

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
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 TÉLÉCHARGÉ	[Volume 26] 1935-1936
	[Volume 27] 1937

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 26] 1935-1936
Adresse	Paris : Ministère de l'éducation nationale, 1937
Collation	1 vol. (62 p.-2 p. de pl.) : ill. ; 26 cm
Nombre de vues	74
Cote	CNAM-BIB P 1329-D (26)
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	10/04/2025
Notice complète	https://www.sudoc.fr/039014541
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?P1329-D.26

P 1329-D

8° Kat 08⁽²⁾

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

LABORATOIRE D'ESSAIS



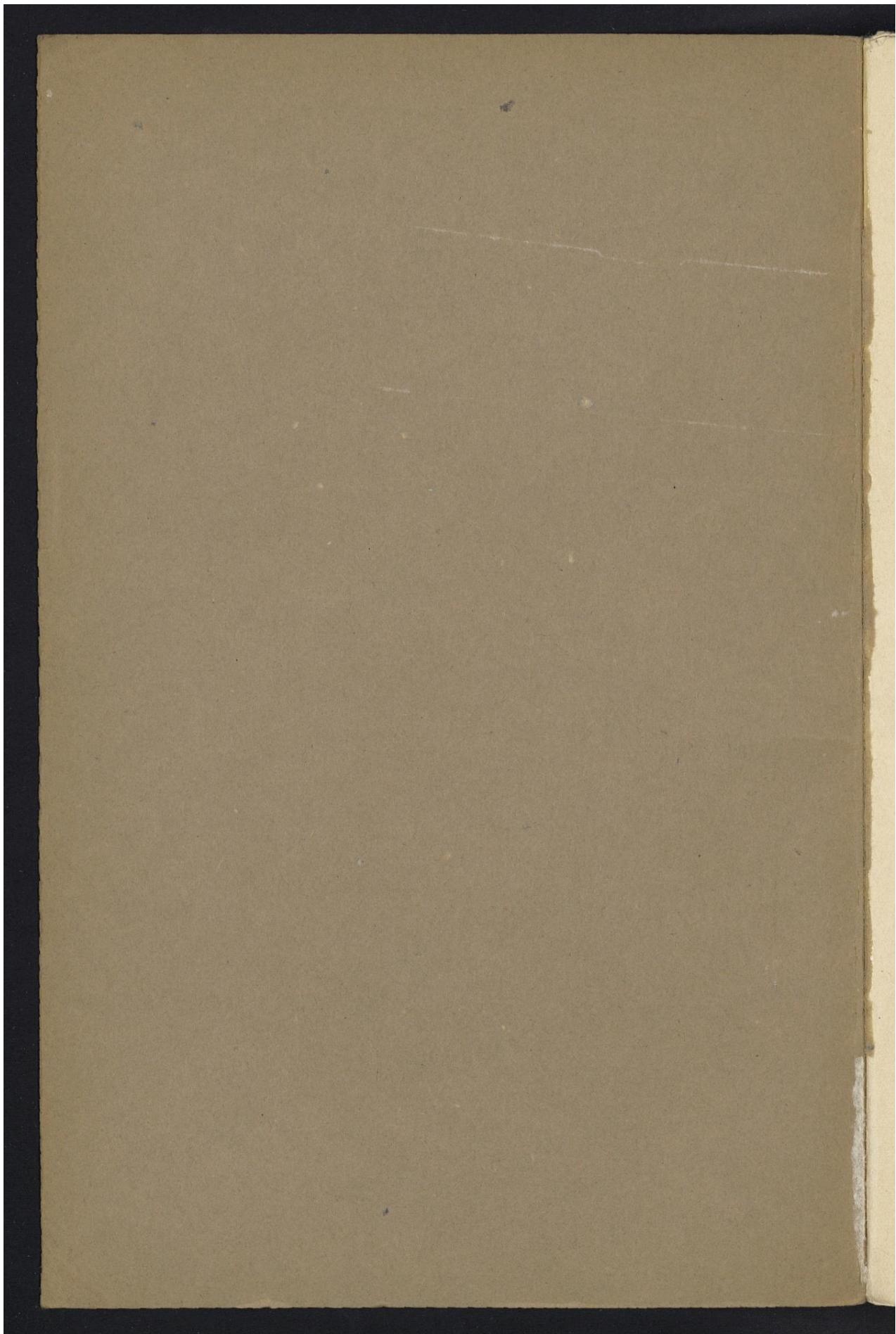
RAPPORT SUR LE FONCTIONNEMENT en 1935 et 1936

par Ed. SAUVAGE

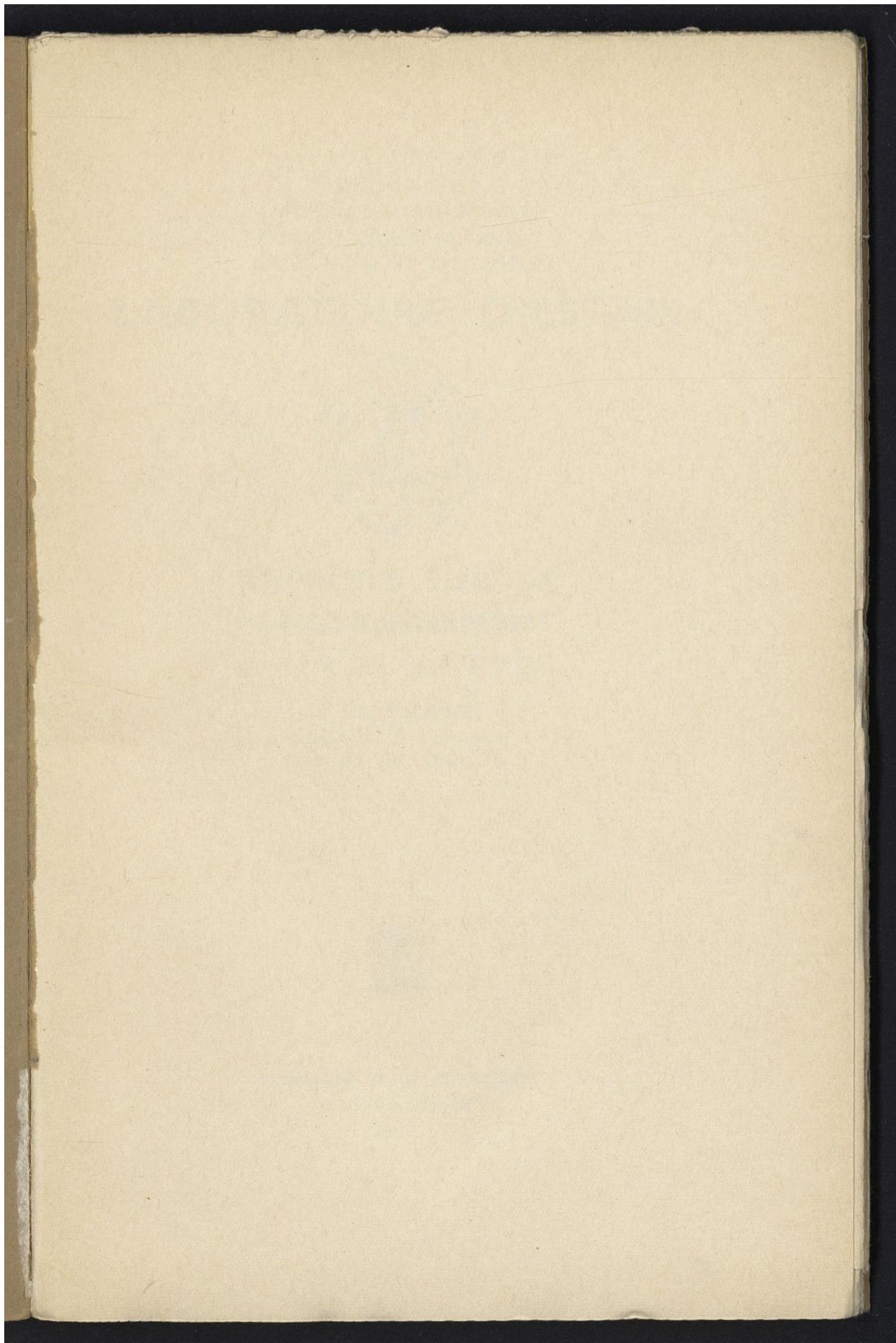
Membre de la Commission
Technique du Laboratoire



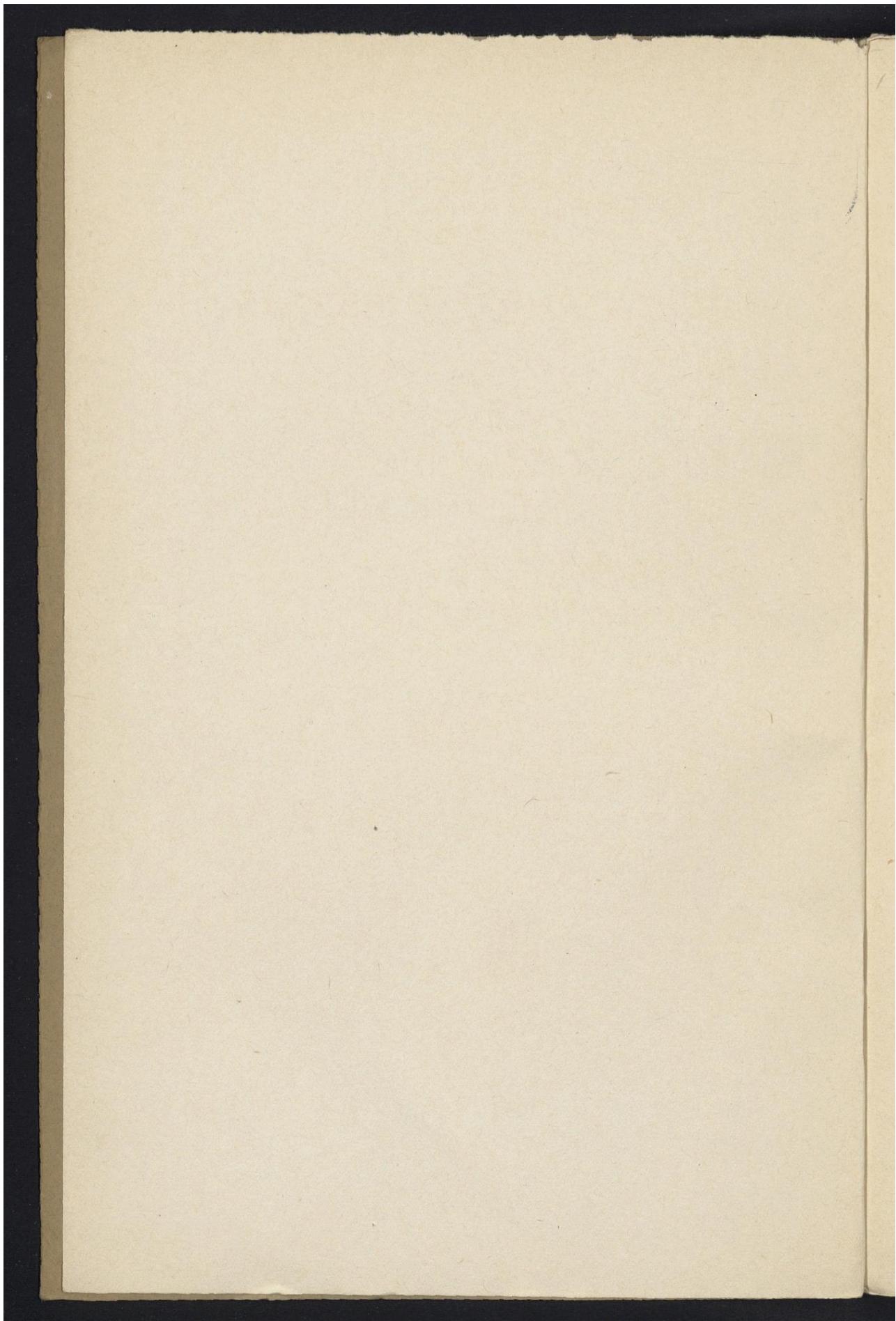
PARIS
HERMANN & Cie, ÉDITEURS
6, rue de la Sorbonne
1937



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



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 1935 et 1936

par Ed. SAUVAGE
Membre de la Commission
Technique du Laboratoire



PARIS
HERMANN & Cie, ÉDITEURS
6, rue de la Sorbonne
1937



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



INTRODUCTION

LE Laboratoire d'Essais mécaniques, physiques, chimiques et de machines installé au Conservatoire National des Arts et Métiers, compte maintenant 37 années d'existence, puisque cet organisme a été créé par un décret en date du 19 mai 1900 ; aussi ne paraît-il pas superflu de faire précéder le présent Rapport d'un court historique qui n'avait encore jamais été tenté.

Grâce à l'obligeance du Directeur du Laboratoire, de nombreux documents ont été mis à la disposition de l'auteur du présent Rapport qui ne saurait trop remercier M. BOUTRY de son précieux concours.

Longtemps avant l'établissement du Laboratoire d'Essais, l'utilité et même la nécessité d'un tel organisme étaient généralement reconnues. Un Congrès de Mécanique appliquée, tenu à Paris en 1889, après une discussion à ce sujet, fit la déclaration suivante :

« Le Congrès... émet le vœu qu'il y a lieu d'encourager par tous les moyens possibles la création et l'extension de laboratoires d'essais de matériaux et de machines, aussi bien dans les grandes Ecoles du Gouvernement, dans les grandes Administrations gouvernementales ou privées, que dans les établissements d'utilité publique tels, par exemple, que le Conservatoire des Arts et Métiers ».

Vers la même époque, la Société des Ingénieurs civils de France demandait également la création d'un Laboratoire d'Essais. C'est qu'en effet, vers cette époque, les progrès des

sciences appliquées commençaient à imposer à l'industrie des exigences de fabrication que des essais devaient nécessairement venir contrôler. De tels essais n'étaient pas absolument nouveaux, mais ils étaient exécutés la plupart du temps suivant des procédés sommaires et empiriques.

C'est à partir de la deuxième moitié du XIX^e siècle qu'une technique a pris naissance pour la réception des instruments de mesure, des produits métallurgiques et des matériaux de construction ; des laboratoires ont été installés, notamment par les services des Ponts et Chaussées, de l'Artillerie, de la Marine, des Chemins de fer, de la Ville de Paris. Mais ces Administrations ne s'occupaient que des études et essais relatifs à leurs besoins ; elles n'offraient donc pas un contrôle indépendant et indiscutable des produits. De même, les recherches industrielles, le développement et le perfectionnement des méthodes de mesures ne les inquiétaient que d'une façon extrêmement limitée.

La création d'un grand établissement qui aurait rempli impartiallement ce triple rôle sauvegarderait ainsi les intérêts des consommateurs et des producteurs, collaborant ainsi aux progrès scientifiques et techniques de la nation, était de plus en plus désirée.

Avant de bâtir, la visite d'établissements similaires existant à l'étranger parut fort utile ; elle fut demandée à une Commission prise au sein du Conseil d'Administration du Conservatoire des Arts et Métiers, Commission où figuraient notamment MM. Léon BOURGEOIS, A. CARNOT, Marcel DESPREZ, VIOLE et HARTMANN. Elle visita les laboratoires officiels de Berlin-Charlottenbourg, Dresde, Prague, Vienne et Munich. Dans le compte-rendu de ces visites, elle pose comme il suit la question :

« Abstraction faite des laboratoires de nos grandes Ecoles nationales universitaires et municipales, dont quelques-unes sont remarquablement organisées et qui sont toutes exclusivement consacrées à l'instruction des élèves et aux recherches des professeurs ; abstraction faite aussi du Bureau International des Poids et Mesures qui procède à l'étalonnage de vis et de thermomètres de premier ordre, mais qui n'a pas assez de personnel pour pouvoir donner satisfaction à toutes les demandes qui lui sont adressées, il n'existe pas en France de laboratoire public ni pour les déterminations afférentes à la mécanique de précision et à l'optique industrielle, ni pour la vérification des baromètres, manomètres, thermomètres.



« Les thermomètres médicaux mêmes ne sont pas contrôlés.
« La France est peut-être le seul grand pays d'Europe qui ne se
« soit pas préoccupé de cette importante question ».

Le compte rendu de la Commission se termine par un projet d'installation au Conservatoire National des Arts et Métiers d'un Laboratoire d'Essais.

L'exécution finit par suivre le désir souvent exprimé ; une loi de finances du 13 avril 1900 et un décret du 19 mai 1900 investissaient le Conservatoire des Arts et Métiers de la personnalité civile et créaient dans cet établissement un Laboratoire d'Essais mécaniques, physiques, chimiques et de machines. Ce seul titre dit que satisfaction était donnée aux désirs exprimés par la Commission, d'une façon plus large même que celle-ci ne semblait l'avoir demandé, car elle avait limité d'une façon assez bizarre la compétence du futur Laboratoire par l'énumération dont on a pris connaissance ci-dessus.

La loi du 9 juillet 1901 et un décret de même date ayant pour objet l'organisation et le fonctionnement du Laboratoire ont approuvé une convention financière entre le Ministre du Commerce et de l'Industrie, le Conservatoire des Arts et Métiers et la Chambre de Commerce de Paris, procurant au Laboratoire les ressources nécessaires. Le Conservatoire lui donna en outre, des locaux suffisants bien qu'un peu restreints, locaux pris dans des bâtiments existants, auxquels on ajouta une construction au milieu du grand jardin intérieur.

Cette construction, longue de 86 m. 25 et large de 15 m. 60, comporte un rez-de-chaussée légèrement en contre-bas du sol et un étage. La surface totale attribuée au Laboratoire à cette époque était d'environ 5.500 mètres carrés, étage compris.

Pourquoi le Conservatoire des Arts et Métiers fut-il choisi comme siège du nouveau Laboratoire ? Il faut en chercher la raison dans l'histoire même de cet Etablissement.

Dès 1854, le Général MORIN, son Directeur, et M. TRESCA, alors Professeur, avaient procédé sans ressources spéciales à des essais de machines ; mais c'est surtout au Conservatoire que furent effectués des coulées de platine et l'étalonnage des prototypes du mètre dès 1879.

Installé au Conservatoire des Arts et Métiers, le Laboratoire fut inauguré le 1^{er} juillet 1903, par le Président de la République. Le rapport de M. René BENOIT, rédigé à ce moment,

décrivit les locaux visités, l'outillage des sections déjà en grande partie installé, quantité de machines et d'appareils en service. Le nombre croissant dès le début des demandes auxquelles le matériel progressivement complété donnait satisfaction, mit de suite en évidence l'utilité du Laboratoire.

En dehors des réponses données à la clientèle et des procès-verbaux d'essais qui lui étaient délivrés, le premier Directeur, M. A. PEROT, envisageait trois sortes de travaux :

- des études d'ensemble portant sur une longue série d'essais et découlant de nombreuses mesures ;
- des études spéciales dont les essais particuliers sont le point de départ ;
- enfin, des recherches originales portant sur des questions scientifiques intéressant la technique industrielle.

La Commission Technique, instituée dès le début, suit la marche du Laboratoire. Le Directeur expose devant elle les travaux et lui soumet les propositions d'achats d'outillage et de nominations de personnel.

