

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

Auteur(s)	Touring-Club de France
Auteur(s) secondaire(s)	Laboratoire d'essais mécaniques physiques chimiques et de machines du Conservatoire national des Arts et Métiers
Titre	La Lutte contre le bruit : études entreprises sur les matériaux dits "insonores"
Adresse	[Paris] ; Edité par la Revue mensuelle de la Chambre syndical des entrepreneurs de maçonnerie, ciment et béton armé de la ville de Paris et du département de la Seine, [1933]
Collation	1 vol. (104 p.-10 pl. dépl.) : ill. ; 25 cm
Nombre de vues	123
Cote	CNAM-BIB 8 Ku 108 (11)
Sujet(s)	Bruit -- Lutte contre Matériaux Urbanisme
Thématique(s)	Histoire du Cnam Matériaux
Typologie	Ouvrage
Langue	Français
Date de mise en ligne	10/04/2025
Date de génération du PDF	06/02/2026
Recherche plein texte	Disponible
Notice complète	https://www.sudoc.fr/124442005
Permalien	https://cnum.cnam.fr/redir?8KU108.11

8^e Mai. 108 (11)

no 24-

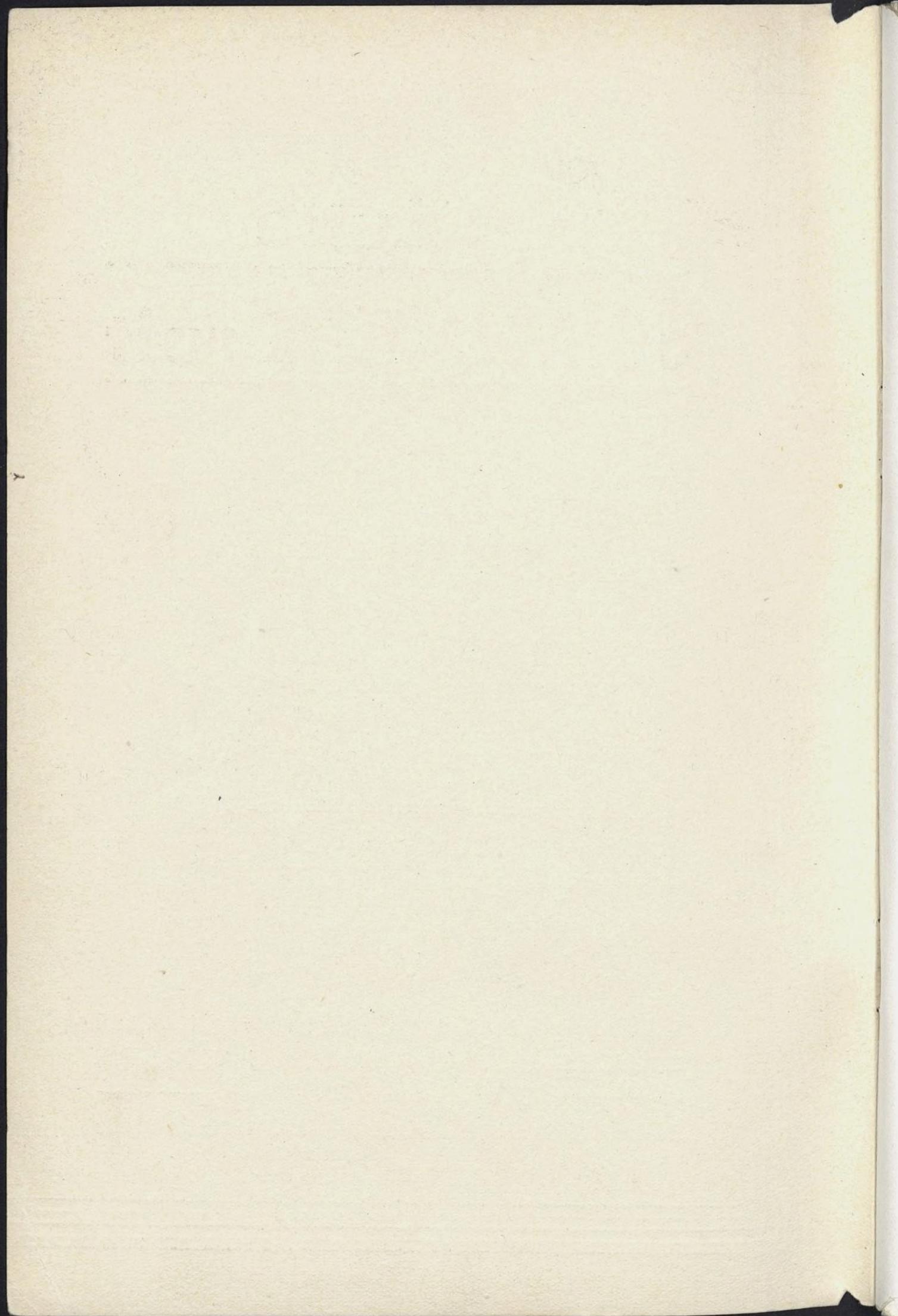
La Lutte

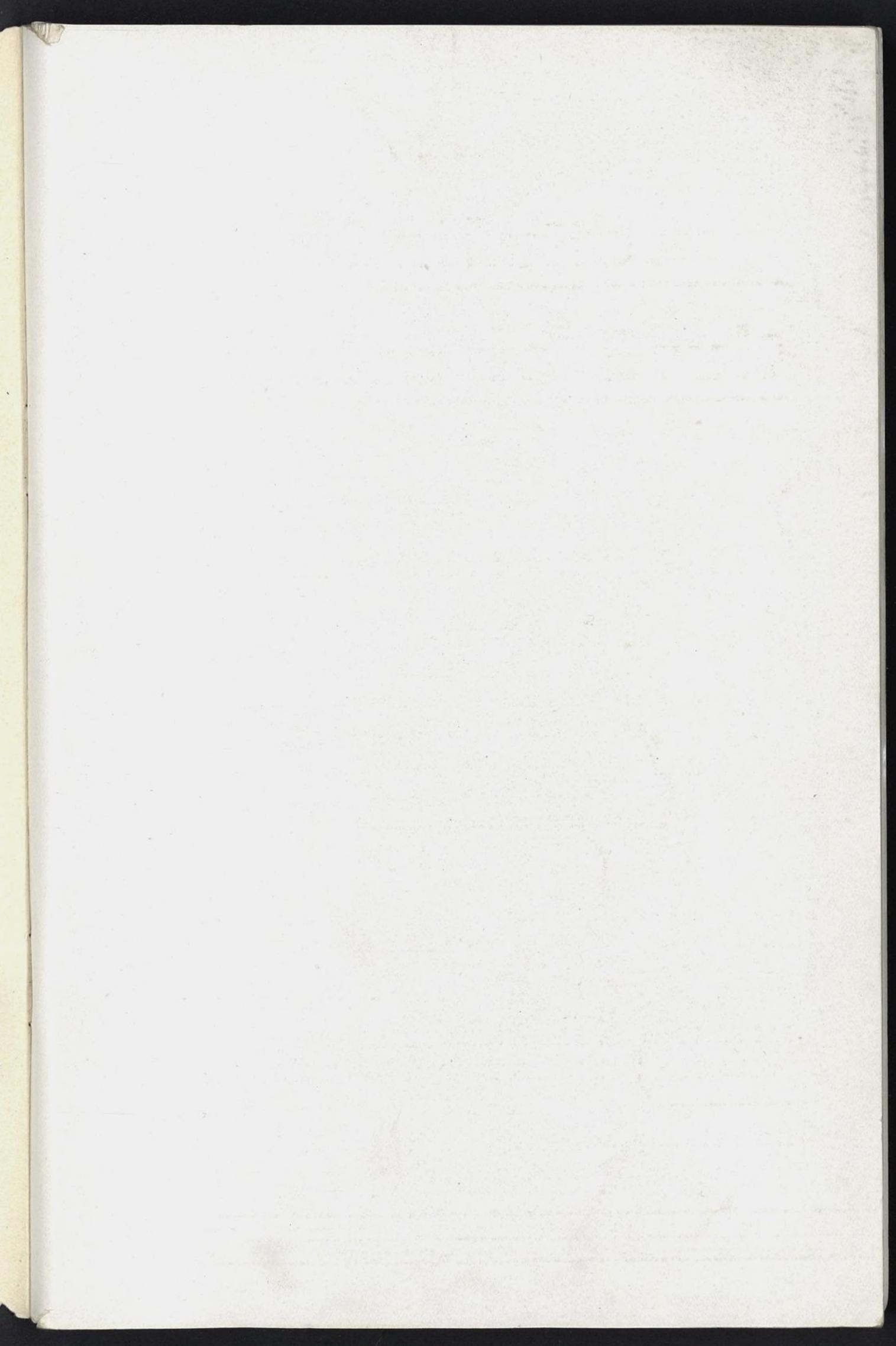
contre le Bruit

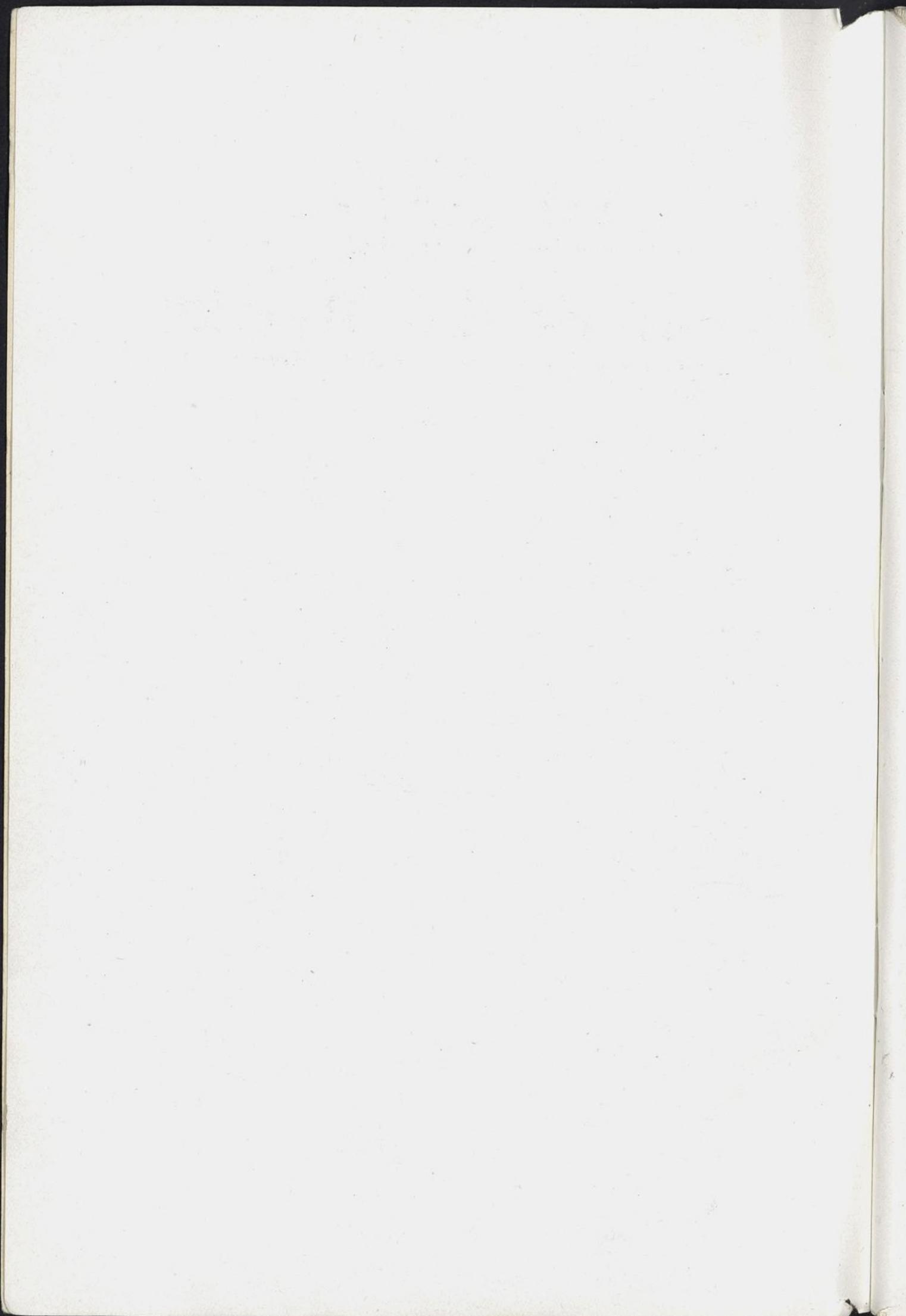

Etudes entreprises sur les
Matériaux dits "Insonores"

