Analyse thermique L'outillage de cette section est maintenant très complet ; un appareil d'analyse thermomagnétométrique a été installé et sert à la détermination du point de Curie des divers alliages étudiés au Laboratoire ; certaines recherches à froid et l'étude d'aciers inoxydables et des soudures faites sur ces métaux ont également été conduites à l'aide de cet appareil. Une batterie complète de fours à cycles thermiques imposés a également été mise en service.

**Traitements
mécaniques et
traitements
thermiques.**

Une installation puissante en cours d'exécution à la fin de 1936 a été terminée en 1937. Cette installation comprend :

- un four de traitement thermique jusqu'à 1.000° de grande capacité, et dont le chauffage électrique est muni d'un régulateur de température permettant d'obtenir une température constante à 1 degré près dans un volume qui atteint 70 décimètres cubes ;
- deux laminoirs, un banc à tréfiler muni de filières en carbure de tungstène permettant l'étirage et le laminage à chaud ou à froid de lingots de 50 mm. de côté et fournissant des tôles jusqu'à 1/2 mm. d'épaisseur et des fils jusqu'au 1/10 de mm. de diamètre.

La nécessité de rendre cette installation à même de répondre à peu près à tous les besoins a nécessité une assez longue mise au point.

Dans le domaine mécanique, le développement des essais de traction à chaud a nécessité la révision du matériel utilisé à cet effet ; des têtes de traction spéciales ont été exécutées et une machine de traction à chaud complète, munie de dispositifs pour l'étude du fluage, a été commencée par l'atelier du Laboratoire. Cette machine sera vraisemblablement achevée à la fin de l'année 1938.

Le Laboratoire a continué à mener pendant l'année 1937 des études relatives à la construction d'une machine à traction capable d'exécuter des essais de fatigue à rythme très variable tout en mesurant avec précision et indépendamment les efforts et les allongements.

Activité de la Section L'effort de deux années, accompli par le **Essais et Recherches.** Laboratoire pour sa section de Métallurgie, a été récompensé : en 1936, la Section de Métallurgie recevait 612 demandes d'essais, qui comprenaient pour la plupart des petits essais mécaniques courants ; en 1937, elle a reçu 650 demandes dont la plupart beaucoup plus importantes ; en 1936, les recettes de la Section s'étaient élevées à 86.000 francs ; en 1937, elles ont atteint 110.000 francs, soit une augmentation de 24.000 francs. Cette

PLANCHE II.

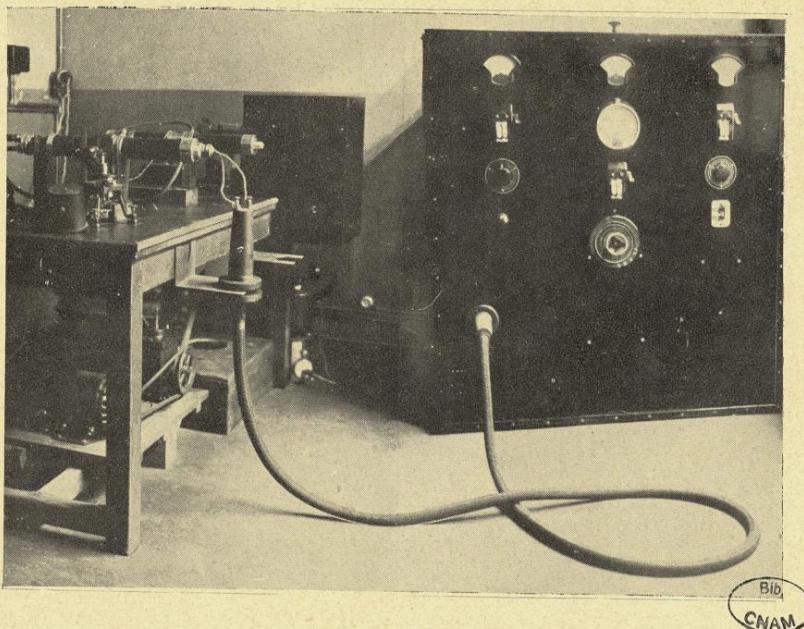
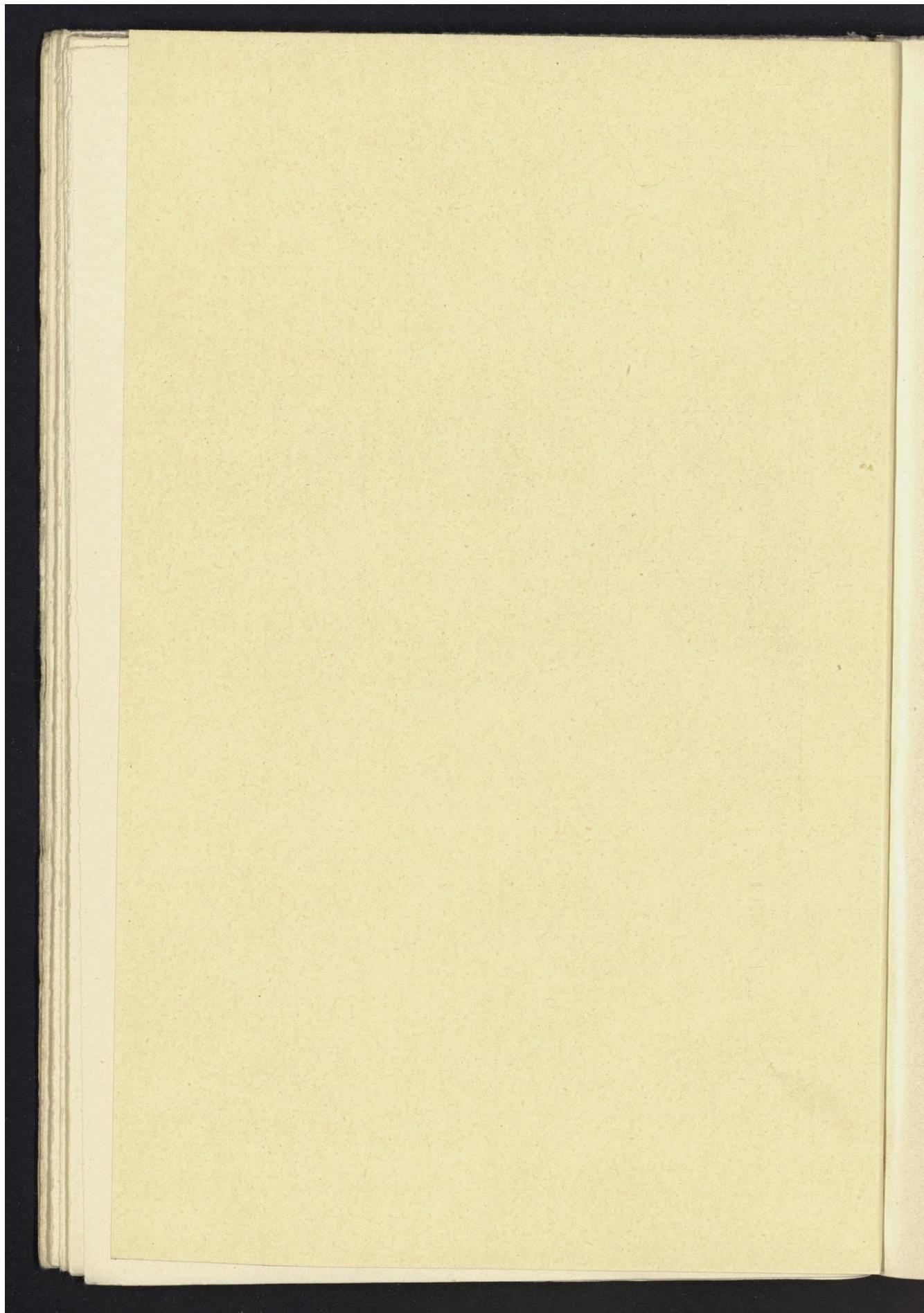


FIG. 14.

Bib
Cnam



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

augmentation mérite d'être signalée d'autant plus qu'avant le rééquipement de la Section les recettes de cette dernière étaient en constante diminution.

C'est là la meilleure démonstration que cette section correspond à un besoin particulièrement important dans le monde industriel. On trouvera dans l'annexe n° 7 la liste des essais effectués classés par catégorie.

**Recherches
sur les alliages
Cu-Ni-Mn**

Parmi les recherches poursuivies au Laboratoire, il convient d'abord de rendre compte rapidement d'études de grande envergure commencées sur les propriétés des alliages ternaires cuivre-nickel-manganèse. Le but principal de ce travail est de permettre la fabrication en France d'alliages spéciaux, tels que la manganine allemande, spécialement utilisés pour la construction de résistances électriques à coefficient de température nul. L'importance d'une telle fabrication dans tout le domaine des mesures électriques est énorme et sous ce rapport l'industrie française est constamment restée tributaire de l'Allemagne. En dehors de ces applications pratiques envisagées, on a pensé jeter quelque jour sur le diagramme ternaire Cu-Ni-Mn encore imparfaitement connu, et apporter une contribution à l'étude théorique de la conductibilité dans les alliages. Tout l'outillage nouveau de la Section concourt à cette étude : les alliages sont préparés en masses de 5 kgr. dans le four à induction, soit dans le vide, soit dans l'air ; les propriétés mécaniques sont étudiées à la micromachine ; l'état cristallin fait l'objet de micrographies et de diagrammes de diffraction réalisés avec l'aide de l'installation radiologique ; les propriétés électriques (résistivité et sa variation avec la température) sont étudiées par le service de thermométrie. Les alliages sont forgés, recuits et tréfilés au service d'essais mécaniques : en un mot, toutes les opérations métallurgiques sont réalisées au Laboratoire. Il faut en excepter la purification des métaux utilisés ; encore prévoyons-nous, puisque l'industrie ne livre actuellement qu'un manganèse imparfaitement pur, que la préparation et la purification de ce métal seront assurées par les soins du Laboratoire à la fin de l'année 1938. Il est trop tôt pour donner des résultats qui n'auraient qu'un caractère fragmentaire, une telle étude est de très longue

haleine ; on ne peut guère en prévoir la terminaison avant 4 ou 5 ans. Il est intéressant de signaler cependant qu'elle a déjà conduit après un an d'effort à la fabrication régulière d'un alliage capable de concurrencer les produits allemands.