M. PEROT, après avoir ainsi créé de toutes pièces le Laboratoire d'Essais et y avoir effectué des travaux de grande valeur (rappelons que c'est en grande partie au Laboratoire même que furent exécutées les déterminations interférométriques auxquelles sont associés les noms de MM. PEROT et FABRY) quitta le Laboratoire le 2 avril 1908 pour l'Ecole Polytechnique.

Le 7 juillet de la même année, M. CELLIERIER, deuxième Directeur, fut appelé à lui succéder ; sa direction se prolongea jusqu'à son décès subit le 6 mars 1936. Un résumé de ses 28 années de direction paraîtra fort à sa place dans le présent Rapport :

Né à Bordeaux le 27 mai 1870, J.-F. CELLIERIER entre à l'Ecole Polytechnique en 1890, et sert dans les 35^e et 13^e régiments d'artillerie à partir de 1892. En 1901, il exécute des travaux scientifiques à l'Institut Marey ; en 1903, il est nommé chargé de cours de télégraphie et de téléphonie à Vincennes. En 1904 et 1905, le Ministère de la Guerre l'envoie suivre les cours de l'Ecole Supérieure d'Électricité et le charge de diriger un service à la Manufacture d'Armes de Châtellerault. En 1906, il est affecté à la Section Technique de l'Artillerie ; les deux années qu'il passe là, lui donnent une expérience approfondie de la technique des mesures. Mobilisé en août 1914 sur le front, il est



rappelé un an plus tard à la direction du Laboratoire qu'il occupait déjà depuis six années et où ses services paraissaient indispensables.

Après la guerre, de nombreuses Commissions officielles réclament son concours ; Vice-Président de la Société Française des Electriciens, il participe aux travaux du Congrès International d'Electricité en 1932. Il a joué un rôle également très actif à l'Association Française de Normalisation, à la Commission supérieure émanant de cet organisme ; on trouvera plus loin mention des travaux exécutés au Laboratoire d'Essais par lui-même et sous sa direction.

Touché par la limite d'âge, M. J. F. CELLERIER a demandé à faire valoir ses droits à la retraite à la fin de l'année 1935 ; il restait en exercice pendant la désignation de son successeur ; avant même que celle-ci fut accomplie, M. CELLERIER, qui semblait en bonne santé, décédait subitement le 6 mars 1936, laissant d'unanimes regrets.

Le Directeur actuel du Laboratoire est (décret du 5 mai 1936) M. G.-A. BOUTRY, ancien Professeur au Lycée Saint-Louis, Agrégé de l'Université, Docteur ès-sciences.

* * *

Tout juste suffisante au début, la superficie des locaux du Laboratoire se trouvait après la guerre trop faible pour les facilités des services auxquels on demandait des essais de plus en plus nombreux ; dès 1919, le transfert dans des locaux nouveaux édifiés hors de Paris était envisagé. Ce projet fut repris périodiquement sans que jamais les difficultés financières en aient permis la réalisation. Le dernier projet de transfert qui ait été envisagé date de 1929 ; les crédits de bâtiments, d'achat de terrain et d'outillage qu'il prévoyait atteignaient 32 millions qui ne furent jamais accordés.

Comme on le fait trop souvent en France, on se contenta de parer au plus pressé en achetant à Colombes (Seine), un terrain d'environ 16.000 mètres carrés sur lequel, des bâtiments à usage de Laboratoire étaient édifiés, bâtiments dans lesquels fut transféré, au cours de l'année 1929, le Service des Essais de Chimie du Laboratoire. Cette mesure, qui avait l'avantage immédiat de décongestionner les bâtiments anciens, présente toutefois un

inconvénient grave et durable : le Laboratoire est coupé en deux tronçons très éloignés l'un et l'autre, ce qui rend malaisé leurs relations qui sont pourtant continues.

Cet agrandissement lui-même n'a pas suffit : à partir de 1930, c'est le Service des Thermomètres médicaux qui étouffe dans les locaux trop exigus. En 1933, il fallut lui établir une annexe, rue Gay-Lussac, dans un local abandonné par le Musée Pédagogique. Il était temps : 1.250.000 thermomètres médicaux en attente s'étaient accumulés au Laboratoire, faute de locaux, de personnel, et à cause du trop grand nombre de demandes.

Très bien réalisée, mise en marche dans un temps record, l'Annexe de la rue Gay-Lussac réussit à liquider très rapidement le stock accumulé ; elle cessa de fonctionner le 29 mai 1935. A cette date, le Service des Thermomètres médicaux au Laboratoire d'Essais fut agrandi et remis à neuf.

Dans les projets de transfert successivement établis par M. CELLERIER, il est intéressant de remarquer qu'un bâtiment spécial était prévu pour l'étude de la conservation de ce qu'il appelait des « standards », c'est-à-dire des étalons de mesures.

Quoi qu'il en soit, avant l'entrée en fonction en 1931 du Directeur actuel du Conservatoire, M. NICOLLE, aucune disposition n'avait été prise pour appliquer l'article 3 de la loi du 2 avril 1919 sur les Unités de mesure qui prescrit que « *Les Etalons nationaux établis pour représenter les unités principales et les unités secondaires sont déposés au Conservatoire national des Arts et Métiers* ».

Pendant plus de 12 ans, la loi était restée « lettre morte » : les Etalons nationaux du mètre et du kilogramme, seuls existants, se trouvaient encore aux Archives nationales et au Conservatoire ; en dépit de la loi, aucune disposition n'avait été prévue ni pour le Dépôt des Etalons nationaux, ni pour les opérations de référence à ces étalons, ni pour les étalons des autres unités (mécaniques, électriques, thermiques, photométriques et optiques).

La plupart des pays étrangers avaient créé des laboratoires nationaux de mesures : la France, berceau du système métrique, n'avait rien.

Grâce à M. Paul PAINLEVÉ, Président du Conseil d'Administration du Conservatoire, M. NICOLLE put mettre fin à cette situation anormale.



C'est sur l'intervention du Président PAINLEVÉ, en effet, que des crédits furent inscrits au titre de l'outillage national (loi du 28 décembre 1931) pour la réorganisation du Conservatoire et pour permettre, notamment, de construire le Dépôt des Étalons nationaux ; d'autre part, une première tranche de crédits fut prévue dans le Budget de l'exercice 1932 pour son équipement.

Dès mai 1932, le Conseil d'Administration du Conservatoire national des Arts et Métiers était saisi d'un projet tendant à construire le Dépôt des Étalons nationaux dans la cour des amphithéâtres du Conservatoire national des Arts et Métiers ; les travaux étaient rapidement entrepris sous la direction scientifique et technique de M. LEMOINE, professeur de Physique générale, assisté de M. PÉRARD, Directeur du Bureau international des Poids et Mesures, de M. MÉTRAL, Professeur de Mécanique au Conservatoire et de M. GOSELIN, Ingénieur des Poids et Mesures.

Ce bâtiment, doté de tous les perfectionnements que la technique moderne peut apporter à l'aménagement rationnel d'un laboratoire de mesures de très haute précision, comportait dès 1933 (fig. 1) :

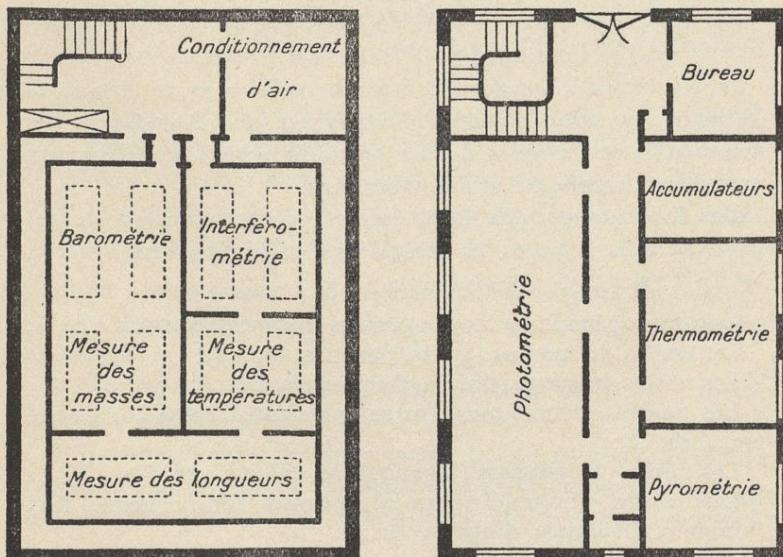


FIG. 1.

1^o *En sous-sol* : quatre laboratoires aménagés en salles isothermes au moyen d'une installation de ventilation et de chauffage spécialement étudiée pour permettre de maintenir une température constante et uniforme de 20° C. avec un degré hygrométrique de 0,60.

Le chauffage isotherme est assuré par deux circulations distinctes d'air, l'une traversant les salles de mesures et comportant deux réglages : réglage de la température et réglage du degré hygrométrique, l'autre comportant seulement le réglage thermique et parcourant une enveloppe à double paroi cinturant les salles de mesures.

Le réglage de la température à la valeur de 20° C. est assuré par des thermostats spécialement étudiés, celui du degré hygrométrique comporte une installation de réfrigération destinée à amener au point de rosée (environ 12° C.) l'air de la circulation intérieure repris à 20° C. et à 60 % d'humidité avant son réchauffage à 20° C.

Des massifs socles antivibratoires ont été construits pour les appareils de haute précision prévus dans les salles dont il s'agit.

Le sous-sol ainsi aménagé est réservé aux étalonnages de très haute précision, particulièrement sensibles aux conditions thermiques et aux vibrations du sol.

2^o *Au rez-de-chaussée*, un bureau, une salle de dessin et d'études, une salle d'accumulateurs et des laboratoires pour les mesures (1) qui emploient des appareils moins sensibles aux variations thermiques et aux vibrations.

Des laboratoires, dès 1933, étaient prévus pour les étalonnages relatifs à toutes les catégories d'unités inscrites dans la loi du 2 avril 1919, notamment :

Les unités géométriques (longueurs, surfaces, volumes, etc...) ;
Les unités de masses (poids, densités, etc...) ;
Les unités de temps (durées, fréquences, etc...) ;
Les unités mécaniques (force, pression, travail, énergie, etc..., etc...) ;
Les unités calorifiques (température, calorie, etc...) ;
Les unités photométriques et optiques (éclairement, flux lumineux, brillance, dioptrie, etc...).

(1) Thermométrie, pyrométrie, photométrie.



Le statut du Dépôt des Étalons nationaux a été fixé par le Bureau national scientifique et permanent qui, dans sa séance du 28 juillet 1933, adoptant les termes du rapport de M. MÉTRAL, a défini comme suit sa mission :

- 1^o Conservation des Étalons français, représentant les unités principales et secondaires définies par la loi du 2 avril 1919 et détermination des équations respectives des divers Étalons ;
- 2^o Création et construction des Étalons représentant l'ensemble des unités métriques (multiples et sous-multiples compris) prévues par la loi du 2 avril 1919 ;
- 3^o Étalonnage des appareils de mesure employés pour la reproduction des unités principales et secondaires du système métrique ;
- 4^o Etude des principes à suivre pour la construction et l'emploi des Étalons ;
- 5^o Recherches tendant à obtenir une plus grande exactitude dans la détermination des constantes physiques en vue d'accroître la précision des Étalons et des méthodes d'étalementage des mesures métriques ;
- 6^o Essais et contrôles, demandés par les services publics et les particuliers, et qui nécessitent une haute précision difficile à réaliser sans référence avec les Étalons nationaux.

C'est dans ces conditions que, lors de la visite du Président de la République, le 28 octobre 1933, M. LEMOINE put montrer à M. Albert LEBRUN la nouvelle installation du Dépôt des Étalons nationaux, dont la section des Étalons de longueur était organisée avec l'équipement suivant, savoir :

- 1^o Un comparateur à déplacement latéral pour la comparaison directe des mesures à traits avec le prototype et l'étaalon secondaire ;
- 2^o Un étaalon secondaire du mètre, règle en H de 1 mètre divisée en millimètres ;
- 3^o Un comparateur à déplacement latéral combiné avec une machine à mesurer pour la détermination de l'étaalon secondaire subdivisé en millimètres et la mesure absolue des mesures à bouts ;
- 4^o Un micromètre électrique pour la comparaison directe des mesures à bouts ;

5^o Un interféromètre pour la mesure directe en longueur d'ondes lumineuses des calibres à faces parallèles ;

6^o Un comparateur pneumatique pour la comparaison des calibres à faces parallèles ;

7^o Une série de 109 calibres étalons à faces parallèles avec ses accessoires ;

8^o Des appareils de mesures d'usage général et les accessoires pour l'emploi des appareils ci-dessus.

Cet équipement permettait, dès 1933, de déterminer, par rapport au Mètre Étalon national pour la France, toutes les mesures susceptibles d'être présentées au Dépôt des Étalons nationaux, soit :

1^o Des mesures à traits d'un mètre ou d'un sous-multiple du mètre ;

2^o Des règles portant une division métrique ;

3^o Des mesures à bouts extérieurs (broches à bouts sphériques, tampons cylindriques, etc.) ;

4^o Des mesures à bouts intérieurs (calibres-mâchoires, bagues, etc.) ;

5^o Des cales combinables à faces planes parallèles.

Les deux premières catégories de détermination nécessitent l'étalonnage par rapport au mètre national de la règle à traits à section en H divisée en millimètres et par conséquent :

1^o La comparaison des traits extrêmes de cette règle avec ceux du mètre national ;

2^o La comparaison entre elles des subdivisions.

La première opération se fait sur le comparateur à déplacement latéral.

La deuxième opération se fait sur un comparateur à déplacement longitudinal. Cet appareil construit spécialement pour le Dépôt des Étalons nationaux par la Société genevoise, diffère de la machine à mesurer ordinaire par l'adjonction de coulisses permettant de déplacer les microscopes de manière à les mettre à une distance l'une de l'autre qui peut varier entre un peu moins de 10 centimètres et un peu plus de 1 mètre. En outre, des réglages supplémentaires de position des microscopes et de la règle en H ont été ajoutés à la construction normale.

Le raccordement des mesures à bouts avec les mesures à traits définies par la règle en H se fait également au moyen du comparateur à déplacement longitudinal, muni à cet effet d'une poupée fixe micrométrique et d'un palpeur solidaire du chariot qui porte la règle en H.

Des palpeurs en forme de C sont utilisés pour les mesures intérieures.

La détermination directe par rapport à la règle en H d'une mesure à bouts étant une opération assez longue et délicate, on établira une fois pour toutes (sauf bien entendu des vérifications périodiques) une série d'étalons à bouts, sous forme de broches à bouts sphériques.

Les déterminations courantes de mesures à bouts se font par des comparaisons directes avec ces étalons.

C'est pour ces opérations qu'a été prévu le micromètre électrique.

La détermination des cales à faces parallèles (étalons à bouts de 1 à 100 millimètres) peut se faire au moyen de la machine à mesurer, mais avec une précision qui est limitée par celles de la poupée micrométrique et des visées par les microscopes et qui, en tenant compte encore des erreurs sur les déformations aux contacts et des défauts de réglage, ne dépasse guère 0,3 micron.

La méthode par interférences lumineuses permet de rapporter les déterminations de mesures à bouts avec le mètre national au moyen :

1^o Des valeurs déterminées une fois pour toutes par rapport au prototype international des longueurs d'onde de certaines radiations lumineuses monochromatiques ;

2^o De l'équation du mètre national par rapport au prototype international, déterminée au Bureau international des Poids et Mesures.

Cette méthode permet des déterminations avec une précision beaucoup plus grande que ne le permet la machine à mesurer.

C'est pourquoi l'équipement du dépôt des Étalons nationaux comporte un interféromètre de la Société « La Précision mécanique ».

La détermination absolue au moyen de l'interféromètre étant une opération longue et délicate, les déterminations courantes

de cales présentées au dépôt des Étalons nationaux se feront par comparaison avec une série de cales étudiées une fois pour toutes au moyen du comparateur pneumatique donnant une précision peu inférieure à celle de l'interféromètre.

Enfin, l'équipement comporte une série d'appareils pour les mesures et opérations diverses de réglage.

Avec cet outillage, le Dépôt des Étalons nationaux se trouvait, dès octobre 1933, muni des appareils lui permettant de remplir, en ce qui concerne les mesures de longueur, son rôle fondamental.

* * *

En ce qui concerne les autres unités, des projets d'équipement avaient été étudiés au cours de l'année 1933 par une Commission réunie sous la présidence du Président PAINLEVÉ et composée de M.M. LEMOINE, Professeur de Physique générale au Conservatoire des Arts et Métiers, PÉRARD, Directeur du Bureau international des Poids et Mesures, MÉTRAL, Professeur de Mécanique au Conservatoire national des Arts et Métiers, GOSSELIN, Ingénieur des Poids et Mesures.

Sur la proposition de M. LEMOINE, le Directeur du Conservatoire avait appelé, en outre, en 1934, M. BOUTRY, professeur au Lycée Saint-Louis, à collaborer aux travaux de la Commission.

C'est en cette qualité que M. BOUTRY rédigea un projet d'équipement nouveau, celui précisément adopté et réalisé depuis.

Par arrêté de M. le Sous-Secrétaire d'Etat à l'Enseignement Technique en date du 11 août 1936, le Dépôt fut rattaché au Laboratoire d'Essais sous le nom de Section des Étalons Nationaux du Système Métrique.

On trouvera, ci-dessous (page 24) l'exposé des études et des travaux effectués en 1935 et 1936.

En 1936 également, comme on le verra, un nouveau service d'acoustique fut créé au Laboratoire d'Essais.

Pour apprécier ces remaniements successifs dans le projet d'installation dont la description va suivre, il convient de rechercher ce que serait une installation parfaite, indépendamment de toutes considérations et difficultés d'exécution. On envisagerait ainsi un idéal dont on rapprocherait la réalisation future ; c'est ce qu'a fait le Directeur actuel du Laboratoire dans

un magistral exposé destiné au Bureau National des Laboratoires.

Ce Bureau réunit des représentants des Laboratoires officiels français affectés à la métrologie, au perfectionnement des méthodes d'études et à leur application dans l'Industrie. Ces trois catégories d'opérations sont étroitement liées : le laboratoire de métrologie pure et le laboratoire de métrologie appliquée vivent forcément côté à côté, et cette liaison donne un instrument de travail et de perfectionnement d'une rare puissance; c'est mieux qu'un serviteur de l'industrie : il la guide et la soutient.

Le projet d'un grand et puissant Laboratoire National préconisé par M. BOUTRY dans son exposé au Bureau National des Laboratoires n'a rien d'utopique : des établissements de ce genre sont en pleine activité à l'étranger : aux Etats-Unis d'Amérique, c'est le Bureau of Standards ; en Grande-Bretagne, le National Physical Laboratory ; en Allemagne, le Physikalische Technische Reichsanstalt.