— Sous les auspices du —
TOURING-CLUB DE FRANCE
avec la collaboration du
LABORATOIRE D'ESSAIS DU
CONSERVATOIRE NATIONA-
L DES ARTS & MÉTIERS

Edité par la REVUE MENSUELLE de la CHAMBRE
SYNDICALE des ENTREPRENEURS de MAÇONNERIE,
CIMENTS et BÉTON ARMÉ
de la VILLE de PARIS et du DÉPARTEMENT de la SEINE







La Lutte

contre le Bruit



Etudes entreprises sur les
Matériaux dits "Insonores"

— Sous les auspices du —
TOURING-CLUB DE FRANCE
avec la collaboration du
LABORATOIRE D'ESSAIS DU
CONSERVATOIRE NATIONA-
L DES ARTS & MÉTIERS

Edité par la REVUE MENSUELLE de la CHAMBRE
SYNDICALE des ENTREPRENEURS de MAÇONNERIE,
CIMENTS et BÉTON ARMÉ
de la VILLE de PARIS et du DÉPARTEMENT de la SEINE



INTRODUCTION

Au début de l'année 1930, le Touring-Club de France prenait l'initiative de constituer une Commission spéciale, présidée par M. AUSCHER lui-même, chargée d'étudier les moyens propres à enrayer, voire même dans certains cas, à supprimer toutes les causes de bruits inutiles. Le Touring-Club de France estimait en effet « que s'il avait déjà pu poser les termes du problème, alerter l'opinion publique et conquérir à la cause si juste qu'il défendait de nombreux et puissants auxiliaires, si l'armée contre le bruit était mobilisée et prête à agir, le moment était venu de constituer ses cadres, de créer son état-major, et cela fait, d'étudier avec précision les méthodes pratiques d'action » (1).

Cette Commission devait réunir des compétences diverses, chacune d'elles considérée comme spécialiste d'une classe de bruits bien déterminée (2).

Chacun de ses membres fut chargé d'établir un rapport destiné à faire nettement ressortir dans son domaine particulier les causes du bruit et à étudier les moyens de le combattre ou d'en atténuer les effets.

(1) M. AUSCHER. *Revue du Touring-Club de France*, mars 1930.

(2) En annexe A : Composition de la Commission (page 51).

**

Ne devant considérer ici que les bruits perçus à l'intérieur des habitations, nous rappellerons simplement deux rapports établis, l'un par M. J. POIRRIER, sur les bruits perçus à l'intérieur des constructions, en général, et l'autre, par M. J. GUILLAUME, sur le cas particulier des bruits dans les hôtels (3).

Ces deux rapports posaient la question des matériaux dits « insonores » et de leur utilisation dans l'habitation.

Quantité de matériaux sont, en effet, présentés sur le marché comme d'excellents isolants contre le bruit, les uns organiques, à base végétale, les autres minéraux, enfin d'autres encore constitués par des combinaisons très variées. En fait, certains d'entre eux ont déjà prouvé leur efficacité; mais leur emploi, en raison même de la diversité de leur nature, doit être régi par une connaissance exacte de leurs propriétés respectives, qui permet à chacun de déterminer son choix suivant le cas particulier envisagé. Jusqu'alors, les résultats obtenus étaient difficilement comparables et étaient connus presque exclusivement par des publications d'ordre publicitaire.

Au cours d'une de ses séances et à la suite d'une très importante intervention de M. CELLERIER, Directeur du Laboratoire d'Essais du Conservatoire National des Arts et Métiers, où l'éminent technicien avait donné des précisions fort intéressantes sur les bruits et les moyens d'en mesurer scientifiquement les effets, la Commission de la Lutte contre le Bruit estima que le Touring-Club de France pourrait utilement ouvrir une information qui permettrait de mesurer le degré d'insonorité des matériaux et de fournir ainsi aux architectes, ingénieurs et entrepreneurs, une documentation les aidant à en faire un choix judicieux. Le principe d'une information technique fut donc décidé, cette information étant seule capable de donner des résultats comparables.

(3) Annexes B et C : Rapports de M. J. POIRRIER et de M. J. GUILLAUME (pages 53 et 57).