Autres recherches. D'autres recherches ont porté sur l'analyse thermique. Une balance qui enregistre d'une façon continue simultanément la marche de la température d'un four, l'élévation de température de la substance chauffée et le poids de cette dernière en fonction du temps a été construite. Cette balance a été munie d'un dispositif d'ascension linéaire de la température en fonction du temps qui fera l'objet au début de 1938 d'une publication (1).

Dans le domaine mécanique, la construction d'un nouveau type de dynamomètre destiné au tarage des machines d'essais de grande puissance est actuellement à l'étude. Nous espérons que cet appareil sera réalisé au cours de l'année 1938 et pourra être décrit dans le prochain rapport.

En terminant, il faut déplorer la faiblesse numérique du personnel de la Section. Si le personnel ouvrier paraît suffisant au service, il est très loin d'en être de même du personnel technique qui se réduit à deux personnes puisque le Chef de service, extrêmement chargé par la besogne administrative, se trouve à peu près dans l'impossibilité de collaborer à l'exécution des travaux de sa section.

Les progrès ultérieurs de la Section de Métallurgie du Laboratoire d'Essais sont liés à l'augmentation du nombre de son personnel dirigeant. L'activité de M. DUBOIS, assistant à la Section de Métallurgie, qui a réalisé la plupart des améliorations apportées à l'outillage pendant ces deux dernières années, mérite d'être tout particulièrement signalée.

III. — Section des Matériaux de Construction.

Pendant l'année 1937, le Service des Essais de Matériaux de Construction a accru son outillage par les acquisitions suivantes :

(1) Sur un dispositif d'ascension linéaire de la température d'un four en fonction du temps. — P. Dubois, *Bulletin de la Société chimique de France*, mars 1938.

- un appareil pour enregistrement automatique du durcissement des liants hydrauliques (essais de prises) ;
- un appareil « Drop-test » pour essais de la plasticité des bétons ;
- une table vibrante pour essais aux vibrations ;
- deux meules en carborundum vitrifié de 50 mm. de diamètre, de duretés différentes, pour travail des pierres ;
- d'autre part, il a été procédé à la remise en état complète d'un four à gaz avec récupération ; toutes les pièces réfractaires de ce four ont été exécutées en corindon et en carborundum ; l'appareil est actuellement surtout utilisé pour les essais de tenue au feu des matériaux céramiques et réfractaires.

Pendant l'année 1937, le Service des Essais de Matériaux de Construction a reçu 376 demandes d'essais, nombre sensiblement égal à celui de l'année 1936. Comme de coutume, les essais ont été des plus variés, portant aussi bien sur les propriétés des pierres et des liants hydrauliques que sur l'examen des produits réfractaires, des matériaux pour l'isolation acoustique et thermique, ou enfin des peintures et des enduits.

L'annexe n° 8 donne une idée de la variété et de la répartition de ces essais.

Il convient de signaler également les expériences entreprises sur la demande de l'Administration des Beaux-Arts, qui désirait se rendre compte du meilleur antiparasite à employer sur le marbre et sur les pierres, afin d'empêcher les dégradations commises par les mousses et les lichens sur les statues des parcs du Château de Versailles et de Trianon.

On sait que depuis de longues années le Laboratoire d'Essais collabore avec l'Association Française de Normalisation à la tâche difficile de l'unification des essais relatifs aux liants et aux matériaux de construction en général. Cette collaboration a continué activement au cours de l'année 1937 ; en collaboration avec d'autres laboratoires et suivant un programme établi par la Commission des Echantillons normaux de ciment de l'A. F. Nor, une série d'essais destinés à étudier l'influence de la granulation du sable normal sur la résistance des mortiers normaux de liants hydrauliques a été exécutée.

Comme de coutume, de nombreux essais spéciaux portant

notamment sur des phares de chaussée, sur des amortisseurs en caoutchouc, sur des éclisses en bois bakélisé pour rails de chemin de fer, sur des ciments dentaires, sur le vieillissement artificiel des toiles de tente et sur divers produits hydrofuges ont été exécutés. Cette sèche énumération donne une idée de l'ampleur et des difficultés d'exécution d'un service qui garde un aspect modeste mais se montre de toute première utilité.

IV. — Section des Machines.

En 1935 et 1936, tout l'effort de rééquipement au Laboratoire a porté sur les Sections de Physique et de Métallurgie. En 1937, l'équipement de ces Sections, sans être encore complet, a paru assez avancé pour que l'on songe à établir un plan de rééquipement de la Section des Machines, qui en avait le plus grand besoin.

Ce plan est lent à dresser : le problème posé pour l'outillage de cette Section est infiniment plus complexe qu'ailleurs : c'est qu'en effet, aux physiciens qui travaillent dans ce domaine de questions classiques, il n'est jamais ou presque jamais demandé d'essais en série. Tous les problèmes posés sont différents, et si la Section désirait être mise en état de les résoudre tous, on serait conduit à l'accumulation d'un énorme matériel et à des besoins de personnel que les recettes de la Section ne sauraient autoriser. Bien plus, le problème est compliqué par le fait que la dispersion, le défaut de liaison qui règnent en France en matière de laboratoires de mesures et de recherches industrielles (défaut dont se plaignait déjà le précédent rapporteur) sévissent d'une façon particulièrement intense dans le domaine de la mécanique appliquée : à Paris même ou dans les environs de Paris, on ne compte pas moins de quatre services d'essais officiels, manquant tous soit de personnel, soit de matériel, soit de l'un et l'autre. Toutes les tentatives de fusion ayant jusqu'ici échoué, il a bien fallu songer à équiper la Section des Machines du Laboratoire d'Essais ; dans l'établissement du programme de rééquipement, on s'est restreint volontairement à un certain nombre de domaines où le Laboratoire s'était fait une compétence particulière ; en premier lieu, une attention spéciale a été apportée

aux essais de lubrifiants aussi bien mécaniques que physico-chimiques ; on sait le travail qui a déjà été exécuté au Laboratoire sur cette question : un résumé de son état d'avancement est donné plus loin ; une nouvelle machine à pistes parallèles, machine perfectionnée dans laquelle compte sera tenu du travail exécuté par M. PRÉVOST au cours des deux années passées, sera mise en construction. En dehors des essais de lubrification proprement dits, l'équipement relatif aux essais de freins, de garnitures de freins, d'usure et de frottement en général devra être développé.

Un deuxième domaine à rénover est celui des essais de transmissions, de paliers, de coussinets, d'engrenages, de changements de vitesses, etc... ; le Laboratoire est actuellement à peu près seul à exécuter ces essais et son outillage est devenu insuffisant ; en particulier, nous manquons de dynamos-dynamométriques tournant à grande vitesse.

Des moteurs légers modernes (du type Diesel) moteurs à explosion, devront également compléter l'outillage afin de permettre de développer les essais de carburants et de dispositifs de carburation qui nous sont fréquemment demandés.

Enfin, les essais de canalisations, vannes, joints à haute pression de vapeur devront être développés, ce qui entraîne l'importante mais essentielle dépense de construction d'une chaudière spéciale.

Telles sont les grandes lignes suivant lesquelles s'élabore le plan de rééquipement de la Section des Machines, plan dont l'exécution commencera vraisemblablement au cours de l'année 1938.

L'année 1937 a apporté à la Section des Machines un nombre d'essais sensiblement égal à celui de l'année passée. L'Annexe 9 donne la liste de ces essais classés par catégorie. Parmi ces essais, nous signalons particulièrement :

1° *Essais de moteurs à combustion.* — Un moteur transformé en moteur semi-diesel pour l'utilisation du gazoil. Un moteur à explosion dont le cylindre était animé d'un mouvement louvoyant, avec refroidissement par circulation d'air autour du cylindre et distribution par tiroir tournant.

2° *Essais sur moteurs au banc.* — Essai d'un système de gicleur variable devant permettre le dosage automatique de

l'essence en fonction de l'ouverture du carburateur. Essai d'un produit destiné à assurer l'étanchéité des pistons dans les moteurs usagés. Essai sur un dispositif destiné à supprimer l'oxyde de carbone dans les gaz d'échappement des moteurs à explosion. Essai d'un appareil économiseur d'essence.

3° *Changements de vitesses.* — Essai comparatif de cinq transmissions de bicyclette avec changements de vitesse de différents types. Essai d'un réducteur de vitesse pour véhicule automobile électrique, lubrifié successivement avec différentes huiles, dans différentes conditions de marche. Deux autres réducteurs de vitesses.

4° *Compresseurs, ventilateurs, pompes.* — Deux essais de compresseurs demandés par la Ville de Paris, l'un sur compresseur à anneau liquide, l'autre sur un compresseur de type normal avec et sans injection d'eau. Cinq essais de ventilateurs à manivelle ou à pédales pour abris souterrains ; quatre essais de pompes hydrauliques dont l'un comportant une étude complète de la pompe.

5° *Lubrifiants (Machine Vollet).* — A la suite de l'exposition d'une machine Vollet au Salon de l'Aéronautique 1936 et de la publication, dans certaines revues, d'articles relatifs aux essais effectués sur cette machine, le nombre des essais mécaniques de lubrifiants a cru de façon importante. Quelques-uns de ces essais ont consisté en de véritables études, soit sur des lubrifiants soit sur des métaux lubrifiés, en particulier un essai important demandé par le Ministère de la Guerre (Section Technique de l'Artillerie) sur des huiles neuves, usagées et graphitées.

6° *Essais divers.* — Entre autres :

Essai sur deux séries de bagues en métal antifriction ;

Essai de deux appareils équilibreurs de pression entre les pneumatiques jumelés et avertisseurs de crevaison ;

Essai d'un appareil anti-bélier permettant aussi la mesure des surpressions dans les conduites produites par les coups de bélier ;

Essai de rendement d'un palan ;

Essai comparatif de deux freins d'automobile ;

Essai comparatif de trois magnétos d'allumage ;

Essai d'une scie destinée à couper les essieux de wagons de chemin de fer ;

Essai, en collaboration avec le Laboratoire d'Aérotechnique de Saint-Cyr, d'un aspirateur de cheminée ;

Tarage de deux moulinets dynamométriques de 100 chevaux pris séparément ou ensemble.