M. BOUTRY constate au contraire que la France ne possède pas un véritable Laboratoire National, mais qu'elle en a plusieurs dont les attributions ne sont pas nettement définies et dont les moyens d'existence ne sont pas suffisants. On peut citer entre autres, à côté du Laboratoire d'Essais du Conservatoire qui reste le plus grand et le plus actif : le Laboratoire Central d'Electricité, les dépendances de l'Institut d'Optique, le Laboratoire National de Radioélectricité, certaines sections de l'Office National des Recherches et Inventions, le Laboratoire des Hautes Températures de l'Université de Paris, etc...

Un grand Laboratoire National de mesures, recherches et contrôle, largement outillé, réunirait utilement ces établissements divers ; il exigerait un vaste terrain, de préférence voisin de Paris. Ce projet, exposé au Bureau National des Laboratoires, a soulevé de nombreuses parts, un intérêt très vif ; c'est ainsi que le Ministère de la Guerre, en appréciant toute l'importance, s'est offert à céder un terrain destiné à son établissement.

On ne saurait toutefois attendre la réalisation d'un projet aussi vaste pour améliorer le Laboratoire actuel du Conservatoire. C'est pourquoi, dans un récent rapport présenté à la Commission Technique du Laboratoire et au Conseil d'Administration du Conservatoire par le Directeur actuel du Laboratoire, la réforme et l'équipement futur de ce dernier, tels qu'on peut

les réaliser immédiatement sans transformation radicale, sont étudiés.

En premier lieu, deux constructions nouvelles sont prévues, dont l'une, immédiatement accordée, commencera en 1937 ; le Conservatoire possède, à l'angle de la rue du Vertbois et de la rue Vaucanson un terrain d'environ 23 m. \times 7 m. ; un bâtiment de 5 étages édifié là, logerait à l'aise, les services de vérification légale et dégagerait des locaux importants dans le pavillon central. En surélevant d'un étage ce dernier, on pourrait non seulement y ramener la Section de Chimie, dont l'éloignement présente les inconvénients qu'on a vu, mais encore créer des laboratoires nouveaux. Toutefois, cette surélévation exigera l'approbation du service des Bâtiments Civils.

Si le Laboratoire doit être ultérieurement déplacé, ces constructions nouvelles ne seront pas inutiles, car d'autres laboratoires d'enseignement du Conservatoire, fort à l'étroit, pourraient immédiatement s'y loger sans difficulté.

Dans les locaux actuels, divers travaux d'entretien étaient nécessaires (peintures, réfection des canalisations électriques, etc.). Certains aménagements, et notamment d'un réfectoire, seraient très bien vus du personnel. Enfin, le rapport donne une liste d'acquisitions d'outillage d'importance exceptionnelle, approuvée par la Commission Technique dans sa séance du 18 juin 1936.

Les conclusions de ce rapport sont réalisées pas à pas ; tous les crédits nécessaires ont été accordés. et il y a lieu de croire que la fin de 1937 verra l'ensemble des améliorations qu'il préconisait réalisées.

* * *

Malgré l'absorbant travail des essais et des recherches, la vitalité du Laboratoire s'est constamment manifestée par la publication de mémoires tant scientifiques que techniques.

En premier lieu, le *Bulletin du Laboratoire*, publié sans périodicité de 1903 à 1927, puis fâcheusement interrompu, contient une riche collection de ces mémoires. On y trouve notamment :

En 1903, une description du laboratoire par son directeur M. PEROT ; le compte rendu d'une mission au Congrès de Chimie de Berlin.

En 1904, des études de E. LEDUC sur « l'action de l'eau de mer sur les mortiers », de P. BREUIL « sur les sollicitations vives et lentes appliquées aux métaux ferreux », de PEROT et FABRY « sur les longueurs d'ondes lumineuses étalons ».

En 1906, le compte rendu d'essais d'huile, par P. BREUIL ; des recherches sur les enveloppes calorifuges, de BOYER-GUILLOU et AUCLAIR ; l'étude d'une dynamo-dynamomètre, par AUCLAIR ; celle d'un compteur d'eau, par PEROT et MICHEL-LEVY ; celle des étalons lumineux à flamme, par PEROT et FABRY.

En 1907 « sur la constitution intime des calcaires », par E. LEDUC, grand mémoire accompagné de nombreux tableaux d'essais ; « essais sur le plâtre », par E. LEDUC et M. PELLET ; « examen critique de quelques méthodes de mesure de la puissance utile des voitures automobiles », par AUCLAIR.

En 1908, « essais sur le silico-calcaire », par E. LEDUC et Ch. de la ROCHE ; les briques silico-calcaires, d'un bel aspect, sont fréquemment employées en Allemagne, et il était utilisé d'en faire connaître en France la fabrication ; « essais de torsion, les essais de torsion considérés comme moyens de sélection des métaux, relations entre la torsion et la traction », par P. BREUIL ; « jaugeages des gros débits, par BOYER-GUILLOU, AUCLAIR et LAEDLEIN.

En 1911, « essais d'huiles usagées », par P. SABATIÉ et M. PELLET.

En 1917, « étude sur les essais chimiques de verres », par Ch. GRIFFITHS.

En 1919, « étude sur les essais de dureté des corps et des métaux en particulier au moyen du scléromètre », par J. SERVAIS ; « Note sur la fragilité des toles d'acier doux provoquée par le meulage » et « Note sur un dispositif dynamométrique fondé sur les déformations élastiques », par P. SABATIÉ ; ce dispositif dérive d'un dynamomètre fort simple dû à un ouvrier du laboratoire, ESPEUT ; dynamomètre qui est un simple anneau d'acier ovalisé par la force à mesurer, force dont l'effet est appréciable entre des limites fort étendues, depuis quelques kilogrammes jusqu'à plus de 25 tonnes (1).

(1) Cette invention a valu à M. Aimé ESPEUT en 1913 une médaille d'argent de la Société d'Encouragement pour l'industrie nationale. Il a produit depuis cette époque de nombreuses inventions utiles, notamment pour le frettage

En 1922, « note sur les variations de la hauteur de rebondissement d'un mouton en fonction du nombre de chocs », par C. DROUILLARD.

En 1924, « recherches techniques et expérimentales sur le fonctionnement des courroies de transmission », par AUCLAIR, BOYER-GUILLOU et COULMEAU, travail d'une extrême importance, qui a été suivi par une commission comprenant des membres du Conservatoire, de la Direction des Inventions, ainsi que divers ingénieurs et industriels ; RATEAU, dans une préface à ce mémoire, fait remarquer combien les observations recueillies sont importantes, nouvelles et imprévues.

En 1927, « sur les procédés de mesure du coefficient de conductibilité calorifique des matériaux peu conducteurs de la chaleur », par HEYBERGER.

Cette énumération un peu sèche appelle plusieurs remarques : d'abord, l'importance et la variété des sujets traités sont un puissant argument en faveur de la reprise de la publication du *Bulletin du Laboratoire* ; puis on ne saurait trop féliciter le personnel du Laboratoire pour avoir su produire des publications de premier ordre, bien que souvent absorbé par des essais qu'il ne peut ajourner ; enfin, il est clair qu'en réduisant, par une augmentation d'effectif, la besogne matérielle de ce personnel, ainsi qu'on l'a bien des fois demandé, on assurerait la multiplication de ces travaux qui honorent le Laboratoire.

Aux publications qui viennent d'être mentionnées s'en ajoutent d'autres, parues séparément, tout en se rattachant aux travaux du Laboratoire.

En 1909, les opérations très variées de la Section des Métaux ont été exposées dans les mémoires de la Société des Ingénieurs civils par le Chef de cette Section, P. BREUIL.

Un « Exposé pratique des méthodes optiques pour l'étude microscopique des roches », par L. BERTRAND en 1918, donne des indications précises sur ces méthodes, qui n'étaient guère connues que des minéralogistes et des géologues, bien que d'une grande utilité pour l'industrie céramique.

Afin de diffuser la connaissance des procédés courants de contrôle des métaux, procédés dont l'usage ne saurait être trop

des bouches à feu, inventions qui lui ont valu la croix de la Légion d'honneur et, en 1936, une médaille de vermeil de la Société d'Encouragement.

fréquent, le Chef de Service SABATIE et l'Assistant, SERVAIS ont rédigé en 1920, un « Memento pour les examens métallographiques (acières et fontes) ».

L'excellent traité des véhicules automobiles, publié en 1926 par BOYER-GUILLOU, Chef de Section principal au Laboratoire, résume l'expérience acquise par de nombreux essais. L'accéléromètre AUCLAIR-BOYER-GUILLOU, décrit dans ce traité, analyse les déplacements verticaux de la voiture sur ses ressorts et en indique les accélérations souvent très grandes : dans le passage sur des obstacles, on a relevé la valeur 19, le mètre et la seconde étant les unités : c'est environ le double de l'accélération due à la pesanteur : la force agissant sur la partie suspendue du véhicule atteint à cet instant le double de son poids.

Des communications de M. CELLIER sur l'analyse scientifique des sons musicaux et sur la sonde phonique pour la mesure des intensités mécaniques des sons ont été publiées en 1930 et en 1932 par les Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences ; la Revue Générale d'Electricité a donné, en 1932, du même auteur « la sonde phonique pour la mesure des intensités mécaniques des sons ».

On trouvera plus loin, dans le présent Rapport, mention de publications plus récentes.

Chaque année, depuis l'origine, des Rapports sur le fonctionnement du Laboratoire ont été publiés par des membres de la Commission Technique : M. BENOIT fut le premier, sur l'exercice 1905 ; puis les rédacteurs ont été jusqu'en 1913, MM. SAUVAGE, GUILLET, DOUANE et ROGER. Ce dernier rédigea un unique rapport pour la période de 1914 à 1918. Viennent ensuite, les Rapports jusqu'à l'exercice 1934, par MM. LOEBNITZ et DALBOUZE.

Chacun de ces rapports contient un exposé de la marche du Laboratoire, avec un tableau des recettes et des dépenses comparées à celles des exercices précédents, celui des demandes d'essais, l'état du personnel. Le service de chacune des cinq sections (physique, métaux, matériaux de construction, machines, chimie) est ensuite analysé séparément : pour chaque section, le rapport indique les additions et perfectionnement de l'outillage, le nombre et la nature des essais courants, les vérifications d'instruments, les recherches techniques et les essais spéciaux.

Le Rapport sur le fonctionnement du Laboratoire d'Essais en

1935 n'a pu paraître à la suite des décès successifs du Directeur en exercice M. CELLERIER et du rapporteur désigné pour l'année, M. DALBOUZE. C'est la raison pour laquelle, le Rapporteur actuel a réuni en un seul volume les comptes rendus du fonctionnement des années 1935 et 1936.

Activité du laboratoire en 1935 et 1936.

I. — Réforme du règlement relatif à la délivrance des procès-verbaux d'essais.

Les procès-verbaux d'essais remis aux demandeurs sont des documents dont aucun des termes ne souffre de modification. Il va de soi que leur signification risque d'être grandement dénaturée si leurs détenteurs, en les publiant ou en en faisant état, les tronquent ou y intercalent des commentaires ou des conclusions de leur cru.

Cette remarque est tellement évidente que les auteurs du règlement suivi par le Laboratoire jusqu'en 1935 n'avaient pas cru devoir le spécifier. Malheureusement, à la faveur de cette omission, des abus se sont produits, et, dans quelques cas heureusement rares, des procès-verbaux dénaturés ou tronqués ont été publiés. De tels faits seraient de nature à porter un grave préjudice à la réputation du Laboratoire, et c'est pourquoi une modification au règlement concernant la délivrance des procès-verbaux a été proposée en juin 1936 par le Directeur du Laboratoire à la Commission Technique.

La nouvelle rédaction est la suivante :

« PROCÈS-VERBAUX D'ESSAIS

« Les résultats d'essais font l'objet de procès-verbaux qui sont
« remis aux demandeurs contre reçus ou qui leur sont envoyés
« par lettre recommandée.

« Ces procès-verbaux relatent les conditions des essais, les
« méthodes suivies et les résultats obtenus ; ils ne doivent com-
« porter aucune appréciation ni commentaire.

« Sauf indications contraires, chaque procès-verbal est établi
« au nom de la personne ou de la société qui a formulé la
« demande d'essais.

« La reproduction intégrale sous forme de fac-similé photographique est seule autorisée.

« Les procès-verbaux ne peuvent être communiqués à des tiers ni publiés sans l'autorisation de la personne au nom de laquelle ils ont été délivrés.

« Des duplicita authentifiés des procès-verbaux pourront être délivrés sur demande. Le prix de ces duplicita est fixé à 10 francs par page. ».

Adopté par la Commission Technique, ce nouveau règlement était rendu exécutoire par un arrêté de M. le Sous-Secrétaire d'Etat de l'Enseignement Technique en date du 29 octobre 1936.

Depuis lors, le Laboratoire est armé pour la répression des fraudes qui pourraient se produire. Les résultats de cette mesure ont été fort heureux ; à la date où le présent rapport est rédigé, trois cas de publications partielles ou d'altérations des procès-verbaux du Laboratoire ont été relevés. Rappelés au respect des règles, les auteurs de ces publications ont sans difficulté fait paraître dans les revues qu'ils avaient utilisées des duplicita exacts des procès-verbaux en question.

II. — Recettes et Effectifs.

Les recettes provenant des essais et des vérifications sont encaissées les unes par le Conservatoire des Arts et Métiers, les autres directement par le Trésor ; ces recettes ont été, en nombres arrondis, pour la première catégorie de 692.000 francs en 1935 et de 576.000 francs en 1936 ; pour la seconde catégorie de 3.214.000 francs en 1935 et de 3.165.000 francs en 1936.

Les dépenses se sont élevées à 3.606.000 francs en 1935 et à 3.564.000 francs en 1936.

Les annexes 1, 2 et 3 au présent Rapport donnent le détail des recettes et des dépenses pendant les années 1930 à 1936. En tenant compte des encaissements directs du Trésor, on voit que les dépenses sont inférieures aux recettes.

Malheureusement, les dépenses du Laboratoire sont payées, pour partie par le Conservatoire National des Arts et Métiers en contrepartie des recettes qui sont versées à sa Caisse, et pour une autre partie (la majorité des traitements) par l'Etat. Si l'on établit le bilan des années 1930 à 1936 sous forme de deux budgets distincts, il est facile de constater que la balance

de l'Etat est toujours largement bénéficiaire, alors que la balance du budget « Conservatoire des Arts et Métiers » restait soit déficitaire, soit très faiblement positive.

Si l'on tient compte du fait que les dépenses d'outillage et les frais de fonctionnement sont à la charge du Conservatoire, on voit qu'il y a là un état de choses très fâcheux : émergeant à un budget unique, le Laboratoire d'Essais apparaît comme un organisme prospère ; émergeant à deux budgets distincts, il a grand'peine à obtenir que des frais suffisants soient faits pour son outillage et pour son entretien. Un tel état de choses apparaît d'autant plus regrettable qu'il n'est dû qu'à une inutile complication d'écritures.

L'effectif du personnel a peu varié depuis quelques années ; le 31 décembre 1936 il comprenait 191 agents énumérés à l'Annexe 4 du présent Rapport. Les noms et titres du personnel technique du Laboratoire sont indiqués à l'Annexe 5.

L'Annexe 6 donne la composition de la Commission Technique à la même date.

III. — Publications.

Les publications du Laboratoire en 1935 et 1936 comprennent :

- le compte-rendu de recherches d'acoustique industrielle faites sous la direction de M. CELLERIER. Ce compte rendu forme un numéro spécial de la Revue *Recherches et Inventions* (mai-juin 1936, 54 pages) ;
- deux notes du Directeur actuel relatives à l'emploi de cellules photo-émissives dans les mesures photométriques de précision ; ces notes ont paru dans les « Comptes rendus des séances de l'Académie des Sciences » (séances du 11 mai 1936 et du 11 janvier 1937) ;
- le Laboratoire a également collaboré en 1936 à la rédaction des Tables annuelles de Constantes. Le fascicule « Photoélectricité » a été rédigé entièrement par l'un de ses membres.

De nombreuses recherches sont en cours dont le but et le développement sont mentionnés plus loin.

Travaux et recherches effectués par le Laboratoire en 1935 et 1936.

A. — Section de Physique.

Les études de la Section de Physique se rattachent aux domaines de la chaleur, de l'optique, de l'acoustique, des mouvements vibratoires, de la métrologie. En outre, elle vérifie les instruments de mesure, tels que thermomètres, alcoomètres, ébullioscopes, verrerie jaugée, etc...

L'Annexe 7 donne le détail des opérations effectuées en 1935 et 1936 par cette Section ; on y remarque la grande variation du nombre d'essais de certains appareils d'une année à l'autre : c'est ainsi que, pour les compteurs à eau, ce nombre tombe de 2234 en 1935 à 564 en 1936. Cette différence paraît tenir au ralentissement de la construction.

Un arrêté du 11 août 1936, reproduisant, dans son article 2, le statut du Dépôt des Étalons Nationaux tel qu'il avait été défini par le Bureau National scientifique et permanent des Poids et Mesures, rattachait cet organisme au Laboratoire d'Essais.

L'équipement de la Section des Étalons Nationaux du Système Métrique a pu, conformément aux études de la Commission dont nous avons parlé antérieurement (page 14) être complété en ce qui concerne certaines unités autres que les unités de longueur, grâce aux crédits demandés et obtenus par le Directeur du Conservatoire en 1934 au titre du plan Marquet.

Thermométrie. L'ensemble du rez-de-chaussée est essentiellement destiné à la réalisation et à la conservation des étalons thermométriques et photométriques, ainsi qu'à l'exécution de toutes les mesures accessoires qui en

décourent (étalonnages de haute précision de thermomètres, couples thermo-électriques, etc., vérification d'instruments thermométriques et photométriques, etc...).

Il est bon de signaler que l'outillage spécial de ce service, inexistant en France au moment où la construction en était entreprise, a été soit entièrement réalisé par les soins du Laboratoire, soit construit d'après les études et les dessins de ses collaborateurs.

La première salle de thermométrie est actuellement consacrée à la réalisation des échelles de températures entre 0° et 440° C. ; ultérieurement, ce domaine sera étendu aux basses températures jusqu'à — 182° C. C'est le domaine des thermomètres à liquide (dont le thermomètre à mercure) et, pour l'échelle internationale des températures, du thermomètre à résistance de platine.

Nouveaux thermostats. Les appareils d'intercomparaison à température variable sont constitués par une batterie de thermostats établis sur un principe déjà utilisé au National Physical Laboratory de Grande-Bretagne et dont la construction a été perfectionnée par le Laboratoire.

La figure 2 donne le principe de leur fonctionnement :

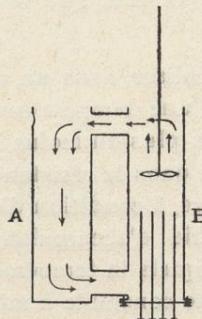


FIG. 2.