Etudes et Recherches.

M. PRÉVOST, physicien, a continué ses études sur le frottement au moyen de la machine Vollet. Les travaux précédemment faits et publiés dans diverses revues en 1936 lui avaient permis de séparer graphiquement les deux phases dites « graissage parfait » et « graissage imparfait ».

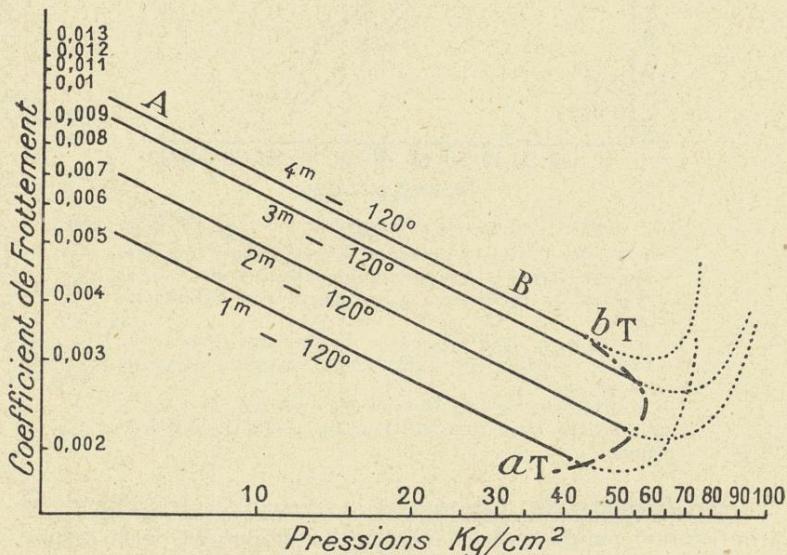


FIG. 15. — Réseau de courbes obtenues sur machine Vollet (1^{er} cas.)

Chacune des droites AB représente une expérience exécutée avec une vitesse et une température constantes et donne dans la phase du graissage parfait, la variation du coefficient de frottement en fonction de la pression.

La courbe a_T , b_T limite la phase du graissage parfait d'un ensemble d'expériences effectuées à la même température de 120° C. Les échelles de coordonnées sont logarithmiques.

Les essais mécaniques de lubrifiants ou de métaux antifric-
tion peuvent ainsi se présenter sous la forme de droites telles
que celles représentées sur les figures 15 et 16.

L'étude complète des huiles ou des métaux amène à constituer des réseaux de droites nombreuses qui deviennent peu lisibles. C'est pourquoi M. PRÉVOST a étudié leur transformation en nomogrammes très simples, dans lesquels les lois de

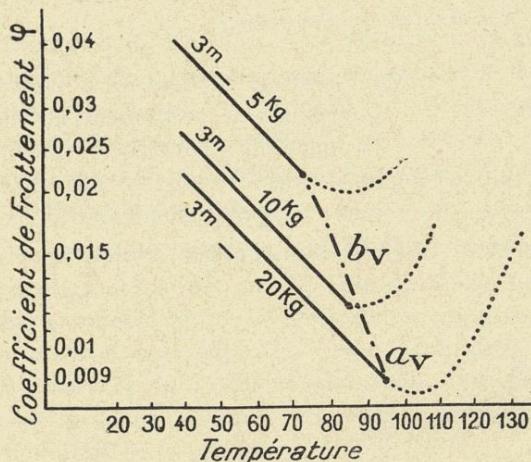


FIG. 16. — Réseau des courbes obtenues sur machine Vollet (2^e cas).

Chacune des droites représente une expérience exécutée avec une vitesse et une pression constantes et donne la variation du coefficient de frottement avec la température.

La courbe av limite la phase du graissage parfait d'un ensemble d'expériences effectuées à la même vitesse de 3 m/sec.

On a utilisé une échelle linéaire pour les températures et une échelle logarithmique pour les coefficients de frottement.

vitesse, température, pression et coefficient de frottement se confrontent par la seule inspection du module et de la disposition relative de leurs échelles sur les 4 côtés d'un rectangle. M. PRÉVOST a exposé le principe de cette transformation au II^e Congrès Mondial du Pétrole qui s'est réuni à Paris en juillet 1937, en partant de considérations analytiques très simples (1).

A toute droite telle que AB correspond un point Vn et un point Tn tels que, X étant un point quelconque de AB , on ait :

(1) La démonstration peut également être faite à l'aide de la théorie des abaques quadrangulaires ou des faisceaux harmoniques.

(1) $Vn p_x$ et $Tn \varphi_x$ perpendiculaires.

L'utilisation de ces nomogrammes dans la phase du graissage parfait est la suivante : pour obtenir la valeur du coefficient de frottement correspondant à une vitesse, pression et

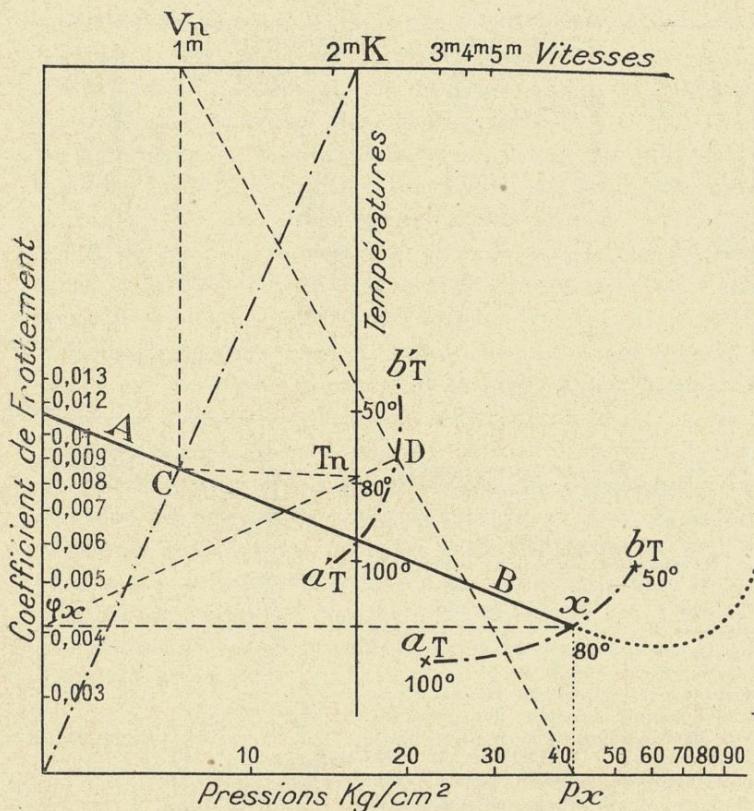


FIG. 17. — Construction des nomogrammes dans la phase du graissage parfait et des courbes transformées de « limite de graissage parfait ».

température imposée, on trace les droites joignant les points correspondants des échelles vitesse et pression et, par le point pris sur l'échelle des températures, on mène une perpendi-

(1) Si l'on se donne arbitrairement Vn , Tn est déterminé de la façon suivante : soit OK perpendiculaire à AB ; Tn est le sommet opposé à Vn dans le rectangle $Vn CK Tn$.



culaire à cette droite qui coupera l'échelle des coefficients de frottement au point cherché.

D'autre part, les réseaux des figures 14 et 15 font apparaître les courbes a_v , b_v , a_r , b_r , limites du graissage parfait ou li-

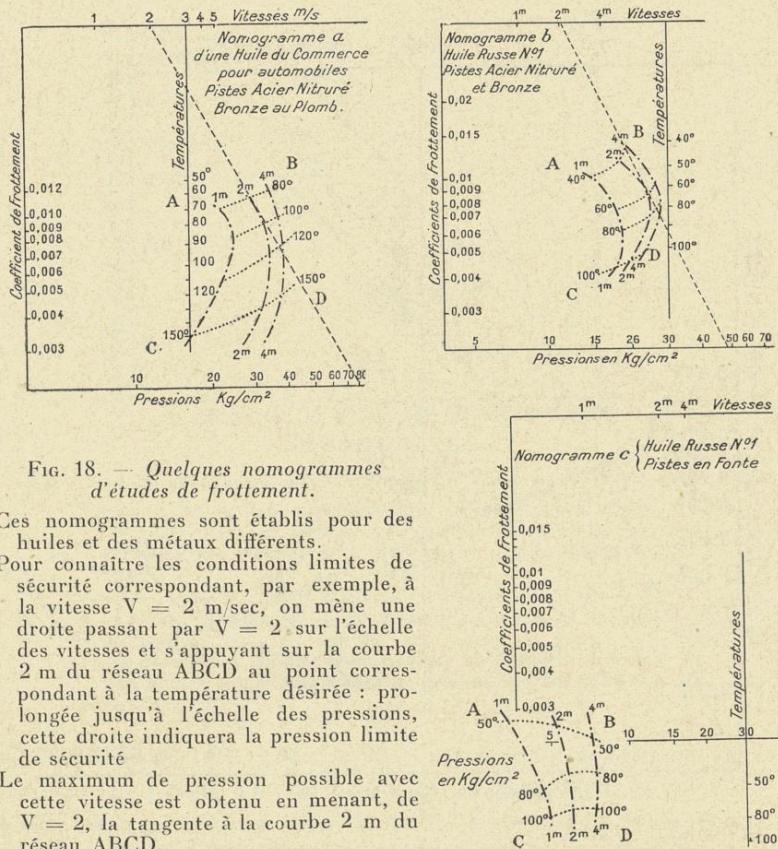


FIG. 18. — Quelques nomogrammes d'études de frottement.