Deux cylindres circulaires de cuivre rouge verticaux et parallèles, *A* et *B*, sont reliés ensemble par deux manchons horizontaux de section rectangulaire. Le cylindre *A* constitue la chambre de mesure ; le cylindre *B* contient une batterie de

résistances chauffantes et un agitateur ; la construction des résistances est un peu particulière. Le but à atteindre était de dissiper dans des éléments de faible capacité calorifique des puissances importantes. On y est parvenu en bobinant des rubans de nichrome sur des plaquettes de mica de quelques dizième de millimètre d'épaisseur ; l'élément ainsi réalisé était isolé par d'autres plaquettes de mica et inséré à l'intérieur d'un tube de cuivre rouge sans soudure, ayant une épaisseur d'environ 2/10 de millimètre et dont la section rectangulaire est très étroite. On obtenait ainsi des éléments ayant une longueur de l'ordre de 15 cm., une largeur d'environ 3 cm. et une épaisseur à peine supérieure au millimètre, très légers, et capables de dissiper 500 watts. L'agitateur situé au-dessus de la batterie chauffante est une hélice dont l'axe est porté par un bâti qui n'a aucun point commun avec le bâti qui supporte le thermostat. De cette manière, les vibrations parasites sont éliminées (1).

L'ensemble du thermostat est soigneusement calorifugé à la soie de verre. Le fonctionnement de ces appareils est très remarquable ; la figure 3 qui donne un exemple des courbes de chauffage et de refroidissement montre à quel point l'inertie est faible ; on y voit également que l'isolement thermique est assez bon pour que, jusqu'à des températures de l'ordre de 95°, la courbe de chauffage reste très approximativement une droite.

Ces thermostats sont utilisés par le Laboratoire de deux manières :

1^o Lorsqu'on désire réaliser, dans un domaine déterminé de la chambre de mesure, une température se maintenant constante pendant un temps plus ou moins long, un courant constant et faible est envoyé dans la résistance de chauffage ; il est possible de cette manière, à condition d'utiliser comme source de courant une batterie d'accumulateurs, de réaliser des « paliers » au cours desquels la température en un point de la chambre de mesure reste constante à mieux que 1/10 de degré près pendant plusieurs heures.

Par contre, avec cette méthode d'utilisation, il existe dans la chambre de mesure A un léger gradient vertical de température

(1) Ces étuves ont été réalisées d'excellente façon par la maison Prolabo suivant les instructions données par le Laboratoire.

atteignant pour une température de l'ordre de 50° quelques centièmes de degré ; il est évident qu'il ne saurait en être autrement, puisque la batterie chauffante fournit un peu d'énergie.

2^o Si l'on veut obtenir que tous les points de la chambre de mesure A soient à un instant donné aussi exactement que pos-

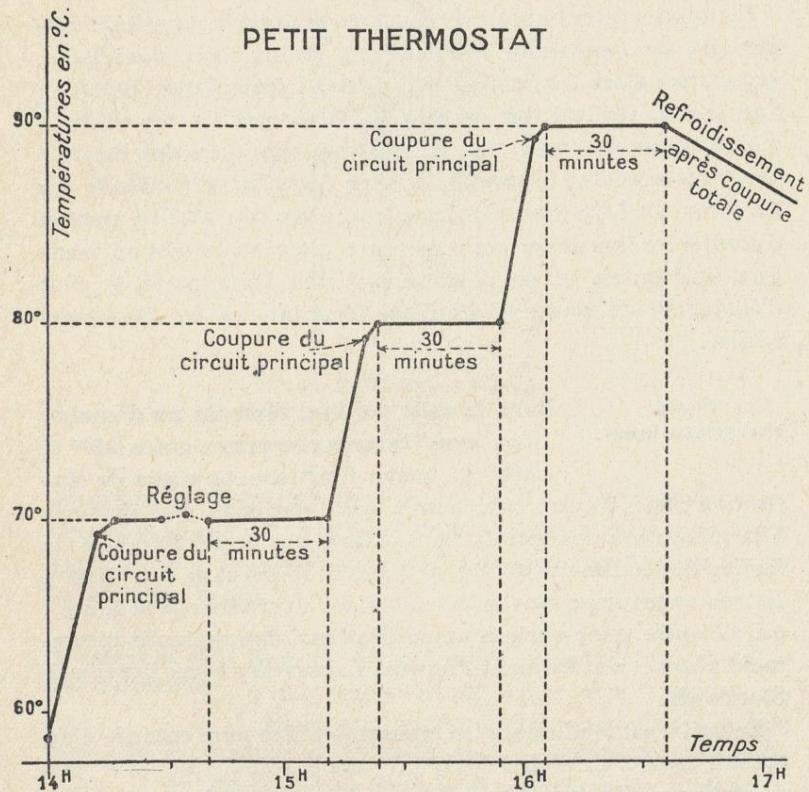


FIG. 3.

sible à la même température, après avoir chauffé le thermostat à la température maximum d'emploi, le courant est coupé et l'on maintient une agitation lente ; la température de la chambre de mesure qui reste partout la même à mieux que $1/100$ de degré près à un instant donné, décroît lentement avec le temps (à 90° par exemple la chute est de 5 à $6/100$ de degré par minute).

Le Laboratoire possède deux thermostats à eau de ce type qui fonctionnent entre 0° et 100° ; un thermostat à huile de même construction permet d'atteindre une température supérieure à 250° ; un dernier thermostat, dont la construction se termine, permettra en utilisant un mélange de nitrates alcalins d'atteindre une température de 500°.

En dehors de ces appareils d'intercomparaison, la même salle contient des appareils réalisant les points fixes classiques : cryostats à glace fondante (0° C.) ; deux hypsomètres (100° C.) : l'un d'eux, vertical, est réservé à l'étude des thermomètres à résistance de platine et aux vérifications courantes des thermomètres à mercure ; le second, du type Chapuis, perfectionné par les soins du Laboratoire et construit dans son atelier, permet d'étudier les thermomètres à mercure alternativement en position horizontale et en position verticale. Un appareil à point d'ébullition du soufre à chauffage électrique a été également réalisé.

**Fours
thermostatiques.**

Dans la salle voisine, réservée au domaine des températures comprises entre 440° et 1060°C., quatre fours sont en cours de réalisation : trois d'entre eux, fours à tubes verticaux, sont destinés à la réalisation des points fixes définis par la température de fusion de l'antimoine (630°), de l'argent (960°) et de l'or (1063°). Ils sont en principe tous trois semblables au schéma de la figure 4 qui s'inspire, avec quelques modifications, des appareils récemment réalisés au National Physical Laboratory et au Bureau of Standards.

Le métal est fondu dans un creuset de silice pure entouré d'un second creuset en nickel épais qui joue le rôle de jaquette thermostatique. Un enroulement annulaire A posé sur la face supérieure du second creuset permet de compenser les pertes de chaleur par convection vers le haut du four. Le couple à étalonner descend dans la chemise C scellée au couvercle du creuset. Le vide peut être fait et maintenu par le tube t. Enfin, deux thermocouples montent ou descendent dans les trous T, T' et permettent l'étude de la répartition des températures dans le creuset de nickel. Ces appareils, dont l'étude est en cours, semblent pouvoir permettre la définition d'une température de fusion à mieux que 0,01° C. près.

La Section du Laboratoire d'Essais consacrée à la thermométrie de précision ne borne pas son activité extérieure à l'étalonnage et à la vérification des thermomètres qui lui sont soumis. Ayant acquis ou construit les appareils nécessaires (machines à diviser, appareils de calibrage, etc...) *elle construit*

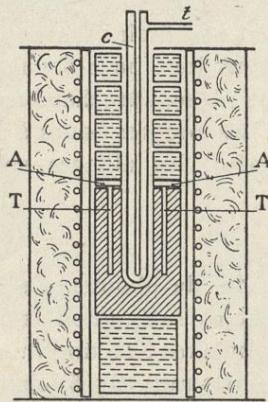


FIG. 4.

elle-même les thermomètres étalons destinés au Laboratoire ; sur demande spéciale, elle a cédé quelques étalons thermométriques particuliers à des établissements qui ne pouvaient s'en procurer ailleurs en France.

Recherches de thermométrie. Dans la même Section, et en utilisant les appareils qui viennent d'être décrits, des chercheurs travaillent activement à la réalisation complète et précise de l'Echelle internationale des températures : deux thermomètres étalons à résistance de platine en chemise de quartz entièrement scellée, sont en cours de construction ; l'étude et la réalisation d'un pont de Smith capable de mesurer la résistance électrique de ces thermomètres à mieux que un dix-millième d'ohm près est actuellement très avancée.

Le programme de constructions et de recherches se poursuivra par la construction d'un grand potentiomètre pour la mesure des forces électro motrices thermoélectriques de couples étalons, la construction de thermomètres spéciaux pour l'étude des basses températures, etc..., etc...

Pour montrer quelles difficultés le Laboratoire a rencontrées au début de ce type de recherches, nous dirons qu'il a été impossible de se procurer en France les fils d'alliages spéciaux (manganine) utilisés dans la construction des résistances étalons à faible coefficient de température ; le problème de la fabrication de ces alliages présentant un intérêt scientifique et technique très grand, le Laboratoire n'a pas hésité à s'outiller, comme on le verra plus loin, pour des recherches consacrées aux alliages de ce type ; il sera prochainement capable, avec ses propres lamincirs et ses propres bancs à tréfiler, de préparer et de travailler lui-même les alliages spéciaux dont il aura besoin.

Photométrie. La salle de photométrie est occupée par une sphère d'intégration de 2 mètres de diamètre, formée de deux hémisphères en aluminium portés chacun par un chariot roulant sur des rails (fig. 5, planche I). Le façonnage de cette pièce a été assez précis pour que des écarts sur le diamètre théorique ne dépassent nulle part 2 millimètres ; un banc d'optique de 12 mètres de long qui sera utilisé non seulement en photométrie visuelle mais encore en photométrie photoélectrique, est en cours de construction et sera terminé en 1937 ; dans ce domaine, un autre chercheur étudie les propriétés des nouvelles cellules photoélectriques imaginées par M. BOUTRY et commence la réalisation d'un spectrophotomètre enregistreur destiné à contribuer à la solution du difficile problème que constitue la photométrie hétérochrome.

Salles thermostatisques. Le sous-sol du pavillon est en majeure partie réservé aux mesures de haute précision des longueurs et des masses. Les salles de mesure n'ont ni fenêtres ni dégagements sur l'extérieur ; l'atmosphère qui y règne est, par ventilation artificielle, maintenue à une température de 20°C.

Les salles de mesures (1) sont isolées du terre-plein extérieur, du sol et de l'étage supérieur par deux parois dans lesquelles

(1) En état de fonctionnement dès 1933.

PLANCHE I

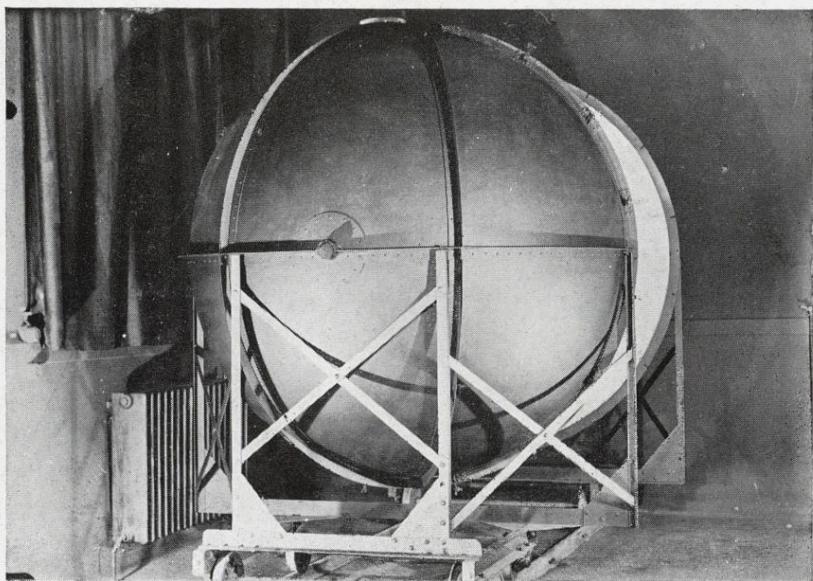


FIG. 5. — La sphère d'intégration de 2 mètres de diamètre.

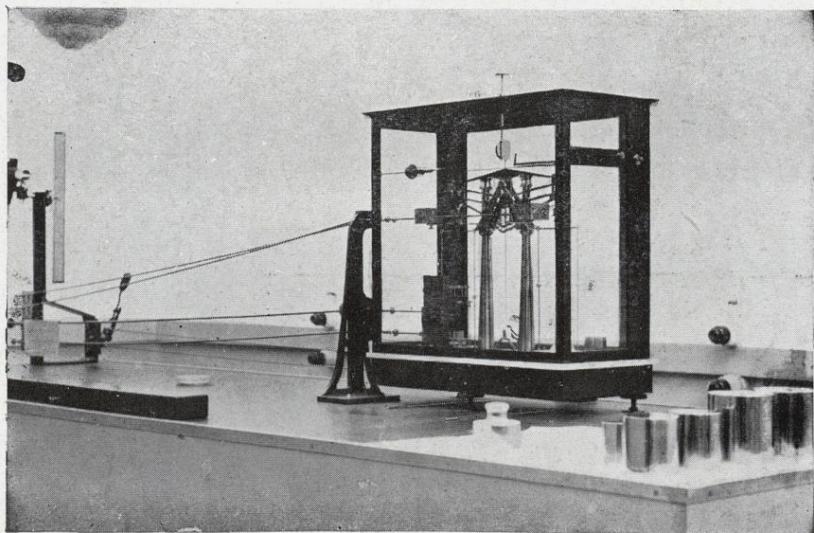
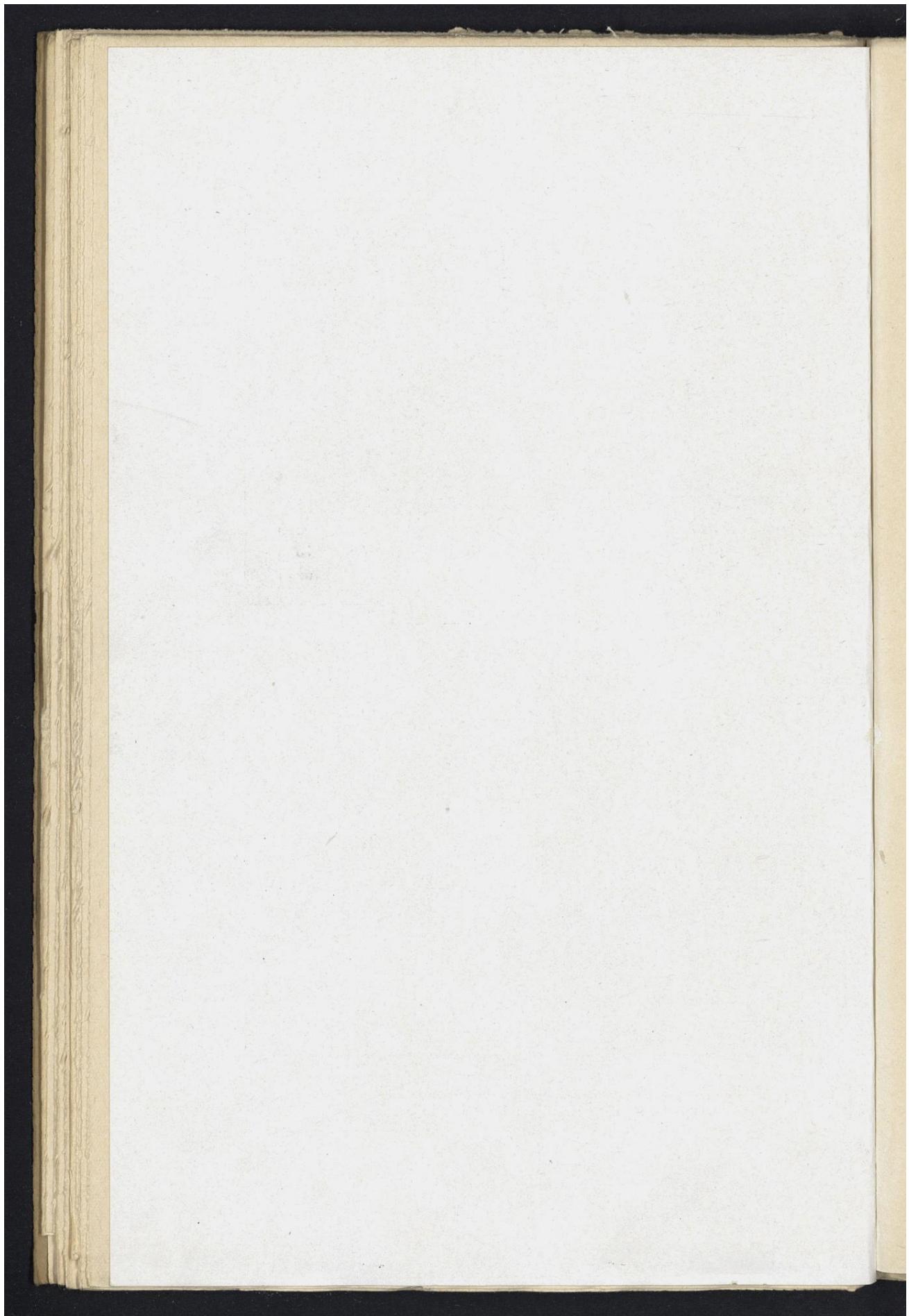


FIG. 7. — Métrologie : la grande balance commandée à distance,
portée : 1 kilog ; fidélité : 1/50^e de milligramme

Bib.
Cnam



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

circule un premier courant d'air maintenu à 20° (fig. 6) ; elles sont ventilées intérieurement par un second courant d'air maintenu à la même température, entrant par le plafond et sortant par le plancher. Les orifices de passage réglables permettent d'obtenir une température uniforme dans toute l'étendue des salles. Des thermostats règlent la température moyenne du courant d'air ; les enregistrements continuellement poursuivis au Laboratoire ont montré qu'il était facile de maintenir la tempé-

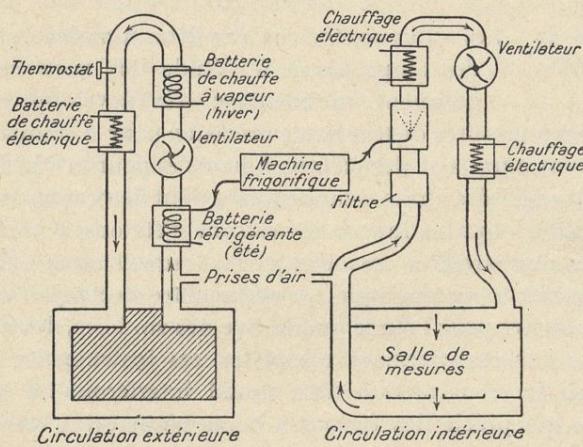


FIG. 6.

rature de 20° pendant plusieurs jours sans qu'on puisse constater d'écart supérieurs à $\pm 0^{\circ}05$. L'éclairage utilisé est partout indirect ; il fonctionne nuit et jour et il en est tenu compte dans l'établissement du régime de ventilation.

La seule influence perturbatrice est évidemment celle du personnel chargé de l'exécution des mesures ; sa présence produit des perturbations locales que l'on cherche à réduire au minimum et à compenser ; d'autre part, pour lui permettre de séjourner confortablement dans les salles de mesures, il a fallu maintenir constant le degré hygrométrique de l'atmosphère qui y règne ; c'est la raison d'être de l'humidificateur représenté figure 6 sur le circuit de ventilation intérieure. Le courant d'air frais, avant d'être envoyé au sol, passe dans une colonne où on pulvérise de l'eau à une température voisine de 6°. Ce n'est qu'ensuite que cet air humide est réchauffé à 20° et envoyé dans

la salle ; le degré hygrométrique est ainsi constamment compris entre 70 et 72 %.

Cette installation de conditionnement d'air a nécessité une machinerie assez complexe ; suivant les saisons, il est nécessaire de refroidir ou de réchauffer l'air frais que l'on prélève à l'extérieur du bâtiment ; un système de vannes automatiques, commandé par l'air comprimé, met au besoin en marche les batteries de chauffage ou de réfrigération.

Mesures de longueurs. Les salles consacrées aux déterminations précises des longueurs et à l'étude des surfaces comprennent un outillage très développé : deux machines à mesurer de très haute précision pour la comparaison des étalons à traits et des étalons à bouts et pour la vérification des règles divisées ; trois comparateurs, dont deux comparateurs à dilatation pour les intercomparaisons d'étalons à traits ; de nombreux appareils accessoires parmi lesquels nous citerons : un micromètre pneumatique, un micromètre électrique, un petit interféromètre pour l'étude qualitative des surfaces, des microscopes mesureurs, viennent compléter ces instruments fondamentaux. La construction d'un grand interféromètre pour le contrôle très précis des étalons à bouts plans est actuellement envisagée.

Le Laboratoire possède maintenant une collection d'étalons secondaires de longueurs de tout premier ordre : 3 règles étalons à profil en H, divisées en centimètres et en millimètres ; deux de ces règles sont en invar ; 3 jeux de cales étalons à faces planes ; 3 jeux de jauge à bouts sphériques ; divers plans étalons interférométriques, etc..., etc... Des intercomparaisons systématiques des règles étalons du Laboratoire et du mètre étalon français conservé par ses soins débuteront tout prochainement.

Mesures de masses. En ce qui concerne la mesure des masses, il faut signaler l'installation en 1936, d'une grande balance (fig. 7, planche I) commandée à distance et capable de comparer par double pesée deux étalons d'un kilogramme avec une sensibilité et une fidélité de 1/50^e de milligramme. La double pesée est, avec cette balance, conduite

selon la méthode de Borda ; les deux étalons viennent se poser successivement dans le même plateau.

Le Laboratoire fait actuellement construire une seconde balance commandée à distance qui utilisera la méthode de Gauss : les étalons, au cours de l'intercomparaison, seront posés successivement dans chaque plateau ; l'installation de cette deuxième balance est prévue pour le milieu de 1937.

Un jeu de microbalances récemment acquises est presque uniquement utilisé à l'intercomparaison des cavaliers employés dans la grande balance.

Gardien de l'étalon français du kilogramme et déjà possesseur de copies ou d'étalons secondaires nombreux en baros, en bronze blanc, en bronze doré, en cristal de roche, le Laboratoire exécute actuellement deux séries complètes d'étalons secondaires de 10 kilogrammes à 1 gramme, en acier inoxydable ; l'usinage et le dégrossissage de ces masses étalons ont été confiés aux Etablissements Bariquand et Marre ; le personnel du Laboratoire exécute lui-même le polissage et l'ajustage final.

D'autres salles, dans le même sous-sol, hébergent les ponts et potentiomètres qui permettent de mesurer les résistances ou les forces électromotrices thermoélectriques de thermomètres à résistance de platine et de thermocouples employés dans la réalisation de l'Echelle Internationale des Températures. Le maintien de la température à 20° simplifie beaucoup les corrections à faire au cours de ces mesures.

Des études très variées, allant d'une extrême précision à des mesures très grossières, ont été en outre, conduites par la Section de Métrologie ; nous citerons de nombreuses études de vis, l'étude détaillée et précise de dents de fraises, diverses mesures de coefficients de dilatation entre 0° et 40°, etc..., etc...

* * *

Acoustique. Une autre division de la Section de Physique a fait, en 1936, des progrès qui méritent d'être signalés : c'est la division d'acoustique, maintenant installée dans un laboratoire complètement rénové (fig. 8). Ce nouveau laboratoire comprend : un atelier, une salle pour la mesure des fréquences et des intensités, une grande salle réverbérante continuée par une salle destinée aux mesures de transmission. Cet

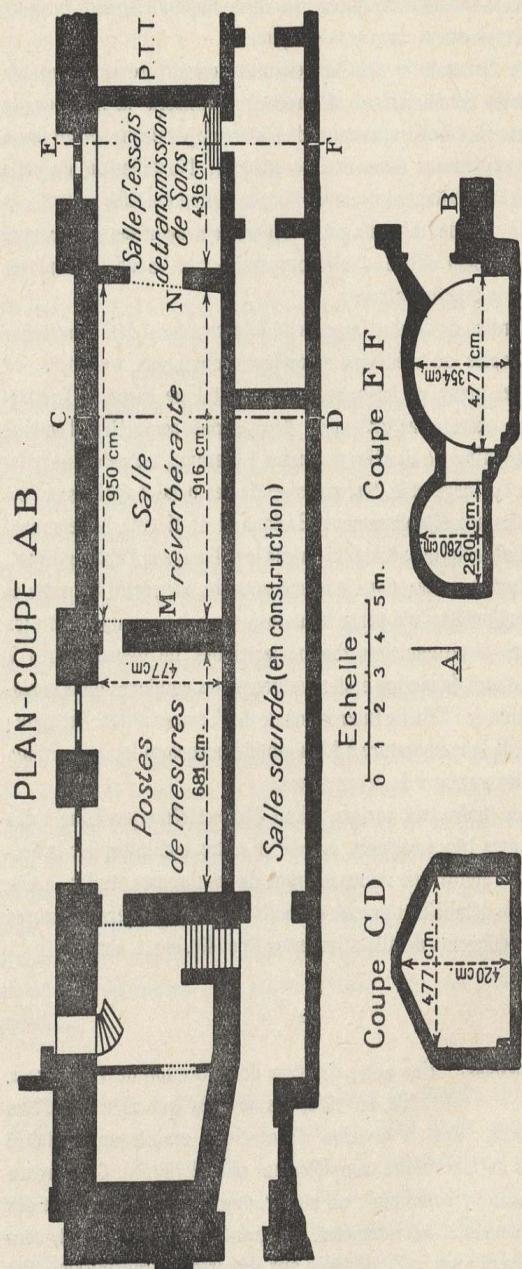


Fig. 8.

ensemble sera complété prochainement par une salle sourde, tunnel d'environ 12 mètres de long sur 4 mètres carrés de section, destinée à l'étalonnage des sources sonores et des récepteurs. L'outillage de ce laboratoire est de tout premier ordre : il comprend 4 oscilloscopes (2 oscilloscopes mécaniques et 2 oscilloscopes cathodiques), des diapasons étalons entretenus électriquement, une installation complète pour les mesures de réverbération et de transmission ; des chercheurs s'emploient à l'heure actuelle à la construction de sources acoustiques stables.

Salle réverbérante.

La grande salle réverbérante, destinée aux mesures d'absorption du son dans les matériaux, a un volume d'environ 160 mètres cubes. Ses parois sont en ciment, faïence et plâtre durci ; la porte qui y donne accès, en chêne de 5 cm. d'épaisseur, est recouverte d'un épais matelas de kapok maintenu en place par une feuille de contreplaqué sur laquelle ont été fixées une lame de plomb et une feuille d'acier. Originellement, la salle était voûtée ; cette disposition défective a été supprimée comme l'indique la coupe *CD* par des fermes ; le temps de réverbération à vide de cette salle atteint 11 secondes à la fréquence de 300 cycles.

L'une des parois de la salle est percée d'une ouverture de 2 m. \times 2 m. normalement aveuglée par des panneaux d'acier et de contreplaqué doublés de kapok. Cette ouverture donne accès dans une seconde salle plus petite ; l'ensemble des deux salles peut-être utilisé pour des mesures de transmission : la cloison en expérience est alors bâtie dans l'ouverture. Les propriétés réverbérantes ou absorbantes des salles peuvent être, dans ce cas, modifiées par l'emploi de tentures amovibles.

Nous rappelons qu'en 1935 et 1936, la Section a exécuté, sur l'initiative du Touring-Club de France, de nombreuses études sur les matériaux insonores ; ces études ont été complétées par l'examen de la résistance mécanique, de la porosité, de la tenue au feu, etc..., examen qui est conduit par d'autres physiciens du Laboratoire. Les résultats obtenus au cours de ces études ont servi à un premier tri : les 10 meilleurs matériaux ont été utilisés pour l'édition de cellules de démonstration au Salon des Arts Ménagers de 1936.

La Section a également participé à un concours de silencieux pour motocyclettes organisé par le Touring-Club de France ; elle a étudié aussi les timbres de sonneries.

Le laboratoire d'acoustique a également établi une méthode de tracé des courbes de transmission du son au travers des parois pour des fréquences comprises entre 50 et 3.000 périodes par seconde.

* * *

Mesures calorifiques. Un autre domaine d'activité de la Section de Physique consiste dans les mesures calorifiques : conductivité, déperdition par les parois, chaleur spécifique.

La division qui s'en occupe a été particulièrement prospère en 1935 et 1936.

Des appareils ont été entièrement conçus et construits au Laboratoire d'Essais en vue d'étudier la transmission de la chaleur à travers les murs, les panneaux calorifuges, les coquilles isolantes, les parois de fours.

Transmission de la chaleur à travers un mur.

Ces essais ont pour but de déterminer :
1^o *Le coefficient de conductibilité calorifique interne* de la paroi (quantité de chaleur transmise en une heure à travers une surface de 1 mètre carré d'un mur de 1 mètre d'épaisseur, d'une face à l'autre, pour une différence de température de 1 degré centigrade entre ses faces);

2^o *Le coefficient global de transmission de la chaleur à travers la paroi, d'air à air, ou coefficient de déperdition calorifique de la paroi* (quantité de chaleur transmise en une heure à travers une surface de 1 mètre carré de la paroi, lorsque la température de l'air au contact de ses faces présente une différence de température de 1 degré centigrade).

Ce dernier coefficient est une fonction du coefficient de conductibilité calorifique interne et des coefficients de surface. Il est utilisé directement dans les calculs d'installation de chauffage ; sa connaissance présente donc un gros intérêt qui n'a pas échappé aux industriels : l'accroissement des demandes d'essais a nécessité la construction d'un deuxième appareil.

Le principe de la méthode d'essais est le suivant :

Deux boîtes concentriques *A* et *B* (fig. 9) dont les ouvertures mesurent respectivement 1×1 m. et 2×2 m. sont appliquées contre une face de la paroi essayée ; l'autre face de la paroi est à l'air libre dans une salle à température sensiblement constante.

Les deux boîtes sont chauffées électriquement de façon que

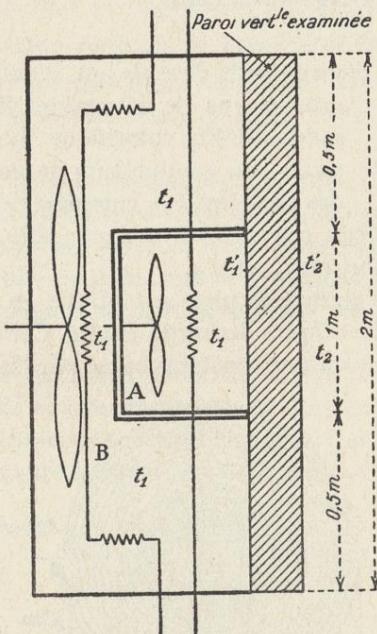


FIG. 9.

l'air qu'elles renferment soit à la même température t_1 . La boîte externe *B* joue ainsi le rôle d'anneau de garde de transmission de chaleur. La chaleur développée par effet Joule dans la boîte interne *A* est transmise intégralement à travers la paroi, normalement à ses faces, de l'air intérieur à l'air extérieur.

Des hélices, tournant à une vitesse réduite, égalisent la température de l'air enfermé dans les deux boîtes et assurent une circulation de cet air analogue à celle des courants de convection qui se produisent naturellement le long d'une paroi intérieure de dimensions courantes.

Le coefficient de conductibilité calorifique interne se déduit de la puissance électrique absorbée par la résistance de la boîte interne, de la différence des températures t_1 et t_2 des faces de la paroi, et de l'épaisseur de la paroi.

Le coefficient global de transmission de la chaleur se déduit de la puissance électrique absorbée par la résistance de la boîte interne et de la différence des températures t_1 et t_2 de l'air au contact des deux faces de la paroi.

**Transmission
de la chaleur
à travers des
panneaux
calorifugés.**

Six appareils d'essais ont, d'autre part, été réalisés en vue de déterminer le coefficient de conductibilité calorifique interne des matériaux peu conducteurs de la chaleur, pour des températures comprises entre -10 et $+400$ degrés C (lièges, caoutchouc, amiante, soie de verre, fibres de bois, kieselguhr, etc..., etc...).

Une résistance électrique plate est placée en sandwich entre deux panneaux identiques du corps étudié. Cette résistance est parcourue par un courant constant fourni par l'une des batteries

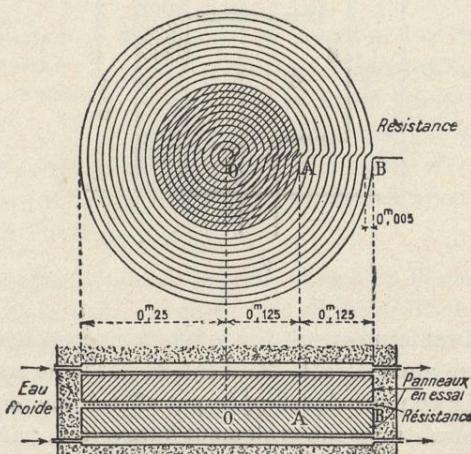


FIG. 10.

d'accumulateurs de 128 volts, 120 ampères-heure du Laboratoire.

Deux cuves plates dans lesquelles circule de l'eau froide ou

une solution de chlorure de calcium refroidie dans un appareil de réfrigération sont appliquées contre les faces externes des panneaux (fig. 10). La résistance électrique est constituée par un fil OB enroulé en spires sensiblement circulaires régulièrement espacées.

Lorsque le régime est établi, on vérifie que la température des faces des panneaux en contact avec la résistance est sensiblement uniforme dans la région centrale de rayon égal aux $2/3$ de OB . La région centrale de rayon OA égal à $\frac{OB}{2}$ est donc exempte des perturbations dues au bord ; la région périphérique joue le rôle d'anneau de garde de transmission de chaleur.

La quantité de chaleur développée par effet Joule dans la région de rayon OA est transmise par quantités égales aux deux panneaux, au travers de surfaces isothermes planes et parallèles ; elle est déduite de la mesure de l'intensité I du courant électrique de chauffage et de la différence de potentiel U entre les points O et A .

Les températures des deux faces de chaque panneau sont mesurées à l'aide de couples thermoélectriques.

La quantité de chaleur Q en millithermies (ou calories-kg.) transmise en une heure à travers les deux panneaux est :

$$Q = \frac{UI \times 3600}{4.186}$$

ou :

$$Q = 0,86 UI$$

A travers chaque panneau, la quantité de chaleur transmise est :

$$Q' = \frac{Q}{2} \quad \text{ou} \quad Q' = 0,43 UI$$

Le coefficient de conductibilité calorifique k des panneaux étudiés se déduit de la formule :

$$k = \frac{\frac{Q}{2} \times e}{S(t_1 - t_2)} \quad \text{ou} \quad k = \frac{0,43 UI e}{S(t_1 - t_2)}$$

S étant la surface du cercle de rayon $OA = 0,125$ m.,

e l'épaisseur des panneaux essayés,

t_1 et t_2 les températures des deux faces des panneaux.

Conductibilité calorifique de parois de fours entre 400 et 1000 degrés C.

Le Laboratoire a également établi une méthode de mesure de la conductibilité calorifique de parois de fours entre 400 et 1000 degrés C. L'appareil se compose essentiellement d'une résistance électrique plate, de 50 cm. de diamètre, sur laquelle est placée une plaque d'acier épaisse destinée à jouer le rôle de volant de température (fig. 11). Sur cette plaque est posé un panneau de 50×50 cm. prélevé dans la paroi étudiée.

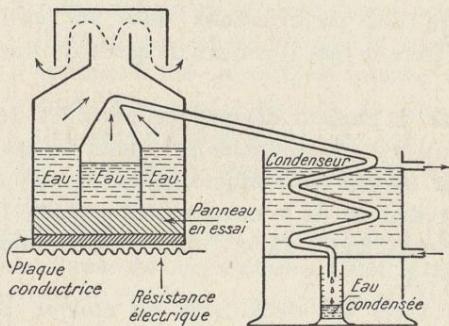


FIG. 11.

Deux cuves concentriques à fond plat, remplies d'eau distillée, reposent sur l'échantillon examiné. La cuve externe enveloppe complètement les parois latérale et supérieure de la cuve interne et joue ainsi le rôle d'anneau de garde de transmission de chaleur. La chaleur transmise à travers l'échantillon porte à l'ébullition l'eau contenue dans les deux cuves.

Le coefficient de conductibilité calorifique du matériau présenté est déduit de la quantité d'eau vaporisée dans la cuve centrale (recueillie par condensation) et de la différence de température des deux faces du panneau.

Transmission de la chaleur à travers des coquilles isolantes pour conduites de vapeur ou d'eau chaude.

Enfin, pour la transmission de la chaleur à travers des coquilles isolantes pour conduites de vapeur ou d'eau chaude, on utilise le montage suivant :

Les coquilles examinées sont appliquées sur un tube d'acier d'environ 2 mètres de longueur et 0,15 m. de diamètre extérieur,

chauffé suivant son axe par un fil résistant parcouru par un courant électrique continu, d'intensité constante (fig. 12). Les températures des surfaces interne et externe de l'enveloppe sont mesurées au moyen de couples thermoélectriques.