Ces nomogrammes sont établis pour des huiles et des métaux différents. Pour connaître les conditions limites de sécurité correspondant, par exemple, à la vitesse $V = 2$ m/sec, on mène une droite passant par $V = 2$ sur l'échelle des vitesses et s'appuyant sur la courbe 2 m du réseau ABCD au point correspondant à la température désirée : prolongée jusqu'à l'échelle des pressions, cette droite indiquera la pression limite de sécurité.

Le maximum de pression possible avec cette vitesse est obtenu en menant, de $V = 2$, la tangente à la courbe 2 m du réseau ABCD.

mites de sécurité. A chacune de ces courbes correspond sur les nomogrammes de la figure 18 des courbes dites « transformées » et groupées dans les réseaux A, B, C, D.(1).

Sur les nomogrammes, ces courbes a_r , b_r partagent l'es-

(1) Sur la figure 16 on voit la correspondance d'un point quelconque n de la courbe de sécurité a_r b_r avec le point D de la courbe a'_r b'_r transformée sur le nomogramme.

pace en deux zones : lorsque les points tels que *D*, intersection des droites *Vn Pn* et *Tn₂x* sont à gauche de *a_r b_r*, la vitesse ou pression considérée ne permet plus d'assurer un graissage parfait.

Les exemples donnés ci-contre mettent en évidence : d'une part, la différenciation de deux huiles différentes en employant les mêmes métaux de frottement (nomogrammes *a* et *b*) ; d'autre part, la différenciation de deux métaux de frottement en employant la même huile (nomogrammes *b* et *c*). L'huile du commerce du nomogramme « *a* » est moins économique dans les basses températures que l'huile russe n° 1 du nomogramme « *b* » ; la différence est moins sensible au delà de 100°. D'autre part, le réseau de sécurité des courbes transformées *A. B. C. D.* est plus favorable pour l'huile du nomogramme « *a* » que pour l'huile russe.

Le nomogramme « *c* » est relatif au frottement lubrifié de pistes en fonte avec la même huile russe. Dans la phase du graissage parfait, le frottement fonte sur fonte est excellent. Pour les mêmes vitesses, températures et pressions, il donne des coefficients plus bas que le bronze. Mais, par contre, avec la fonte, les réseaux de courbes limitant les zones de sécurité sont très bas. D'autre part, les transformations et déplacements des réseaux des courbes de sécurité *A. B. C. D.* permettent de suivre la dégradation des huiles par l'usage et l'amélioration des métaux de frottement par rodage, graphitage, etc...

V. — Section de Chimie.

Dans le cadre de la compétence générale du Laboratoire d'Essais, telle qu'elle a été déterminée par l'arrêté ministériel du 25 janvier 1938, le Service des Essais de Chimie exécute actuellement les travaux suivants :

- 1° Toutes les analyses chimiques proprement dites ;
- 2° Les essais chimiques non analytiques, à l'exception de quelques essais courants de corrosion de matériaux réservés au Service des Matériaux de Construction ;
- 3° Tous les essais industriels physico-chimique concernant

les matières lubrifiantes et les combustibles, à l'exception des essais mécaniques du pouvoir lubrifiant ;

4° Un certain nombre d'essais physiques simples quand ils sont associés à des analyses chimiques (densimétrie, calorimétrie, polarimétrie, réfractométrie, colorimétrie, électrométrie, etc...).

Le Service agit d'une part comme auxiliaire des trois grands services industriels (métaux, matériaux de construction, machines) pour l'exécution de certains essais relevant de la compétence générale de ces services et, d'autre part, pour son propre compte en ce qui concerne les essais exclusivement chimiques ou portant sur les combustibles, les carburants, les lubrifiants et les produits chimiques.

Le rôle d'auxiliaire des Services d'essais industriels qui lui est dévolu se trouve fortement géné par l'éloignement, résultant de son installation à Colombes en 1928 ; aussi est-il souhaitable qu'un prochain retour au sein des bâtiments du Laboratoire d'Essais rende à sa collaboration toute l'efficacité possible.

Le Service des Essais de Chimie est divisé en trois sections, correspondant aux trois services d'essais industriels du Laboratoire d'Essais, savoir :

- 1° Section des métaux, minéraux et produits minéraux ;
- 2° Section des matériaux de construction ;
- 3° Section des combustibles, lubrifiants et produits organiques.

Nous passerons en revue l'activité de ces trois sections ; l'annexe 10 donne le détail des essais effectués par l'ensemble du Service.

Section des métaux. Les travaux de cette Section portent principalement sur les analyses chimiques de métaux et alliages. Le nombre d'échantillons de cette catégorie analysés en 1937 est resté sensiblement le même qu'en 1936, ce qui peut être considéré comme satisfaisant dans la période de crise industrielle que nous traversons. Néanmoins, l'activité de cette section s'est notablement accrue à la fois en quantité et en qualité en rai-

son de l'acceptation par le Laboratoire d'Essais des analyses de minéraux précédemment réservées au Bureau d'Essais des substances minérales de l'Ecole des Mines, et dont il a hérité par suite de la suppression récente de cet organisme. Les analyses de minéraux, qui sont les plus difficiles et les plus variées parmi les analyses minérales, constituent d'ailleurs un excellent entraînement pour les chimistes et contribuent beaucoup à améliorer leurs qualités d'analystes.

L'outillage de la section, sensiblement au point depuis plusieurs années, n'a pas eu à être complété au cours de l'année écoulée. On envisage toutefois un prochain renouvellement de son installation de mesure des *pH* afin d'augmenter la précision des mesures.

Il y a cependant lieu de noter quelques améliorations intéressantes dans les méthodes d'essais. Signalons, en particulier, la mise au point et l'adoption de la méthode au trichlorure de titane pour le dosage du fer, surtout indiquée pour les teneurs inférieures à 5 %, et qui s'est révélée à la fois plus rapide que la méthode par réduction au zinc et plus précise que la colorimétrie et la titrimétrie au permanganate de potasse. Elle a d'ailleurs été adoptée depuis par l'A. F. Nor. pour l'analyse des aluminiums. Mentionnons d'autre part le développement de l'emploi des indicateurs de *pH* pour déterminer les conditions optima d'obtention des précipités. Cette pratique opératoire qui n'est encore qu'à son début permet d'envisager d'importantes études que la section compte poursuivre, et ouvre de très intéressantes perspectives aux analystes minéralistes.

Indiquons que la Section espère développer prochainement l'emploi des méthodes de dosage électrométriques ; malheureusement, la pénurie d'effectifs et la nécessité d'assurer le service courant ne permettent pas de consacrer aux recherches et mises au point de méthodes d'analyses le temps et surtout la continuité de travail nécessaires.

Nous tenons à rendre un hommage tout particulier à M. REAUD, chef de la section, qui, par ses qualités exceptionnelles d'ordre et de méthode, a su en faire une section modèle.

**Section des
matériaux
de construction.**

L'activité de cette section tend à marquer une légère reprise par rapport à l'année précédente. Il y a lieu de signaler que c'est elle qui a connu la plus grande diminution du nombre de ses essais depuis une douzaine d'années. En effet, elle exécutait autrefois annuellement plusieurs centaines d'analyses chimiques de ciments et chaux hydrauliques ; elle n'en exécute presque plus aujourd'hui. Ce fait s'explique par la perfection actuellement atteinte dans la fabrication des liants hydrauliques et la constance de composition qui en résulte. Il est dû également en partie à ce que les cahiers des charges unifiés français (Normes Afnor) n'ont pas retenu l'analyse chimique au nombre des essais normaux des liants. Enfin, circonstance aggravante, la création récente de certains laboratoires privés spécialisés dans l'essai des matériaux de construction, a fait naître une sérieuse concurrence.

C'est pourquoi le centre de l'activité de la section s'est déplacé. Les analyses des matériaux utilisés en maçonnerie sont passées au second plan ; au contraire, les travaux sur les constructions anciennes ont pris la première place, en particulier les analyses de bétons et mortiers en vue de la détermination de leur dosage en liant, ainsi que l'étude des corrossions constatées sur matériaux anciens. Au point de vue technique, ce changement n'est pas à regretter, car il amène les chimistes à résoudre des problèmes beaucoup plus intéressants que par le passé.

En dehors de ses attributions principales, la section assume également l'exécution des analyses de verres, de produits céramiques et d'eaux naturelles.

De même que la section des métaux, la section des matériaux n'a pas eu, en 1937, à améliorer son outillage propre, d'ailleurs beaucoup moins important que celui des autres sections. Elle a néanmoins profité de certains achats communs à l'ensemble du Service, tels que celui d'une collection de tamis répondant aux nouvelles normes U. F. et indispensables au classement et à l'échantillonnage des matériaux de construction, et celui d'appareils de mesures électriques qui ont été placés sur tous les fours et étuves et ont permis d'en améliorer les conditions de réglage.

Mentionnons une conclusion intéressante acquise au cours

de l'année ; à la suite d'anomalies relevées dans les résultats obtenus pour le dosage en ciment de certains échantillons de béton, le chef de la section, M. BRIAT, a été amené à établir, par une étude systématique, la nécessité dans ces cas spéciaux, d'un préchauffage à 700° C. environ pendant dix minutes avant l'attaque à l'acide chlorhydrique dilué destinée à dissoudre la silice hydraulisante, dont la teneur sert de base au calcul. Cette conclusion est d'autant plus intéressante que les déterminations de dosages de bétons sont généralement demandées à la suite d'accidents graves ou au cours de litiges mettant en jeu des intérêts considérables.

**Section des
combustibles,
lubrifiants et
produits organiques.**

A la différence des deux autres sections qui, ainsi qu'on l'a vu, ont atteint depuis plusieurs années leurs moyens d'action à peu près définitifs et n'ont plus de bien grands progrès à réaliser, cette section est en plein essor et en continue évolution. C'est dans son domaine, en effet, que se sont réalisés depuis peu les plus grands progrès dans les méthodes d'essais et aussi que se manifeste la plus grande diversité dans les fabrications. Le développement de l'automobile, l'emploi généralisé des moteurs à combustion interne, la nécessité impérieuse pour toutes les industries de porter au maximum les économies de combustible ont entraîné une transformation complète de la technique des essais, qui tendent à acquérir un caractère de plus en plus scientifique. C'est également dans ce domaine que la normalisation des méthodes d'essais a été la plus poussée.

C'est pourquoi la section a bénéficié en 1937 de la quasi totalité des crédits d'outillage alloués au Service des Essais de Chimie. Elle a pu ainsi compléter son appareillage d'essais des lubrifiants et carburants par l'acquisition des appareils prévus par les nouvelles normes A. F. Nor B. 6 et qui lui manquaient encore. Ces nouveaux appareils comprennent notamment :

- un appareil nouveau modèle pour détermination du point de fluege des huiles (Normes B. 6/26) ;
- un appareil pour détermination du point d'inflammabilité des huiles (Normes B. 6/24) remplaçant avantageusement les anciens appareils Luchaire ;

- un appareil pour détermination du point de fusion des paraffines (Normes B. 6/33) ;
- une bombe de Reid pour mesure de la tension de vapeur des carburants (Normes B. 6/16) ;
- un évaporateur pour dosage des gommes actuelles dans les essences (Normes B. 6/13).

L'appareillage général de la section a été complété en outre par l'achat de quatre nouveaux thermomètres Vertex au 1/10 de degré pour réglage automatique de la température du viscosimètre Lecomte du Nouy mis en service l'an dernier :

- trois thermomètres au 1/10 de degré pour viscosimètre U. F. ;
- une étuve électrique à réglage automatique permettant d'obtenir une température constante à ± 1 degré près jusqu'à 240 degrés C. ;
- un compte-tours universel Hasler destiné principalement aux essais d'émulsification.

Le nombre des essais effectués par la section des huiles et combustibles est resté sensiblement le même que l'année précédente. Il y a lieu de remarquer qu'en dehors de l'application des normes A. F. Nor, les essais demandés se rattachent de plus en plus à des cahiers des charges de grandes Administrations publiques (Ministères de la Marine, de la Guerre, de l'Air, des Colonies, Chemins de fer français, etc...), ce qui impose à la section l'obligation de posséder un appareillage considérable. Il est fort regrettable que les Administrations ne soient pas les premières à suivre les normes, et qu'elles obligent ainsi les laboratoires officiels comme le Laboratoire d'Essais à posséder et à entretenir en état de fonctionnement des appareils faisant parfois triple et quadruple emploi.

En dehors des essais fondamentaux incomitant à la section, on constate une sensible diminution dans le nombre des essais d'huiles pour transformateurs. Cette diminution s'explique par les progrès réalisés dans la préparation de ces huiles depuis quelques années et qui rendent moins indispensable le contrôle de leur qualité.

Par contre, on note une sensible augmentation dans le nombre des analyses de produits chimiques organiques, de

cires et de matières végétales. Ces analyses, particulièrement complexes, soulèvent souvent des problèmes fort délicats.

Enfin, nous signalons le nombre croissant des essais d'inflammabilité et d'aptitude à la propagation du feu des peintures et matériaux d'aménagement pour l'exécution desquels le Laboratoire d'Essais a été habilité par le Ministère de la Marine Marchande.

Ce rapide exposé montre la diversité des travaux incomptant à la section et les vastes perspectives qui s'offrent à elle. Nous tenons à féliciter son chef, M. BESSARD, qui a su s'adapter avec intelligence aux conditions spéciales de travail résultant de l'adoption des méthodes normalisées.

Travaux spéciaux. En outre des travaux relevant des trois sections du Service des Essais de Chimie, il y a lieu de signaler un certain nombre de recherches ou essais spéciaux. C'est ainsi que le Service a effectué pour le compte du Ministère des P. T. T. des essais d'abris contre les gaz de guerre, installés dans les sous-sols du Ministère. La viciation de l'air, réalisée par la combustion de gaz butane, a été reconnue tout à fait analogue à celle qu'auraient produite des occupants vivants. En outre, il a procédé, pour le compte du même Ministère, à une étude comparative des propriétés absorbantes pour l'anhydride carbonique de chaux sodées d'origines et de granulations différentes.

Le Service a collaboré à une étude entreprise par le Laboratoire à la demande d'une grande société minière et portant sur des peranthracites. Ses recherches ont concerné surtout la composition chimique des matières volatiles de ces combustibles. Cette étude, qui présentait d'assez grandes difficultés en raison du grand pouvoir diffusant de l'hydrogène à travers les parois des appareils, a pu être menée à bien grâce à l'emploi d'un four électrique à cornue de quartz, pouvant contenir environ 2 kgr. de charbon et qui est maintenant utilisé pour les essais de distillation de combustibles.

Une importante étude comparative des conditions de décantation des mélanges azéotropiques eau-alcool-benzène suivant les modalités d'agitation de ces mélanges, a été effectuée pour le compte d'une grande distillerie.

Enfin, le Service a essayé ou étalonné divers appareils tels

qu'ozoneurs, extincteurs d'incendie, analyseurs de gaz automatiques à cellules ionisantes, détecteurs de gaz à combustion catalytique, etc...

* *

Les pages qui précèdent montrent bien l'effort que le Laboratoire a fait pendant toute l'année 1937 pour son rééquipement et la rénovation de ses méthodes. Sous l'impulsion de son Directeur actuel, le Laboratoire d'Essais a voulu sortir des sentiers battus où il rendait déjà et où il rend toujours les services courants qu'en attend l'industrie, pour mettre en application les nouvelles découvertes de la Science, et en particulier celles dont l'exécution difficile n'avait pu trouver de réalisation dans d'autres laboratoires de France.

Cette œuvre commence à être connue à la fois des milieux scientifiques et des milieux industriels, comme en témoigne l'hommage que lui rendait M. COTTON, Membre de l'Institut, en présentant une conférence récente de M. BOUTRY. Le Laboratoire d'Essais aspire à devenir, en France, le laboratoire où la recherche scientifique est appliquée au domaine de la mesure industrielle, tout en rendant service à la Science elle-même. Ses progrès dans cette voie montrent qu'il est capable d'y parvenir rapidement, si du moins les suggestions de sa Commission Technique, qui a constamment regretté le trop petit nombre de physiciens qualifiés figurant à son effectif sont prises en considération. Ainsi, on peut prévoir que le Laboratoire d'Essais du Conservatoire National des Arts et Métiers est appelé, dans un avenir très prochain, à jouer un rôle essentiel dans la recherche appliquée. Ce développement honora grandement le Conservatoire et contribuera à étendre, dans le domaine industriel, la réputation de cette grande Institution.

Annexes au rapport 1937.

ANNEXE 1

Composition de la Commission Technique du Laboratoire d'Essais au 31 décembre 1937.

MM.

E. PICARD, G. C. *, de l'Académie française, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, Président.
Jean PERRIN, C. *, Membre de l'Académie des Sciences, Professeur à la Sorbonne, Vice-Président.
BONNIER, C. *, Architecte diplômé du Gouvernement, représentant la Société centrale des Architectes français.
BOUTRY, Directeur du Laboratoire d'Essais.
BRUHAT, *, Professeur à la Faculté des Sciences, Directeur-adjoint de l'Ecole normale supérieure.
DAUTRY, C. *, Administrateur de la Société nationale des Chemins de fer français.
FABRY, C. *, Membre de l'Académie des Sciences, Directeur de l'Institut d'Optique.
DUMUIS, *, Directeur général de la Société des Aciéries et Forges de Firminy, Membre du Comité des Forges de France.
FLEURY, *, Professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers.
FERASSON, *, Président de la Chambre de Commerce de Paris.
GARNIER, O. *, Président de la Société des Ingénieurs civils de France.
GRIMPRET, C. *, Vice-Président du Conseil d'Administration de la Société nationale des Chemins de fer français.
GUILLET, C. *, Membre de l'Académie des Sciences, Directeur de l'Ecole centrale des Arts et Manufactures, Professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers.
LOUIS, Président du Syndicat des Industries mécaniques de France.
METRAL, *, Professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers.
MONTEIL, O. *, Professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers.
NICOLLE, C. *, Directeur du Conservatoire national des Arts et Métiers.
PÉRARD, O. *, Directeur du Bureau international des Poids et Mesures.
PORTEVIN, O. *, Professeur à l'Ecole centrale des Arts et Manufactures.
YUNG, O. *, Membre de la Chambre de Commerce de Paris.

ANNEXE 2

Personnel du Laboratoire d'Essais au 31 décembre 1937.

DIRECTEUR DU LABORATOIRE D'ESSAIS :

M. G.-A. BOUTRY, Agrégé de l'Université, Docteur ès sciences.

SERVICES ADMINISTRATIFS :

Chef du Service : M. GERBAUD, Licencié en droit.

Chargé du Secrétariat technique : M. LAURET, Ingénieur civil des Mines.

Secrétariat particulier : M^{mes} GABREAU, VILLARS.

Renseignements et Comptabilité : M^{les} DURAND, MICHON, M^{me} QUARRÉ.

Dactylographie : M^{mes} ESSEAU-FOUIGNET, CAILLAUD, M^{les} FEUGÉ, RICHERT, M^{me} GOUTURAS.

Secrétariat technique : M^{me} FAGES, M^{le} ALLARY.

Bibliothèque : M^{me} L'ASNE-DESVAREILLES, M^{le} DANRÉ.

Téléphone-entretien : M^{me} FROTTIER, M. GAILLIET, M^{me} GAILLIET.

SERVICE DES ESSAIS :

Section de Physique et de Métrologie.

Chef de Service : M. R. ZOUCKERMANN, Agrégé de l'Université.

Laboratoire d'optique : M^{le} LACROIX, Aide-physicien ; M^{le} HUE, Aide de laboratoire.

Diffraction électronique : M. PENSA, Aide-technique.

Service d'Acoustique : M. ROUQUAYROL, ingénieur, ancien élève de l'Ecole polytechnique et de l'Ecole supérieure d'Electricité ; chargés de recherches : M. FLEURENT, Architecte D. P. L. G. ; M. BEAUVILAIN, Docteur ès sciences ; M^{le} LAPEYRADE, Aide de laboratoire.