Lorsque le régime est établi, on vérifie que la température de la surface interne de l'enveloppe est sensiblement uniforme dans la région centrale, jusqu'à 0,20 m. environ des extrémités du tube d'acier. On peut donc admettre que la région centrale

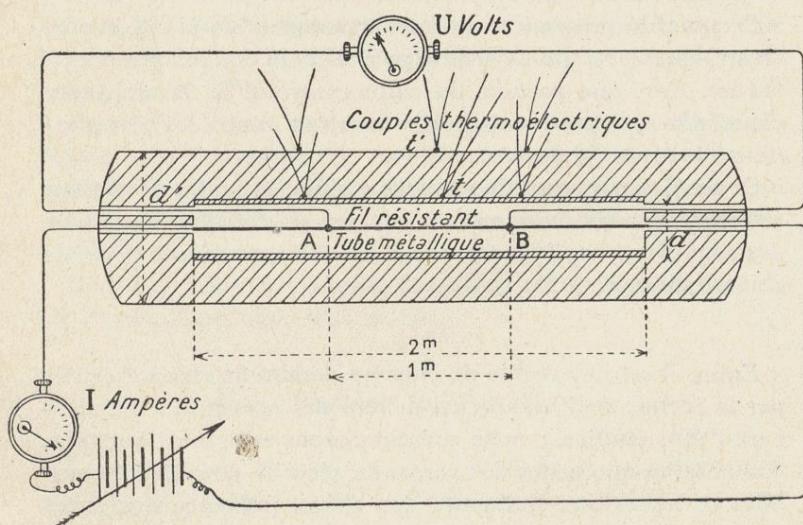


FIG. 12.

de la surface interne, sur une longueur $A B = 1$ mètre, est exempte des perturbations dues aux extrémités. La chaleur développée par effet Joule dans la portion $A B$ du fil résistant est donc transmise intégralement à travers l'enveloppe, normalement aux surfaces cylindriques.

La quantité de chaleur q en millithermies transmises par heure à travers la région de longueur $A B = 1$ mètre est déduite de la mesure de l'intensité I du courant d'alimentation et de la différence de potentiel U en volts entre les points A et B .

$$q = \frac{3600 \ U \ I}{4186}$$

4186 étant pris pour équivalent mécanique de la millithermie,
ou

$$q = 0,86 \text{ UI}$$

Si t et t' sont les températures des surfaces interne et externe de l'enveloppe, d et d' les diamètres interne et externe, le coefficient k se déduit de la formule :

$$k = \frac{0,86 \text{ UI} \log_{10} \frac{d'}{d}}{2 (t - t')}$$

Ce procédé présente les mêmes avantages (simplicité et précision) que celui qui est utilisé pour l'étude des panneaux ; ici encore, c'est une portion du corps essayé et de la résistance chauffante qui protège la région centrale contre les perturbations dues aux extrémités.

Ce coefficient permet de calculer *a priori* les pertes de chaleur à travers une conduite ou inversement de calculer l'épaisseur des coquilles à appliquer sur une conduite, pour une perte de chaleur donnée.

* * *

Enfin, il est impossible de citer les nombreux essais exécutés par la Section de Physique en dehors des spécialités qui viennent d'être étudiées ; nous mentionnerons seulement quelques études telles que celles des verres de sécurité pour les automobiles et les avions (influence des chocs, influence des fortes variations de températures, influence des rayons lumineux et des rayons ultra-violets, etc...); celle des variations avec l'usure d'un distributeur à essence depuis sa mise en service jusqu'à un débit d'un million de litres, etc..., etc...

Vérifications légales. Il ne sera que peu parlé dans ce rapport du service des vérifications légales des thermomètres, alcoomètres et densimètres, extrêmement important au point de vue du personnel et au point de vue du nombre des opérations qu'il effectue ; nous dirons seulement que la rigueur avec laquelle les mesures y sont conduites et contrôlées a été renforcée au cours de l'année 1936 ; le nombre des thermomètres, alcoomètres, densimètres qu'il est chargé de vérifier ne diminue pas, ainsi qu'on peut le constater en examinant l'annexe 2.

La quantité considérable de pièces à examiner force à organiser ce service sur le plan industriel et à donner de l'importance à la fois à l'obtention d'une bonne précision et à l'obtention d'un bon rendement. Si le nombre des thermomètres médicaux présentés au contrôle était encore augmenté, les méthodes purement manuelles encore en usage aujourd'hui deviendraient insuffisantes ; il serait essentiel d'envisager pour la manutention et pour l'apposition de la marque de contrôle la mise en œuvre de procédés automatiques ou semi-automatiques qui auraient, d'autre part, l'heureuse conséquence de soulager le personnel d'une besogne de peu d'intérêt. Ces procédés sont actuellement à l'étude.

Nous signalerons, en outre, que le service des vérifications légales de thermomètres médicaux continue à étudier les retards de dilatation qui se développent progressivement dans les thermomètres fabriqués avec les verres acceptés au contrôle. Cette étude dure maintenant depuis 10 ans.

L'annexe 7 donne le tableau des essais effectués par la Section de Physique en 1934, 1935 et 1936.

B. — Section de Métallurgie.

La Section de Métallurgie, qui poursuivait sa marche normale en 1935, a pris, à partir de 1936, un essor rapide. Cet essor est la conséquence directe du gros effort qui a porté sur la réfection de son outillage, effort qui va continuer en 1937.

Durant l'année 1936 ont été aménagés de toutes pièces à la Section de Métallurgie :

- une salle d'analyses thermiques contenant une batterie de dilatomètres et de dilatomètres différentiels enregistreurs ; la plupart de ces appareils ont été modifiés par l'Assistant chargé de ce service, M. DUBOIS, de façon à les rendre entièrement automatiques ;
- Une salle de macroradiographie destinée à la recherche des défauts d'étirage, des soufflures, des soudures défectueuses, etc..., dans les lingots et les pièces travaillées ; la tension disponible est actuellement limitée à 120 kilovolts ; des crédits ont été demandés et obtenus qui permettront de la porter à 600 kilovolts en 1937, faisant ainsi

de cette installation un instrument de travail unique en France ;

- Une salle d'analyses cristallines par les rayons X, comprenant un générateur capable de débiter 40 milliampères sous 60 kilovolts ; ce générateur peut alimenter des tubes à rayons X à anti-cathode de cuivre et de molybdène ou des tubes démontables dont l'anti-cathode peut être changée à volonté ;
- Un four à induction à haute fréquence d'une puissance de 15 KVA capable de fondre 25 kgr. d'alliage cuivreux ou une dizaine de kilos d'alliage ferreux ; il peut atteindre, sur de petits volumes, la température de 3 000°.

Il est agréable de constater qu'au fur et à mesure de l'installation de ces appareils, leur entrée en service se faisait sans retard ; sans parler des services que ces nouvelles installations ont rendu aux recherches personnelles des membres du Laboratoire, les nouvelles déterminations qu'ils permettaient de faire ont été immédiatement réclamées par la clientèle habituelle du Laboratoire.

Les recherches dilatométriques et de diffraction cristalline n'ont d'ailleurs pas été limitées aux métaux ; elles ont également permis au Laboratoire de conduire des recherches de longue haleine sur les propriétés des matières plastiques et sur les propriétés et la purification des charbons naturels ; ces recherches de grande importance ne sont d'ailleurs pas terminées et continueront probablement pendant toute l'année 1937.

Les nouvelles acquisitions que nous décrivons ont été complétées à la fin de 1936 par l'acquisition d'une micromachine Chevenard capable d'exécuter des essais mécaniques complets, enregistrés photographiquement, sur des éprouvettes de très petites dimensions ; cette machine a rendu de grands services au Laboratoire pour l'étude des propriétés mécaniques des lingots expérimentaux de petit volume préparés par nos soins ; elle a permis de même de déterminer les propriétés mécaniques dans de nombreux cas où les échantillons qui nous étaient soumis étaient de volume bien trop faible pour permettre de tailler des éprouvettes normales.

Il faut ajouter que le service des essais mécaniques de la Section de Métallurgie a continué sa marche normale au cours

de l'année 1936 : les déterminations qui lui ont été demandées sont, comme d'ordinaire, nombreuses et très variées, allant depuis l'essai des câbles métalliques de grandes dimensions, capables de porter 300 tonnes, jusqu'à l'étude de la résistance à la traction de tissus, avant et après vieillissement artificiel.

Comme les années précédentes, ce service s'est trouvé embarrassé à plusieurs reprises par le fait qu'il ne possède pas de machine intermédiaire entre la grande machine de 300 tonnes horizontale et la machine étalon de 25 tonnes qui y sont installées ; la construction d'une machine de 50 ou de 100 tonnes, capable d'exécuter des essais de fatigue, est envisagée pour 1937.

On trouvera dans l'annexe 8 le détail des essais exécutés en 1935 et 1936 par la Section de Métallurgie.

C. — Section des Matériaux de Construction.

La Section des Matériaux de Construction a exécuté, en 1935 et 1936, de nombreux essais dont l'annexe 9 donne la liste. L'outillage s'est augmenté d'une installation pyrométrique et d'un four électrique destiné à l'essai des matériaux réfractaires ; la grande machine frigorifique, qui permet de déterminer la résistance des matériaux au gel et qui fournit la glace nécessaire aux services du Laboratoire, a été complètement remise en état au cours de l'année 1936.

Cette Section a prêté son concours à l'Association Française de Normalisation (AFNOR) pour l'établissement des cahiers des charges unifiés des divers matériaux. Elle a concouru, avec la Section de Physique, aux expériences pour la prévention du bruit, en mesurant l'absorption d'eau, l'inflammabilité, la résistance à l'écrasement des divers matériaux insonores soumis à notre étude.

Les essais de peintures, activité importante de la Section, ont continué à être nombreux au cours de ces deux années, soit qu'ils aient été exécutés pour le compte de particuliers ou d'industriels désireux d'améliorer leurs produits, soit qu'ils aient été entrepris à la demande de services publics, et particulièrement du Ministère de la Marine et du Sous-Sécrétariat d'Etat à la Marine Marchande que le danger d'incendie dans les paquebots a toujours préoccupé.

Quant aux études spéciales, leur variété a été telle que la Section a pu avoir, au cours de la même année, à se préoccuper des causes biologiques de l'altération des pierres aussi bien que de l'essai de flexibilité des raquettes en bois de construction spéciale.

D. — Section des Machines.

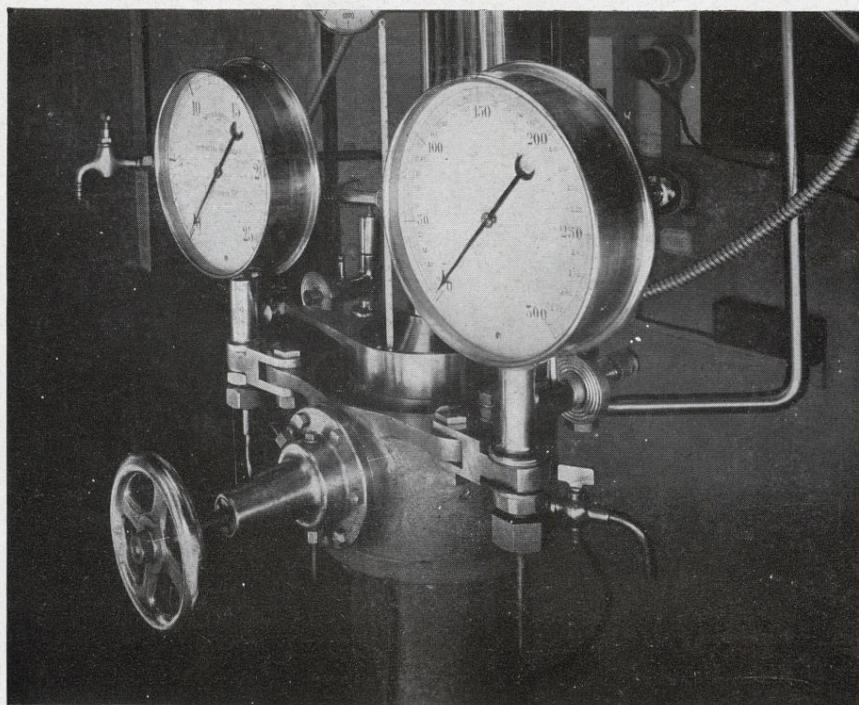
En 1935 et 1936, cette Section a procédé à quelques études importantes et à des essais assez nombreux détaillés dans l'annexe 10 ; un moteur à explosion et une machine à essayer les lubrifiants ont augmenté l'outillage. Le moteur précité, moderne, capable d'utiliser des compressions et de tourner à des vitesses qui s'élèvent aux valeurs les plus hautes que l'on admet actuellement, a surtout servi à des essais de carburateurs et de silencieux. On a pu constater que certains de ces silencieux ne créent qu'une faible contrepression dans le moteur, ce qui enlève toute excuse à leur absence.

La machine à essayer les lubrifiants est l'œuvre d'un agent du Laboratoire, M. VOLLET. Elle utilise des pistes annulaires parallèles dont la largeur est faible devant leur rayon moyen (fig. 13), de telle sorte qu'elle permet d'obtenir en tous points des surfaces frottantes une vitesse définie et constante dans d'étroites limites. Ces pistes sont appliquées l'une sur l'autre par pression hydraulique ; la constance et l'uniformité de cette pression sont ainsi bien assurées ; l'ensemble de la cuve est chauffé électriquement. On voit que dans une telle machine, les variables principales : vitesse, pression, température, sont bien définies, reproductibles et réglables, ce qui n'est pas le cas avec la plupart des autres machines d'essais mécaniques des lubrifiants actuellement existantes.

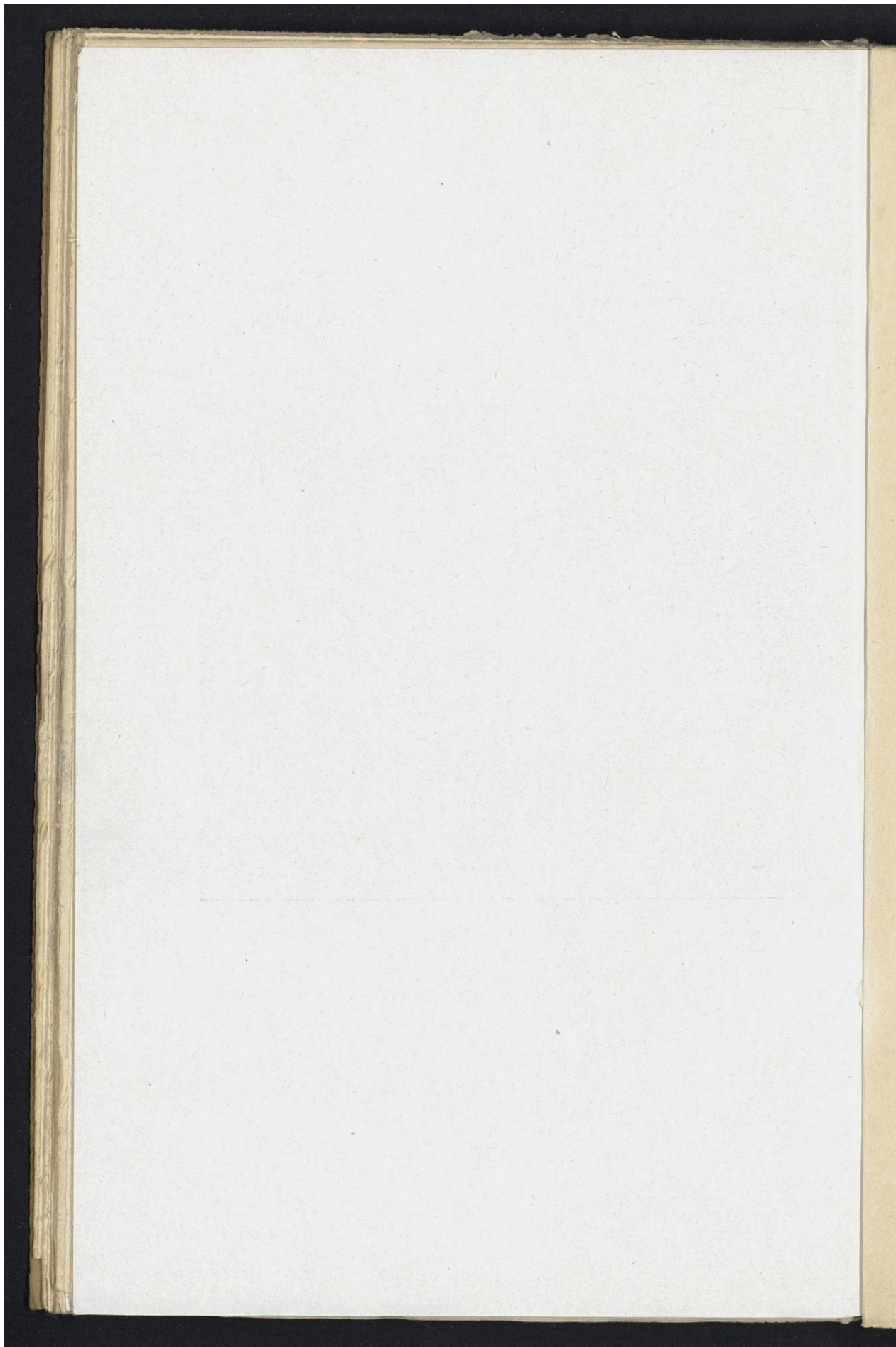
Il en résulte que cette nouvelle machine est capable de donner des déterminations dont la précision et la reproductibilité sont très supérieures à celles que l'on obtient habituellement. Les pointés isolés se font à 5/1.000 près, et l'ensemble d'une courbe pression-coefficient de frottement est reproductible même à plusieurs mois de distance à mieux que 1 % près.

D'autre part, les paramètres principaux peuvent, dans cette machine, varier dans un domaine très large : pour la température, de -20° à $+200^{\circ}C$; pour la pression de 300 gr. à 100 kgr.

PLANCHE II



B7c
Cnam



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

par centimètre carré; pour la vitesse de 0 à 6 mètres par seconde. La précision et l'étendue de ces mesures ont permis la création de nouvelles méthodes d'essais ainsi que l'invention d'un procédé de calcul qui fait bien apparaître les zones de graissage parfait et de graissage imparfait. Un perfectionnement reste à

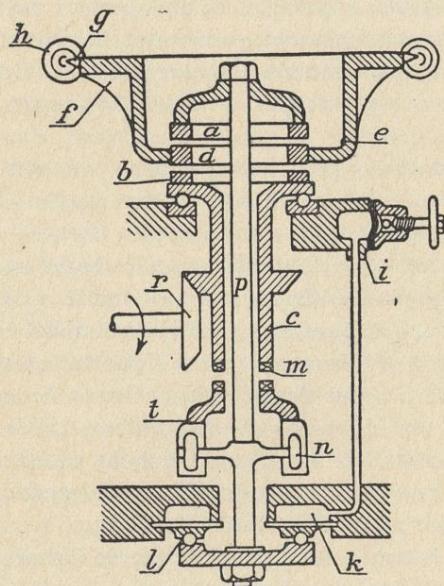


FIG. 13.

apporter à cette machine : la détermination directe de l'épaisseur du film de lubrifiant pendant la conduite même des essais ; c'est ce que tente d'obtenir maintenant M. PRÉVOST, Physicien du Laboratoire, qui a d'autre part, récemment publié une description détaillée de cette machine dans le *Bulletin de la Société d'Encouragement pour l'Industrie Nationale* (mai-juin 1937, p. 247). La machine Vollet pour essais des lubrifiants a servi à exécuter d'importantes études au cours des deux années passées.

Parmi les autres essais de la Section, on remarquera ceux d'un moteur Diesel rapide, d'un moteur d'automobile Peugeot, de changements de vitesse pour automobiles, de ressorts d'in-

dicateurs, de tachymètres, d'anémomètres et d'autres instruments de mesure.

E. — Section de Chimie.

Le tableau des essais demandés à la Section de Chimie (annexe 11) fait bien apparaître un changement dans le caractère du Laboratoire, changement qui semble continuer en 1937 ; le nombre des essais demandés diminue ; quand on examine leur distribution, on constate que la diminution porte uniquement sur les essais courants de petite importance, c'est-à-dire ceux qu'une usine, même peu fortunée, peut exécuter convenablement sans trop de frais ; c'est la conséquence inévitable de l'évolution industrielle qui a pris, depuis 1920, un rythme accéléré. Par contre, on fait de plus en plus appel aux services du Laboratoire pour des recherches, des essais, des analyses de nature spéciale, quelquefois fort difficiles ou fort complexes.

Nous croyons qu'il faut se féliciter d'une telle évolution ; elle ne peut que développer l'esprit d'initiative et de recherche des physiciens et des chimistes du Laboratoire. Si le Laboratoire d'Essais se montre à la hauteur de la tâche directrice que l'on tend de plus en plus à lui confier, il pourra rendre des services de tout premier plan à l'industrie française.

Aux analyses conduites par la Section de Chimie s'ajoute une grande variété de recherches et d'essais ; pendant les années 1935 et 1936, la Section a étudié des extincteurs, des appareils de chauffage (bilan thermique par analyse des gaz du foyer), des filtres, des produits anti-gel. Elle s'est occupée des abris contre les gaz de combat (analyse de l'atmosphère), de l'aménagement des navires à passagers, des méthodes d'essais des combustibles, de la corrosion des aciers. A la demande de l'Association Française de Normalisation, elle a effectué des essais de lubrifiants, de carburants, de produits servant au revêtement des routes ; elle a collaboré à la normalisation de la verrerie de laboratoire.

Cette énumération met en évidence la variété des travaux de la Section, variété qui se retrouve un peu partout au Laboratoire ; les cloisons entre les différentes sections du Laboratoire sont loin d'être étanches : il arrive fréquemment qu'une étude soit du ressort de plus d'une section.

* * *

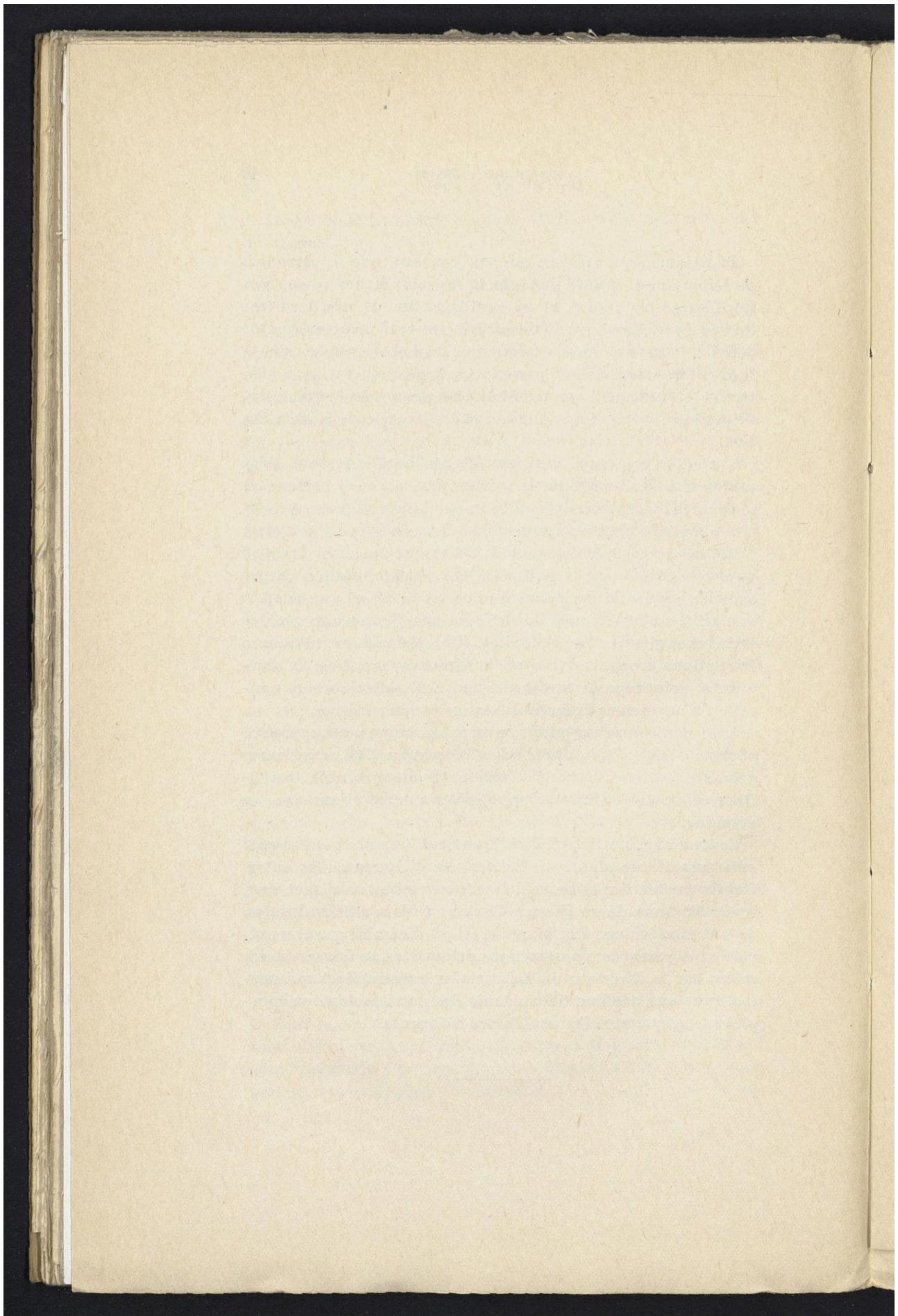
De l'examen qui précède, on peut conclure que le personnel du Laboratoire, malgré son effectif restreint et des ressources insuffisantes en locaux et en outillage, tire de ces dernières tout ce qu'elles peuvent donner et fait preuve d'une remarquable activité. Cette heureuse exploitation du Laboratoire est due à l'entier dévouement de ce personnel, à tous les degrés de la hiérarchie, dévouement qui assure la belle tenue du Laboratoire, l'exactitude des résultats d'essais et la diligence de leur exécution.

Il n'en est pas moins vrai que des améliorations sont désirables afin de développer le service des essais, et surtout de multiplier les recherches d'ordre scientifique, toujours considérées comme indispensables depuis la fondation du Laboratoire.

Les membres de la Commission Technique sont tous d'accord pour reconnaître que le personnel du Laboratoire est, à l'heure actuelle, juste suffisant pour exécuter les essais et que ce n'est que grâce au dévouement de quelques-uns d'entre eux que des recherches peuvent être conduites. Il y a donc là une réforme à faire ; nous croyons savoir que le Directeur actuel du Laboratoire se préoccupe de trouver les moyens, sans dépenses nouvelles, d'augmenter l'effectif de ses services techniques.

En ce qui concerne l'outillage, un grand projet a été approuvé par une décision ministérielle de 19 décembre 1936 et, à l'heure actuelle, est en cours d'exécution. Il est probable que le Rapport de 1937 décrira d'importantes améliorations dans ce domaine.

Comme améliorations d'avenir, on peut toujours espérer qu'il sera possible de réunir le Laboratoire d'Essais et les autres établissements similaires en un vaste ensemble, rivalisant avec les institutions de ce genre à l'étranger. Mais cette réalisation devant être évidemment lointaine, il est désirable que l'on exécute sans retard les constructions demandées au Conservatoire même par le Directeur du Laboratoire, constructions qui permettront une amélioration notable des services tout en complétant logiquement l'ensemble des bâtiments.



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

ANNEXE 1

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)	3.871.883,41 (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

(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 2

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 1935	Exercice 1936	Exercice 1935	Exercice 1936
Physique et mesures...	465	384	(1)	(1)
Métaux.....	692	612	88.824,70	86.929,15
Matériaux.....	640	423	117.663,20	75.639,75
Machines	131	113	64.500,80	56.707,20
Chimie	986	825	279.944,60	226.004,45
Totaux.....	2.914	2.357	692.435,80	576.482,45

Observation.

(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 1935	Exercice 1936
Alcoomètres et densimètres....	214.021,00	229.647,30
Thermomètres médicaux	2.999.675,76	2.935.072,56
Total	3.213.696,76	3.164.719,86

Observations.

Pour les alcoomètres et densimètres, de nouvelles taxes ont été établies par le décret du 28 avril 1932 avec effet du 1^{er} juin 1932.

Pour les thermomètres médicaux, de nouvelles taxes ont été établies par le décret du 12 février 1932, avec effet du 1^{er} mars 1932.

ANNEXE 3

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

Années	Recettes d'essais			Dépenses			
	Demandes d'essais taxes	Produits des travaux encaissées et thermomètres par le Conservatoire		Personnel	Matiériel		
		Taxes de vérification des alcoomètres, dessimètres et thermomètres, incisées par le Trésor	Recettes totales d'essais (2)		Outillage	Entretien	Dépenses totales
1913	3.306	135.417.12	31.459.00	166.576.42	1.58.603.16	30.022.78	53.545.99
1930-31	4.477	774.572.47	1.323.370.32	2.097.942.79	2.243.689.24	97.417.39	83.568.77
1931-32	4.202	872.494.65	1.420.618.80	(5) 2.293.143.45	(5) 3.067.124.00	140.462.48	764.079.23
1932 (*)	2.684	63.4767.05	2.232.905.58	(5) 2.864.702.63	(5) 2.002.409.78	59.777.43	838.863.62
1933	3.464	1.769.879.30	3.381.344.76	(5) 4.151.224.06	(5) 3.219.350.20	(5) 75.432.45	539.716.04
1934	3.067	783.436.40	2.743.638.48	(5) 3.527.074.88	(5) 2.847.445.34	(5) 95.008.60	542.987.00
1935	2.914	692.435.80	3.213.696.76	(5) 3.906.412.56	(5) 3.159.640.90	57.928	633.255.14
1936	2.357	(1) 576.482.45	(1) 3.164.719.86	(5) 3.741.202.31	(5) 3.032.700.37	166.250	446.536.83
1932 (9 mois)	204	en 1933, 426 en 1934, 452 en 1935 et 106 en 1936.					534.252.16
(2)							3.563.952.53
(3)							
(4)							
(5)							
Pour 1 ^{er} mars 1932.							
Pour les alcoomètres, densimètres et thermomètres les accompagnant, de nouvelles taxes de vérification légale ont été établies par le décret du 28 avril 1932, avec effet du 1 ^{er} mars 1932.							
(6)							
(7)							
(8)							
(9)							
(10)							
(11)							

(1) Dont, intéressant plusieurs sections : 494 pendant l'exercice 1930-1931 ; 441 pendant l'exercice 1931-1932 ; 154 pendant l'exercice

1932 (9 mois).

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

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

(4) L'exercice 1932 comprend seulement 9 mois (1^{er} avril-31 décembre).

(5) Pour les thermomètres médicaux, de nouvelles taxes de vérification légale ont été établies par le décret de 12 février 1932, avec effet du 1^{er} mars 1932.

(6) Y compris les traitements du personnel temporaire, à l'exclusion des dames et 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 du Laboratoire d'Essais, 41, rue Gay-Lussac.

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

(9) Dont 199.275 fr. 59 pour le fonctionnement de l'annexe de la rue Gay-Lussac.

(10) Dont 63.894.20 fr. pour le fonctionnement de l'annexe de la rue Gay-Lussac.

(11) Dont 6.022 fr. 56 pour le fonctionnement de l'annexe de la rue Gay-Lussac.

ANNEXE 4

Personnel du Laboratoire d'Essais.

	1913	1934 (2)	1935	1936
Directeur	1	1	1	1
Chefs de Service	4 (1)	4	4	4
Assistant chef	»	1	1	1
Assistants.....	5	5	5	5
Physiciens, chimistes	»	6	6	6
Chef des services administratifs	»	1	1	1
Agent administratif	1	0	0	0
Commis d'ordre et de comptabilité ..	1	1	1	1
Dames dactylographes.....	3	4	5	5
Dames chefs d'atelier	1	2	2	2
Chef du service des ateliers.....	1	1	1	1
Chefs ouvriers	3	2	2	2
Aides-Physiciens, Aides-Chimistes, Ouvriers et essayeurs	15	22	22	21
Dames-vérificatrices	14	123	123	123
Garçons de laboratoire, manœuvres et temporaires	13	19	18	18
Total	62	192	192	191

(1) Un Chef de Service démissionnaire non remplacé à cette date.

(2) Le décret-loi du 25 juin 1934 a supprimé :

1 Chef de service principal (emploi qui était vacant depuis le 1^{er} décembre 1933 par suite de la mise à la retraite du titulaire).

1 Physicien ;
 1 Dame sténo-dactylo ;
 1 Chef ouvrier ;
 1 Aide-chimiste ;
 1 Ouvrier ;
 1 Essayeur ;
 1 Garçon de laboratoire ;
 1 Mancœuvre.

ANNEXE 5

**Personnel scientifique et technique du Laboratoire d'Essais
au 31 décembre 1936.**

DIRECTEUR DU LABORATOIRE D'ESSAIS :

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

SERVICES DES ESSAIS :

Physique.

Chef de Service : M. LECARME, Licencié ès sciences, ancien Chef de Laboratoire à la Sorbonne.

Assistant-Chef : M. ROUQUAYROL, Ingénieur, ancien élève de l'Ecole Polytechnique et de l'Ecole supérieure d'Electricité.

Assistant : M. HEYBERGER, Licencié ès sciences, Ingénieur, ancien élève de l'Ecole supérieure d'Electricité.

Physicien : M. SEVAULT, Ingénieur du Conservatoire des Arts et Métiers.

Métaux.

Chef de Service : M. EON, Ingénieur.

Assistant : M. DUBOIS, Docteur ès sciences.

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

Matériaux de Construction.

Chef de Service : M. CHEVAL, Ingénieur, ancien élève de l'Ecole de Physique et Chimie industrielles.

Assistant : M. LEROY.

Machines.

Chef de Service : (1).

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

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

Chimie.

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

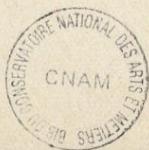
Assistant : M. LAROCHE-JOUBERT.

Chimistes : M. BRIAT, Licencié ès sciences, Ingénieur chimiste.

M. BESSARD, Ingénieur chimiste.

M. RENAUD.

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



ANNEXE 6

**Composition de la Commission Technique du Laboratoire d'essais
au 31 décembre 1936.**

MM.

PICARD (Emile), C. *, Secrétaire perpétuel de l'Académie des Sciences, Président ;
SAUVAGE, O. *, Professeur honoraire au Conservatoire national des Arts et Métiers, Vice-Président ;
BACLÉ, O. *, Ancien Président de la Société des Ingénieurs civils de France ;
BONNIER, C. *, Architecte diplômé du Gouvernement, Représentant de la Société centrale des Architectes français ;
BOUTRY, Directeur du Laboratoire d'Essais.
CHARPY, O. *, Membre de l'Académie des Sciences ;
CHESNEAU, C. *, Directeur honoraire de l'Ecole nationale supérieure des Mines, Représentant de la Société d'Encouragement pour l'Industrie nationale ;
DALBOUZE, C. *, Ingénieur des Arts et Manufactures, Président de la Chambre de Commerce de Paris, Président du Syndicat des Industries mécaniques de France ;
DELAUNAY-BELLEVILLE (Robert), O. *, Industriel ;
DESGEANS, O. *, Ingénieur en Chef honoraire de la Compagnie de l'Est.
DUMUIS, *, Directeur général de la Société des Aciéries et Forges de Firminy ;
FABRY, O. *, Membre de l'Académie des Sciences, Professeur à la Faculté des Sciences de Paris ;
FERASSON, *, Vice-Président de la Chambre de Commerce de Paris ;
FLEURENT, C. *, Professeur honoraire au Conservatoire national des Arts et Métiers ;
GUILLET (Léon), C. *, Membre de l'Académie des Sciences ; Directeur de l'Ecole centrale des Arts et Manufactures ; Professeur au Conservatoire national des Arts et Métiers ;
LECORNU, C. *, Membre de l'Académie des Sciences ;
NICOLLE, G. *, Directeur du Conservatoire national des Arts et Métiers ;
YUNG, O. *, Membre de la Chambre de Commerce de Paris.

ANNEXE 7

Section de Physique.

	Nombre d'instruments et d'échantillons présentés		
	1934	1935	1936
Mesures de longueur et de surface ...	865	863	1.306
Mesures de masse	52	1	1
Compteurs d'eau	975	2.234	564
Compteurs de gaz	478	387	349
Manomètres, baromètres, barographes...	32	34	12
Pyromètres, couples thermo-électriques	15	13	12
Appareils de Luynes-Bordas et Luchaire	3	1	0
Calorifuges ; conductibilité calorifique...	97	167	60
Projecteurs non électriques	6	0	0
Rayons X, ultra-violets, spectrographie	47	64	12
Mesures acoustiques ; diapasons.....	63	202	51
Divers	889	65	30
Totaux	3.522	4.031	2.397

ANNEXE 8

Section des métaux.

	Nombre des essais			
	Exercices			
	1934	1935	1936	
Traction statique à la température ordinaire	d'éprouvettes, fils et bandes métalliques... de tissus et caoutchoucs... de cordages et ficelles ... de courroies ... de câbles métalliques ou d'aloës ... de chaînes ... de crochets, teneurs et pièces similaires ...	962 1.440 252 117 205 35	1.291 1.361 278 77 153 23	1.062 1.071 328 62 147 18
Tractions statiques à chaud...	18	6	1	
Compressions statiques et flambages	154	203	32	
Flexions statiques et pliages ..	148	304	439	
Torsions, cisaillements...	58	53	41	
Flexions ou tractions par choc (résilience)	136	87	147	
Essais aux chocs répétés	4	2	0	
Essais de fatigue et d'usure ..	5	1	1	
Duretés	276	281	243	
Fusions, trempes, revenus, recuits	10	9	3	
Micrographies	93	83	41	
Essais de métaux au frottement	2	0 (1)	0 (1)	
Macrographies	11	20	14	
Essais d'huiles	15	35	3	
Eclatements sous pression hydraulique	37	20	26	
Tarages de machines d'essais..	17	25	7	
Cisaillements	18	23	21	
Essais de limes	14	5	2	
Essais de vibrations sur écrous ..	23	7	4	
Essais de pince-câbles	16	45	79	
Divers	133	120	140	

(1) Essais effectués en 1935 et 1936 par le Service des Essais de machines.

ANNEXE 9

Section des matériaux de construction.