Service des mesures calorifiques et mesures diverses : Assistant : M. HEYBERGER, Ingénieur, licencié ès sciences, ancien élève de l'Ecole supérieure d'Electricité ; M. LECUYER, Aide-physicien ; M^{me} SEVAULT, Aide-physicien ; M^{mes} DELEPINE, DUPUY, aides de laboratoire.||

Service de Métrologie : Physicien : M. SEVAULT, Ingénieur du Conservatoire national des Arts et Métiers.

Mesures de longueurs et de masses : M^{le} MONGRUET, Aide de laboratoire.

Thermométrie : M^{me} BAUDIN, M^{le} FANJEAUX, Aides de laboratoire.

Réalisation de l'échelle internationale des températures : M. TREHERNE, Agrégé de l'Université, chargé de recherches.

Photométrie : M. GILLOD, Agrégé de l'Université, chargé de recherches.

Entretien : M. DESQUIENS.

Vérifications légales.

- A. Alcoomètres et densimètres : M^{me} HIET, Dame vérificatrice chef.
Dames vérificatrices titulaires : M^{mes} BADOUREAUX, COCHET, DECARLY,
PERRENOT, PORTERAT, MANGIN, OLIVIER.
Dames vérificatrices temporaires : M^{mes} BARBÉ, FRAIKIN, GIARD, LHER-
MINIER, MAILLARBAUX.
- B. Thermomètres médicaux : M^{lle} PIPARD, Dame vérificatrice chef.
Dames vérificatrices titulaires : M^{mes} BOUSSETON, BRUGILIOILLE, COS-
SON, COUHARDE, DAMERVAL, DEMOLLIÈRE, DERENNE, DIFFETOT,
DUSON, ESTRABOL, FORTIN, LAREIGNIE, LAROZE, LASMAYOUX,
LECLERC, LEMOINE, LIEURON, MEROT, MOREAU, PELLERIN, PER-
RET, PLÈCHE, RACLAIN, RIDARD, ROBLIN (Marie), ROBLIN (Eu-
génie), ROUZE, SALLEZ, SCHOTT, TILLOUX, VANDE, MAILLARD.
Dames vérificatrices temporaires : M^{mes} ABGRALL, ANDRÉ, ARRAUT,
AUVRAY, BARBOUX, BÉCHET, BELLOT, BESNARD, BOCQUET, BOUR-
GEOIS, BRONNER, BROUSTAIL, CANNAC, CAVAGNET, CLÉMENT,
COMET, DANNENHOFFER, DAUMERIE, DORIN, FAURE, GAGNIER,
GANDON, GARDET, GAUTIER, GENIN, GENNERAT (Marcelle), GEN-
NERAT (Marguerite), GONTHIER, GROS, HATTAB, JOLLET, JOUBERT,
LAMY, LEBÈGUE, LECHEVALLIER, LEDRU, LEGOFF, LEMESLE,
LÉVY, MAHEO, ORRY, PERRON, PIPONIOT, REVILLA, ROCHE, SA-
VATTE, SCRIVANTE, STEPHANSEN, STRIPPENTOIR, THEVENOD-
MOTTET, TOUZAC, TRIBIE, VASSEYRE.
Entretien : M^{me} LAURANS, M^{me} BRONNER.

Section de Métallurgie.

- Chef de Service : M. EON, Ingénieur.
Service de Métallurgie physico-chimique : Assistant : M. DUBOIS, Docteur
ès sciences ; M^{lle} ROUSSEAU, Licencié ès sciences, aide-chimiste
détachée ; M^{mes} LECUYER, GAGNIER, aides de laboratoire.
Recherches métallurgiques : MM. TOUSSAINT, Agrégé de l'Université ;
BRETON, licencié ès sciences, chargé de recherches.
Services des essais mécaniques : Physicien : M. SERPETTE, Ingénieur de
l'Ecole centrale des Arts et Manufactures ; M. PACQUEMENT, Chef
ouvrier ; M. PIGEON Paul, manœuvre spécialisé ; M. ROCHEUX,
essayeur.

Section des Matériaux de Construction.

- Chef de Service : M. CHEVAL, Ingénieur, ancien élève de l'Ecole de Phy-
sique et Chimie industrielles.
Assistant : M. LEROY.
Personnel ouvrier : MM. PIGEON Alb., Chef ouvrier ; GUIBOURET, LE
GOFF, GUÉRIN, Essayeurs ; BRUCELLE, Manœuvre spécialisé,
M^{lle} PATTIER, Dame dactylographe détachée.

Section des Machines.

Chef de Service (1).

Assistant : M. COULMEAUX, Ingénieur, ancien élève de l'Ecole Bréguet.

Physicien : M. PRÉVOST, Ingénieur, ancien élève de l'Ecole centrale des Arts et Manufactures.

Personnel ouvrier : MM. BOULEAU, BOCQUET, ouvriers mécaniciens ; M^{mes} BECK, VIETTE, aides de laboratoire.

Section de Chimie.

Chef de Service : M. MAITRE-DEVALLON, Ingénieur civil des Mines.

Assistant : M. LAROCHE-JOUBERT.

Service des métaux, minéraux et produits minéraux : Chimiste : M. RE-NAUD ; M^{me} VINCENT, M. BARTHOMEUF, Aides-chimistes.

Service des matériaux de construction : Chimiste : M. BRIAT, Licencié ès sciences, ingénieur chimiste.

Service des combustibles, lubrifiants et produits organiques : Chimiste : M. BESSARD, Ingénieur chimiste ; MM. DE LA CONDAMINE, BASSE, M^{me} UZAC, Aides-chimistes ; M. MAILLARD, M^{le} CORDONNIER, aides de laboratoire.

ATELIER.

Chef de Service : M. VOLLET.

Personnel ouvrier : MM. DUPUY, Tourneur de précision ; CROLLE, Ajusteur ; MALDANT, Manœuvre spécialisé ; NOMBLOT, Manœuvre spécialisé ; CAROFF, Menuisier ; MARSALLON, Garçon de laboratoire ; DESAVIE, Monteur ; COMMON, Ajusteur.

(1) M. BOYER-GUILLOU, mis à la retraite le 20 novembre 1933 et nommé Chef de Service honoraire, n'a pas été remplacé.

ANNEXE 3

**Comparaison entre les recettes d'essais
et les dépenses pour l'ensemble du Laboratoire.**

Années	Recettes totales	Dépenses totales	Proportion des recettes aux dépenses totales (%)
1913	166.576,12	242.171,93	68
1930-31.....	2.097.942,79	3.004.768,47 (1)	70 (1)
1931-32.....	2.293.113,45 (2)	3.845.987,00 (1)	60 (1) (2)
1932 (9 mois)..	2.864.702,63 (2)	2.542.125,82	112
1933	4.151.224,06 (2)	3.871.883,44 (3)	107
1934	3.527.074,88 (2)	3.480.700,48	101
1935	3.906.132,56 (2)	3.606.177,73	108
1936	3.741.202,31	3.563.952,53	104
1937	3.464.946,90	3.943.740,75	88

(1) Y compris les traitements du personnel détaché hors du Laboratoire.

(2) Le relèvement des taxes de vérification légale n'a commencé à être productif qu'après l'exercice 1931-1932.

(3) Dont 600.000 francs environ pour l'annexe de la rue Gay-Lussac (aménagement, matériel, fonctionnement, traitements du personnel).

ANNEXE 4

Tableau, par Service, des demandes d'essais et des produits des taxes directement encaissées par le Conservatoire.

Services	Nombre de demandes d'essais		Produits des taxes d'essais	
	Exercice 1936	Exercice 1937	Exercice 1936	Exercice 1937
Physique et mesures.	384	332	131.201,90	135.540,70
Métaux	612	633	86.929,15	109.135,60
Matériaux	423	377	75.639,75	74.230,85
Machines	113	115	56.707,20	45.130,70
Chimie	825	718	226.004,45	229.064,25
Totaux (1)	2.357	2.175	576.482,45	593.102,10

(1) Non compris le montant des essais provenant de la vérification obligatoire des thermomètres médicaux (voir ci-après), ni celui des essais de vérification légale des alcoomètres et densimètres, encaissés directement par le Trésor.

Tableau des recettes directement encaissées par le Ministère des Finances.

Vérifications légales	Exercice 1936		Exercice 1937	
	Nombre d'instruments contrôlés	Recettes	Nombre d'instruments contrôlés	Recettes
Alcoomètres et densimètres	23.776	229.647,30	23.215	202.231,00
Thermomètres médicaux.....	1.037.590	2.935.072,56	1.130.297	2.669.613,80
Total	1.061.366	3.164.719,86	1.153.512	2.871.844,80

ANNEXE 5

TABLEAU BÉCAPITULATIF

Recettes d'essais et Dépenses comparées du Laboratoire d'Essais en 1913, 1930-1931, 1931-1932, 1932, 1933, 1934, 1935, 1936 et 1937

Années	Recettes d'essais				Dépenses				Dépenses totales	
	Demandes de taxes	Produits des Taxes d'essais		Recettes totales de vérification des acommodés et instruments médicaux, encaissées par le Trésor	Personnel		Matériel			
		Taxes d'essais	Taxes de conservation		Total	Outillage	Entretien			
1913	3.306	1.35.411.74.2	34.459.00	1.66.576.42	1.58.603.16	30.022.78	53.545.99		83.568.77	
1930-31	4.177	(1)	2.74.557.69.4	1.33.370.32	2.099.794.28	2.243.66.24	97.74.13.39	66.661.4	761.079.23	
1931-32	4.202	(2)	8.72.49.94.65	1.42.06.61.80	(2)	3.04.74.22.00	14.0.16.22.18	698.701.44	3.004.768.77	
1932 (4)	6.31.7.67.05	(3)	2.86.47.70.63	(3)	2.002.40.79	59.77.74.32	47.9.93.86.61	6.25.42.12.25	767.987.00	
1933	3.46.4	(4)	7.69.87.79.05	3.381.34.47.6	4.15.12.40.20	75.43.22.45	57.77.12.02	3.87.1.88.3.1	539.77.61.02	
1934	3.067	(5)	7.83.43.64.20	2.74.3.63.84	3.219.35.20	(5)	95.00.00.60	53.25.53.14	652.55.32.1	
1935	2.914	(6)	692.43.55.80	2.123.69.66	3.52.07.70.88	8.47.44.34	58.24.66.54	3.48.0.70.00	633.25.51.4	
1936	2.357	(7)	57.6.44.82.45	3.46.74.19.86	3.906.14.32.56	3.45.9.64.60	57.92.8	38.8.60.83	44.6.53.6.8	
1937	2.175	(8)	59.3.10.2, 1.84.46.90	3.46.20.2.34	3.032.700.37	1.66.25.0	365.00.16	53.25.6.3	534.25.6.3	
						4.6.24.3	357.08.42	19	534.25.6.3	
									403.32.71.9	
									3.943.74.0.75	

(1) Dont, intéressant plusieurs sections : 494 pendant l'exercice 1930-1931 : 441 pendant l'exercice 1931-1932 ; 154 pendant l'exercice 1932-1933 ; 441 pendant l'exercice 1933-1934 ; 152 en 1934 ; 152 en 1935 ; 106 en 1936 et 10 en 1937.