	Nombre d'échantillons (ou lots d'échantillons)		
	1934	1935	1936
Liants hydrauliques (chaux, ciments, plâtres, etc...)	136	122	92
Pierres naturelles et artificielles	972	1.294	954
Produits céramiques (briques, tuiles, carreaux, etc. autres que produits réfractaires)	181	107	73
Produits réfractaires	107	50	17
Planchers, poutres, poteaux, dalles, panneaux	56	113	14
Bois	69	34	8
Matériaux pour isolement acoustique et thermique, isolants électriques solides	15	25	86
Peintures et vernis	24	16	9
Divers	163	213	77
Totaux	1.723	1.974	1.330
Déterminations sur liants hydrauliques			
	1934	1935	1936
Proportion d'eau de gâchage	164	112	89
Déformation à chaud (expansion) et déformation à froid	187	162	85
Durée de prise	237	184	79
Finesse			86
Confection d'éprouvettes d'essais			
	1934	1935	1936
Briquettes normales pour essais de traction	1.841	1.690	1.328
Cubes de mortier et de béton pour essais de compression	2.519	1.183	992
Autres essais			
	1934	1935	1936
Densités, poids spécifiques	189	131	39
Essais d'absorption d'eau, d'hygroscopité et de perméabilité	173	347	180
Essais de gélivité	51	44	46
Compression sur cubes, cylindres, blocs divers de mortiers et de bétons	3.307	3.142	1.735
Compression sur pierres, briques et divers	90	842	365
Essais de flexion et de résistance aux chocs	288	218	247
Essais d'usure, de dureté	228	218	176
Essais de fusibilité	20	32	17
Essais de cuisson, de retrait, de ramollissement et de compression  chaud	37	33	5

ANNEXE 10

Section des machines.

	Nombres d'essais effectués		
	1934	1935	1936
Autoclaves, bouteilles à air comprimé...	248	8	128
Moteurs thermiques	2	2	5
Moteurs au banc : carburants, carburateurs silencieux, huiles, etc.....	12	19	7
Transmissions, changements de vitesse.	6	5	7
Courroies	2	5	5
Garnitures de freins	1	2	2
Robinets.....	8	8	3
Joints de tuyauterie, eau et vapeur....	6	3	6
Chaudières et radiateurs de chauffage..	10	6	4
Compresseurs, ventilateurs, aspirateurs, pompes	8	10	12
Lubrifiants sur machine Vollet.....	1	4	20
Métaux antifriction sur machine Vollet.	—	2	8
Epreuves à la pression hydraulique....	3	29	11
Divers	10	10	38
Totaux	323	113	256

ANNEXE 11

Section de chimie.

	Nombres d'échantillons essayés		
	1934	1935	1936
Métaux et alliages	650	347	286
Bois	1	7	1
Matières lubrifiantes	377	244	195
Cuirs	11	3	2
Caoutchoucs	13	21	21
Tissus et papiers	78	63	30
Matériaux de construction	277	223	124
Peintures et vernis	80	52	43
Verres et émaux	12	18	11
Eaux industrielles	58	46	38
Gaz	14	19	12
Combustibles solides	265	165	182
Combustibles liquides	78	104	56
Matières végétales, cires	27	2	16
Isolants électriques solides	3	1	2
Huiles isolantes pour transformateurs	36	24	27
Produits chimiques	136	94	37
Vinaigres et liqueurs acétimétriques...	—	—	49
Divers	64	60	44
Totaux	2.180	1.493	1.176

ANNEXE 12

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.

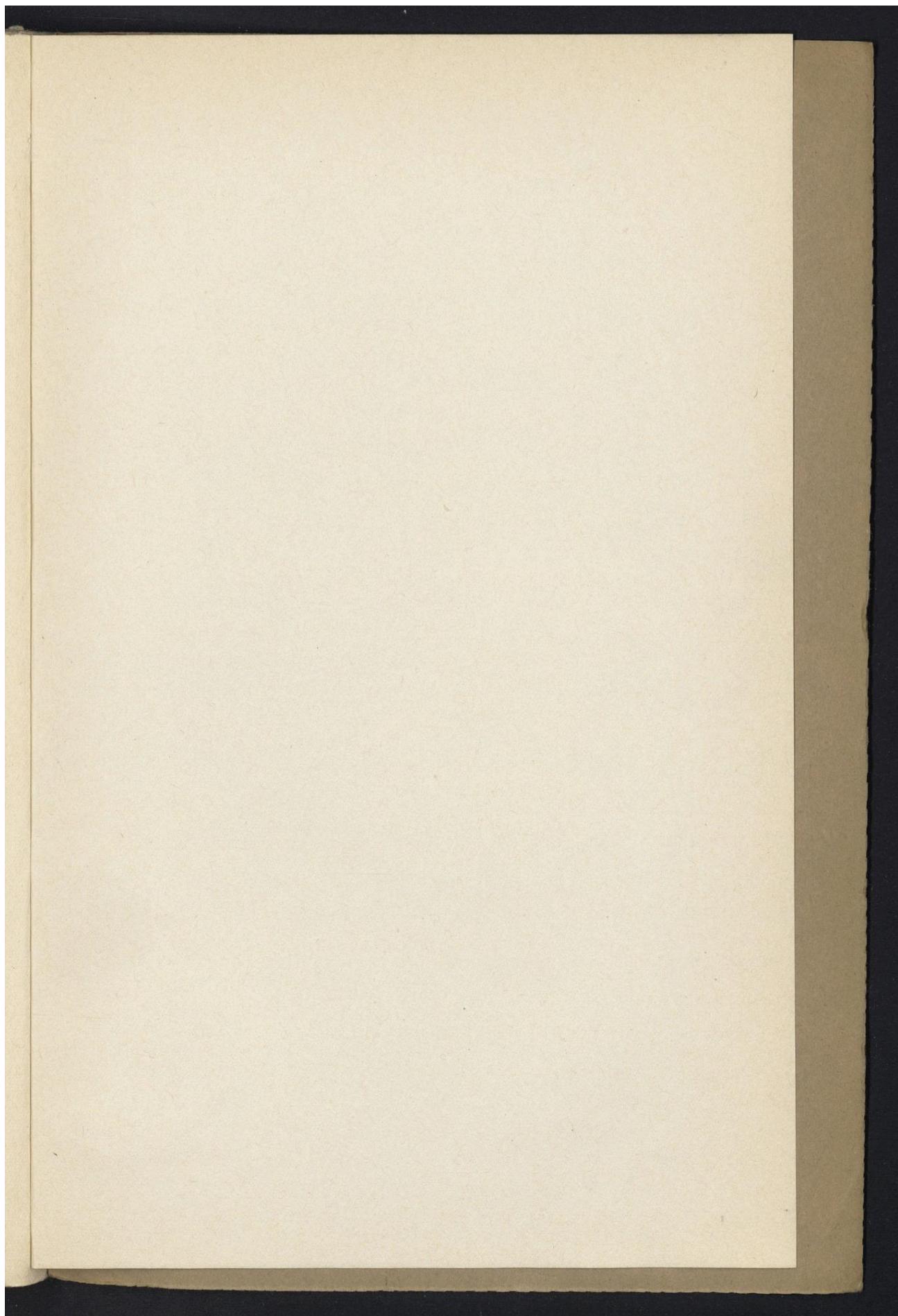
Capitaine BOYER-GUILLON, Chef de la Section des Machines.
 Sergent HAUTEBERT, Assistant.
 Caporal LECLER, Aide-Chimiste.
 Soldat BEAUVERIE, Assistant.
 Soldat BRUCELLE, Manœuvre.
 Soldat CHEVAL, Assistant.
 Soldat COCHET, Garçon de laboratoire.
 Soldat PIGEON, Manœuvre.
 Soldat VOLLET, ouvrier.

Citations et distinctions.

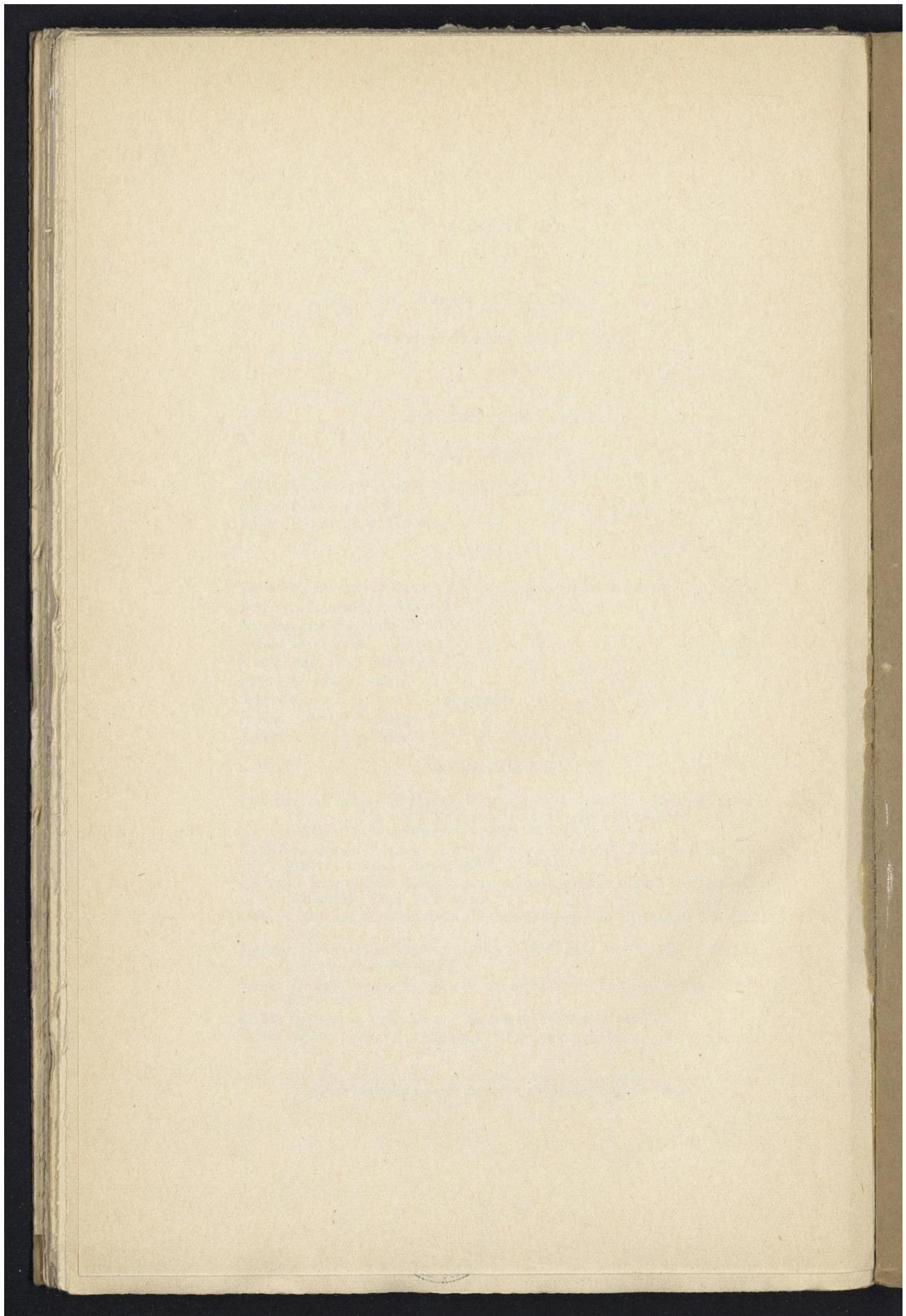
Lieutenant-Colonel CELLERIER, directeur du Laboratoire. Une citation à l'ordre de l'Armée ; Croix de guerre ; Officier de la Couronne royale d'Italie ; Commandeur de l'Ordre de Léopold II.
 Capitaine BOYER-GUILLON. Une citation à l'ordre de l'Armée, Croix de guerre ; chevalier de la Légion d'honneur.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

2652. — Imprimerie Jouve et Cie, 15, rue Racine, Paris. — 7-1938.

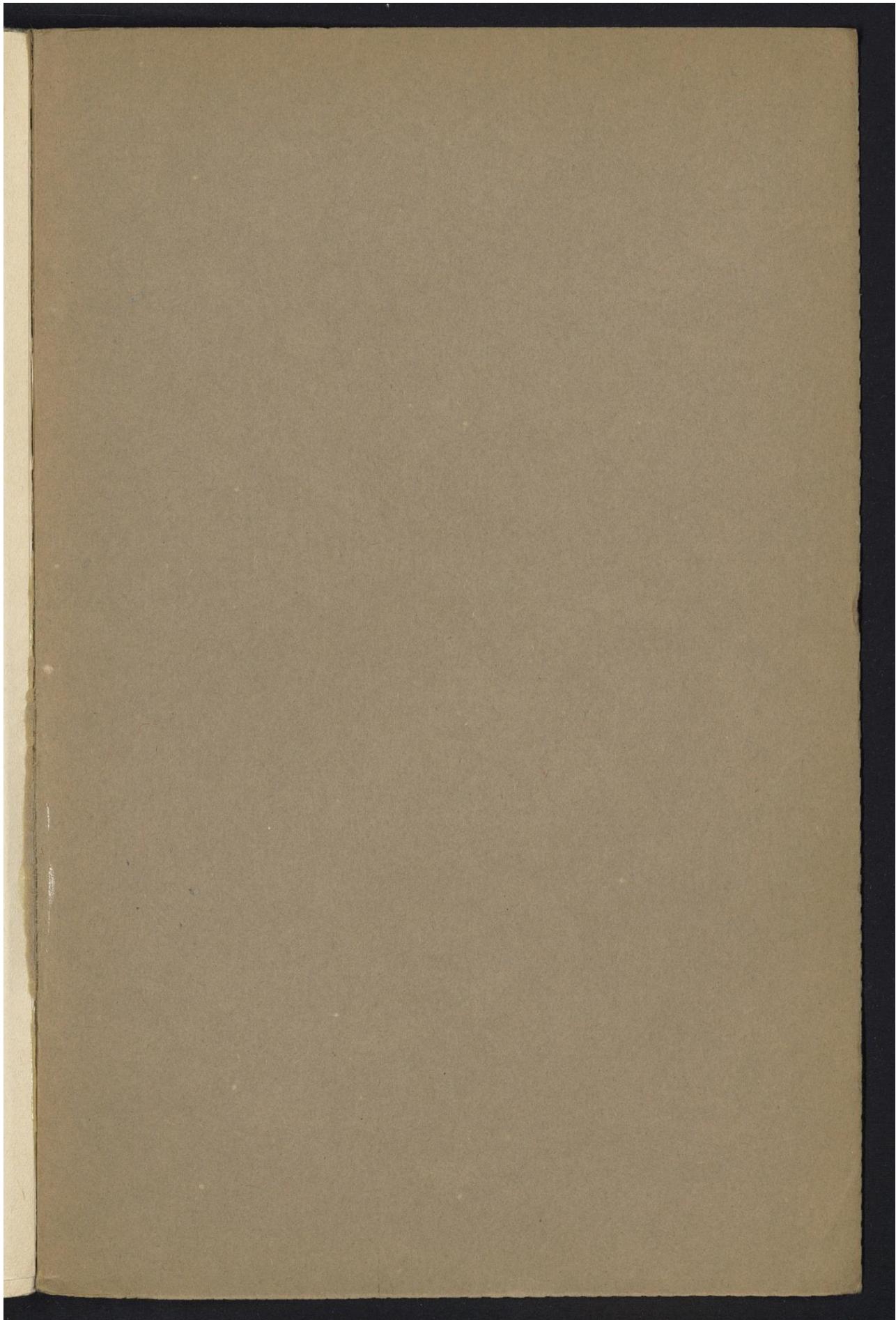




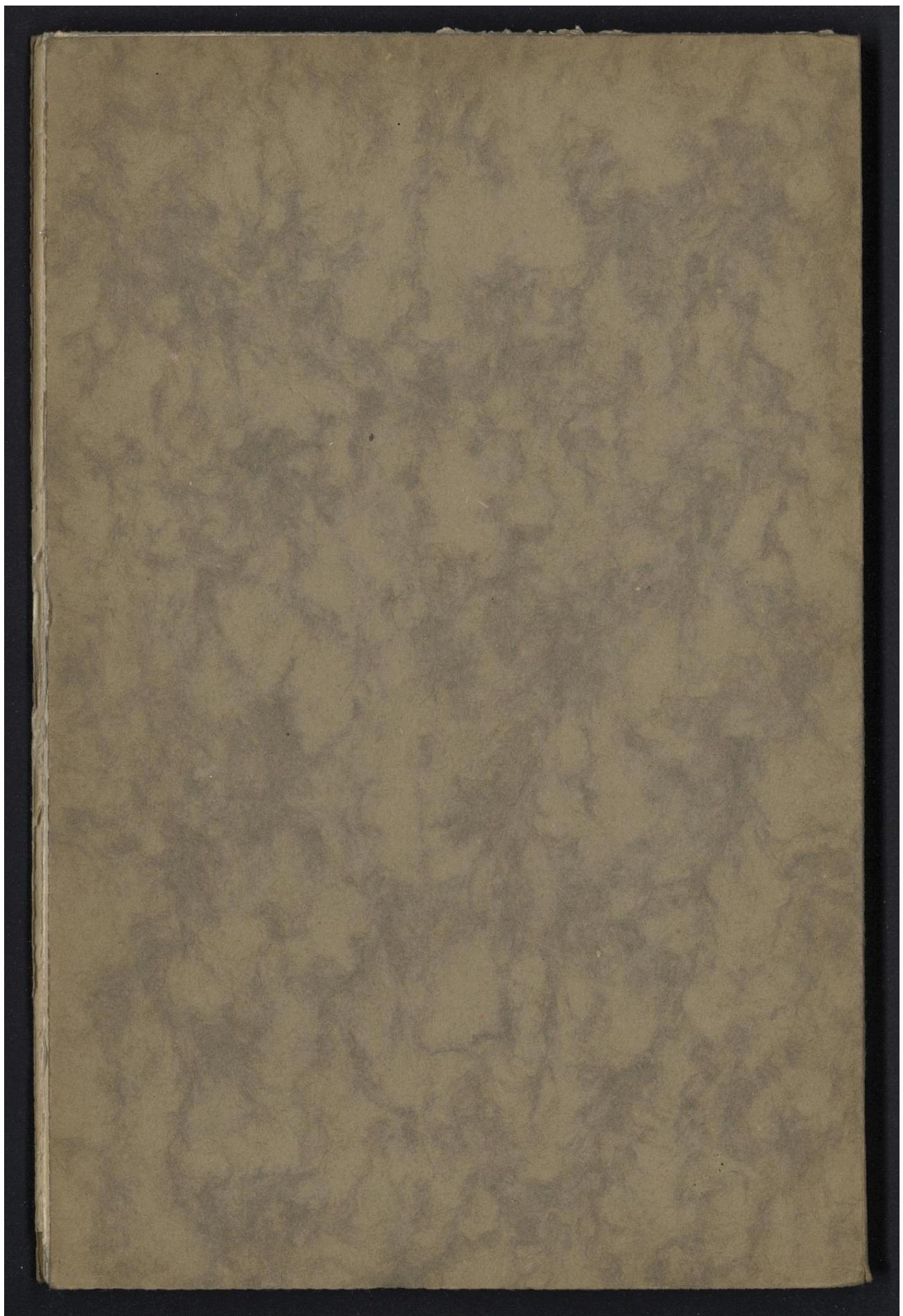
Droits réservés au [Cnam](#) et à ses partenaires



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



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



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