(2) Non compris, pour chaque année, la subvention de la Société des Ingénieurs civils.

(3) Y compris les traitements du personnel temporaire employé à l'annexe de la rue Gay-Lussac.

(4) L'exercice 1932 comprend seulement du personnel détaché hors du Laboratoire.

(5) Pour les thermomètres médicaux, de nouvelles taxes de vérification légale ont été établies par le décret du 1er mars 1932.

Pour les acommodés, densimètres et thermomètres les accompagnant, de nouvelles taxes de vérification légale ont été établies par le décret de 12 février 1932, avec effet du 28 avril 1932, avec effet du 1er juin 1932.

(6) Y compris les traitements du personnel temporaire, à l'exclusion des dames vérificatrices temporaires.

(7) Dont 209.220 fr. 26 pour l'aménagement des locaux, l'achat de matériel et les dépenses de fonctionnement de l'annexe de la rue Gay-Lussac.

(8) Dont 400.000 francs environ pour le personnel temporaire employé à l'annexe de la rue Gay-Lussac.

(9) Dont 149.225 fr. 59 pour le fonctionnement de l'annexe de la rue Gay-Lussac.

(10) Dont 63.894 fr. 20 pour le fonctionnement de l'annexe de la rue Gay-Lussac.

(11) Dont 6.675 fr. 50 pour le fonctionnement de l'annexe de la rue Gay-Lussac.

ANNEXE 6

Section de Physique.

	Nombre d'instruments et d'échantillons présentés		
	1935	1936	1937
Mesures de longueur et de surface ..	863	1.306	707
Mesures de masse	1	1	2
Compteurs d'eau	2.234	564	815
Compteurs de gaz.....	387	349	58
Manomètres, baromètres, barographes	34	12	39
Pyromètres, couples thermo-électriques	13	12	14
Appareils de Luynes-Bordas et Luchaïre.....	1	0	0
Calorifuges ; conductibilité calorifique.....	167	60	77
Projecteurs non électriques.....	0	0	0
Rayons X, ultra-violets, spectrographie.....	64	12	5
Mesures acoustiques ; diapasons	202	51	44
Thermomètres	»	»	533
Thermomètres étalons (fabrication et étalonnage).....	»	»	1
Divers.....	65	30	106
Totaux.....	4.031	2.397	2.401

ANNEXE 7

Section des métaux.

	Nombre des essais		
	Exercices		
	1935	1936	1937
Traction statique à la température ordinaire	d'éprouvettes, fils et bandes métalliques.	1.291	1.062
	de tissus et caoutchoucs	1.361	1.071
	de cordages et ficelles	278	328
	de courroies	77	62
	de câbles métalliques ou d'aloès	153	147
	de chaînes	23	18
	de crochets, tendeurs et pièces similaires	16	0
	Tractions statiques à chaud	6	1
	Compressions statiques et flambages	203	32
	Flexions statiques et pliages	304	439
Torsions	Torsions	53	41
	Flexions ou tractions par choc (résilience)	87	147
	Essais aux chocs répétés	2	0
	Essais de fatigue et d'usure	1	1
	Duretés	281	243
	Fusions, trempes, revenus, recuits	9	3
	Micrographies	83	41
	Macrographies	20	14
	Essais d'huiles	35	3
	Éclatements sous pression hydraulique	20	26
Divers	Tarages de machines d'essais	25	7
	Cisaillements	23	21
	Essais de limes	5	2
	Essais de vibrations sur écrous	7	4
	Essais de pince-câbles	15	79
	Divers	120	140
	Radiographies	0	0
	Examen à la lumière ultra-violette	0	0
	de métaux ou alliages	0	0
	Dilatations de verres artificiels ou matières plastiques	0	0
Totaux		4.498	3.932
			3.997

ANNEXE 8
Section des matériaux de construction.

	Nombre d'échantillons (ou lots d'échantillons)		
	1935	1936	1937
Liants hydrauliques (chaux, ciments plâtres, etc...)	122	92	86
Pierres naturelles et artificielles	1.294	954	590
Produits céramiques (briques, tuiles, carreaux, etc. autres que produits réfractaires)	107	73	97
Produits réfractaires	50	17	90
Planchers, poutres, poteaux, dalles, panneaux	113	14	9
Bois	34	8	17
Matériaux pour isolement acoustique et thermique, isolants électriques solides	25	86	35
Peintures et vernis	16	9	27
Divers	243	77	93
Totaux	1.974	1.330	1.044
Déterminations sur liants hydrauliques			
	1935	1936	1937
Proportion d'eau de gâchage	112	89	82
Déformation à chaud (expansion) et déformation à froid	162	85	70
Durée de prise	184	79	73
Finesse		86	69
Confection d'éprouvettes d'essais			
	1935	1936	1937
Briquettes normales pour essais de traction	1.690	1.328	1.140
Cubes de mortier et de béton pour essais de compression	1.183	992	750
Autres essais			
	1935	1936	1937
Densités, poids spécifiques	131	39	50
Essais d'absorption d'eau, d'hygroscopité et de perméabilité	347	180	78
Essais de gélivité	44	46	44
Compression sur cubes, cylindres, blocs divers de mortiers et de bétons	3.142	1.735	1.045
Compression sur pierres, briques et divers	842	365	199
Essais de flexion et de résistance aux chocs	218	247	73
Essais d'usure, de dureté	218	176	143
Essais de fusibilité	32	17	41
Essais de cuisson, de retrait, déramolissement et de compression à chaud	33	5	61

ANNEXE 9

Section des machines.

	Nombre d'essais effectués		
	1935	1936	1937
Autoclaves, bouteilles à air comprimé	8	128	113
Moteurs thermiques.....	2	5	2
Moteurs au banc : carburants, carburateurs silencieux, huiles, etc. .	19	7	4
Transmissions, changements de vitesse	5	7	9
Courroies	5	5	
Garnitures de freins	2	2	2
Robinets	8	3	0
Joints de tuyauterie, eau et vapeur.	3	6	1
Chaudières et radiateurs de chauffage	6	4	2
Compresseurs, ventilateurs, aspirateurs, pompes	10	12	11
Lubrifiants sur machine Vollet.....	4	20	38
Métaux antifriction sur machine Vollet.....	2	8	0
Epreuves à la pression hydraulique.	29	11	10
Divers.....	10	38	15
Totaux.....	113	256	207

ANNEXE 10

Section de chimie.

	Nombres d'échantillons essayés		
	1935	1936	1937
Métaux et alliages	347	286	285
Bois.....	7	1	2
Matières lubrifiantes.....	244	195	178
Cuir.....	3	2	3
Caoutchoucs	21	21	20
Tissus et papiers.....	63	30	25
Matériaux de construction.....	223	124	135
Peintures et vernis	52	43	60
Verres et émaux	18	11	9
Eaux industrielles	46	38	20
Gaz.....	19	12	12
Combustibles solides.....	165	182	165
Combustibles liquides.....	104	56	66
Matières végétales, cires.....	2	16	22
Isolants électriques solides.....	1	2	0
Huiles isolantes pour transformateurs.....	24	27	17
Produits chimiques	94	37	62
Vinaigres et liqueurs acétimétriques.	—	49	32
Divers.....	60	44	37
Totaux.....	1.493	1.176	1.150

ANNEXE 11

GUERRE DE 1914-1918.

Personnel du Laboratoire d'Essais.

TABLEAU D'HONNEUR

Morts ou disparus.

Soldat BOUSSETON, garçon de laboratoire.

Soldat BRIAUX, ouvrier.

Soldat FRANÇOIS, manœuvre.

Blessés.

Capitaine BOYER-GUILLOU, Chef de la Section des Machines.

Sergent HAUTEBERT, Assistant.

Caporal LECLER, Aide-Chimiste.

Soldat BEAUVÉRIE, Assistant.

Soldat BRUCELLE, Manœuvre.

Soldat CHEVAL, Assistant.

Soldat COCHET, Garçon de laboratoire.

Soldat PIGEON, Manœuvre.

Soldat VOLLET, ouvrier.

Citations et distinctions.

Lieutenant-Colonel CELLERIER, directeur du Laboratoire. Une citation à l'ordre de l'Armée ; Croix de guerre ; Officier de la Couronne royale d'Italie ; Commandeur de l'Ordre de Léopold II.

Capitaine BOYER-GUILLOU. Une citation à l'ordre de l'Armée, Croix de guerre ; chevalier de la Légion d'honneur.

Capitaine BODIN, Chef de la Section des Matériaux. Citation à l'ordre du Régiment ; Croix de guerre.

Sergent LENOIR, Aide-chimiste. Citation à l'ordre du Régiment, Croix de guerre.

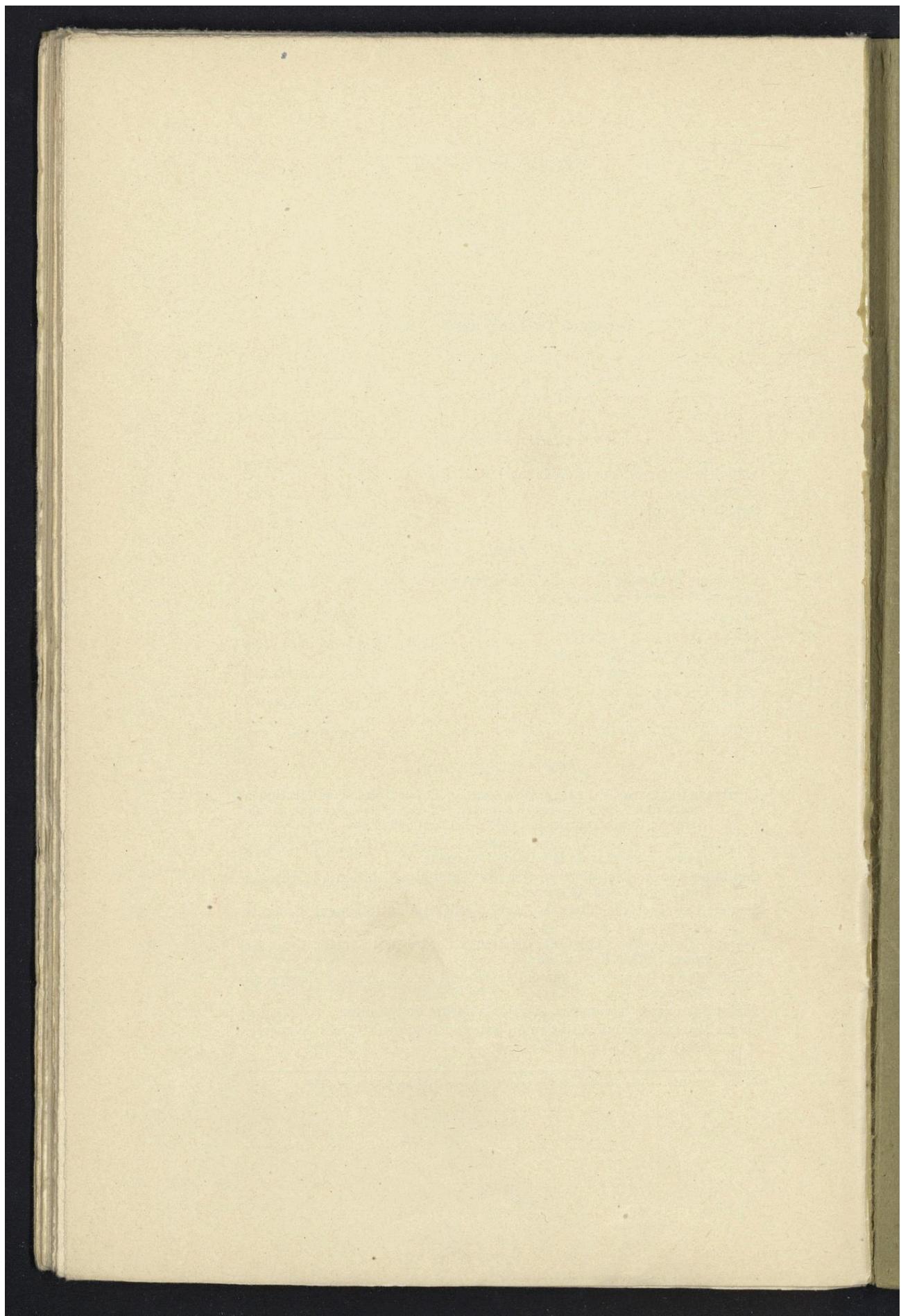
Sergent HAUTEBERT, assistant. Citation à l'ordre de l'Armée ; Croix de guerre ; Médaille militaire.

Soldat MORET (Auguste), garçon de laboratoire. Citation à l'ordre du Régiment.

Soldat BRUCELLE, manœuvre. Citation à l'ordre du bataillon.

Soldat MOSSAZ, commis. Citation à l'ordre du Régiment ; Croix de guerre.

3136. — Imprimerie Jouve et C^{ie}, 15, rue Racine, Paris. — 5-39

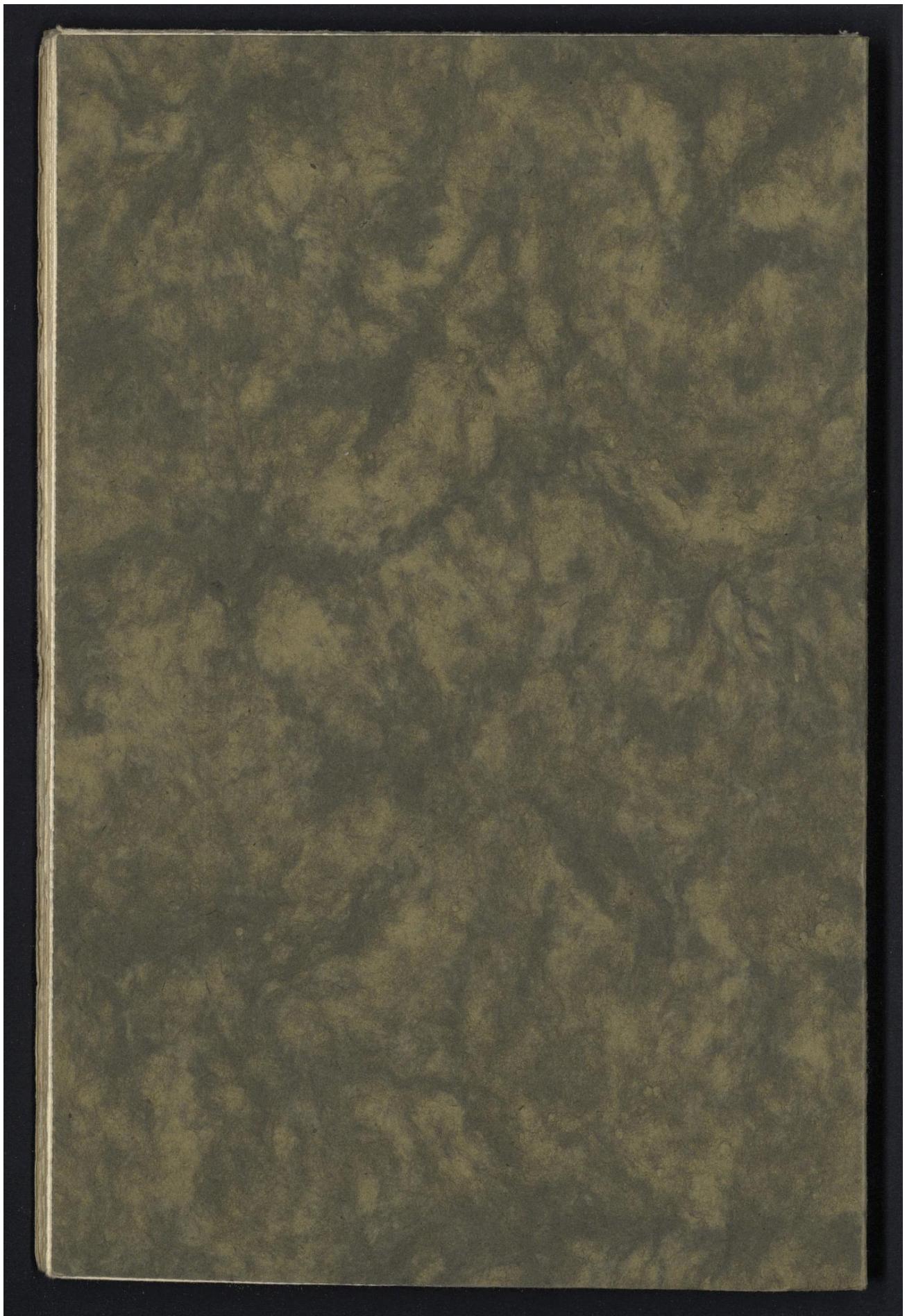


PUBLICATIONS DU LABORATOIRE D'ESSAIS (CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS)

(Suite)



- N° 16. — *Essais d'huiles usagées*, par MM. SABATIE et PELLET (1911).
(épuisé)
- N° 17. — *Etude sur les essais chimiques des verres*, par M. Ch. GRIFITHS (1917).
(épuisé)
- N° 18. — *Etude sur les essais de dureté des corps et des métaux en particulier, au moyen du scléromètre*, par M. J. SERVAIS (1919).
(épuisé)
- N° 19. — *Dispositif dynamométrique et fragilité des tôles d'acier doux*, par M. SABATIÉ (1919).
(épuisé)
- N° 20. — *Variations de la hauteur de rebondissement d'un mouton en fonction du nombre de chocs*, par M. DROUILLARD (1922).
(épuisé)
- N° 21. — *Recherches techniques et expérimentales sur le fonctionnement des courroies de transmission*, par MM. AUCLAIR, BOYER-GUILLOU et COULMEAU (1924).
(épuisé)
- N° 22. — *Sur les procédés de mesure du coefficient de conductibilité calorifique des matériaux peu conducteurs de la chaleur*, par M. HEYBERGER (1927).
(épuisé)
- N° 23. — *Quelques appareils et méthodes d'essais de machines*, par MM. BOYER-GUILLOU, COULMEAU et M^{me} NUGUES-BOURGAT (1931).
- N° 24. — *La Lutte contre le Bruit* : Etude sur les matériaux insonores (1934).
- N° 25. — *La Lutte contre le Bruit* : Nouvelles études sur les matériaux insonores (1935).
- N° 26. — *Machine de H. Vollet pour les essais mécaniques des lubrifiants et les différents métaux de frottement*, par M. J. PRÉVOST (1936).
- N° 27. — *Un nouveau type de cellule photo-émissive*, par M. G.-A. BOUTRY (1937).
- N° 28. — *Contacts électriques commutables et stables*, par MM. G.-A. BOUTRY et G. TREHERNE (1937).
- N° 29. — *Les Cristaux mixtes et leur structure*, par M. P. DUBOIS (1938).
- N° 30. — *Variations du potentiel explosif d'un tube à décharge sans électrodes intérieures sous l'influence de la lumière ultraviolette ou visible*, par M. R. ZOUCKERMANN (1938).



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