**

CONSTITUTION D'UNE SOUS-COMMISSION D'ETUDE DES MATERIAUX DITS « INSONORES »

Une Sous-Commission, composée de MM. CELLERIER, GUIL-LAUME et POIRRIER, fut nommée et chargée d'étudier les conditions dans lesquelles la Commission pouvait proposer au Touring-Club de France l'organisation de cette information.

Peu après, cette Sous-Commission présentait une note (4) indiquant qu'il semblait nécessaire d'écartier toute idée de concours comportant un classement et des prix, « mais que, par contre, le Touring-Club de France pourrait donner l'appui de sa haute autorité à une « information » qui serait ouverte pour déterminer, dans des conditions comparables, les diverses qualités de produits isolants présentés par les fournisseurs ».

Cette note ayant été adoptée par la Commission du Bruit servit de base à la rédaction d'une note-programme. Celle-ci fut en grande partie reproduite dans la *Revue du Touring-Club* de décembre 1930 pour faire connaître aux intéressés l'ouverture de l'information (5).

Une première série d'études en laboratoire fut aussitôt entreprise sur divers échantillons de matériaux dits « insonores », qui permit de sélectionner un certain nombre de produits pouvant être employés dans la construction ou la transformation des habitations.

Une seconde série d'études fut ensuite entreprise sur des cloisons édifiées avec des matériaux sélectionnés.

Ces différentes expériences font l'objet des rapports n°s 1 et 2 ci-après de la Sous-Commission, approuvés, après examen, par la Commission de la Lutte contre le Bruit du Touring-Club de France.

(4) Annexe D : Note du 24 mai 1930 (page 63).

(5) Annexe E : Extrait de la *Revue du T.-C. F.* de décembre 1930 (pp. 378 et 69).



RAPPORT N° 1
DE LA SOUS-COMMISSION DE LA LUTTE
CONTRE LE BRUIT

résumant les différents travaux de la Sous-Commission et indiquant, en particulier, les résultats des expériences de Laboratoire effectuées par le Laboratoire d'Essais du Conservatoire National des Arts et Métiers, sur divers échantillons de matériaux dits "insonores" pouvant être employés dans la construction ou la transformation des habitations

I) NOTE PRÉLIMINAIRE

SUR LES EXPÉRIENCES DESTINÉES A PRÉCISER LA QUALITÉ DES
MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION, SPÉCIALEMENT ÉTUDIÉS EN VUE
DE L'ISOLEMENT CONTRE LE BRUIT

Le Touring-Club de France ne se propose pas tant de faire connaître au public les noms des matériaux isolants, dont la plupart sont déjà bien connus des constructeurs et même du public, que de donner l'appui de sa haute autorité à une *information* qui doit être ouverte pour déterminer, dans des conditions comparables, les diverses qualités des produits isolants présentés par les fournisseurs.

Les matériaux de construction auxquels s'intéresse la Commission des Bruits sont ceux qui peuvent être utilisés, non pas exceptionnelle-

ment, mais d'une manière courante dans les constructions soignées pour constituer les murs, cloisons et sols des pièces d'habitation (ce mot habitation étant pris dans un sens général, immeubles d'habitation proprement dits, hôtels, hôpitaux, écoles, bureaux, etc...).

Ceci signifie spécialement que lesdits matériaux doivent être d'un approvisionnement facile, donc couramment offerts sur le marché; que leur utilisation n'entraîne pas de dimensions anormales pour les éléments de la construction; que leur composition et leur constitution n'aient pas d'inconvénients au point de vue de la mise en œuvre, de la conservation, de l'incendie, etc..., et, enfin, que le prix de revient et d'entretien des ouvrages dans lesquels ils sont mis en œuvre reste modéré.

L'étude desdits matériaux devant rester sur le plan de la pratique courante limitera ses buts à l'étouffement des bruits qui se produisent habituellement à l'intérieur et à l'extérieur des locaux habités. Observation faite toutefois que, si, pour tous ces locaux, les bruits extérieurs sont jusqu'à un certain point comparables, par contre les bruits intérieurs peuvent se manifester d'une manière assez différente suivant les conditions de la vie en commun.

L'information envisagée devra se conclure par un rapport général analysant les résultats obtenus, *mais ne comportant pas de classement*. Ce rapport général, établi dans les conditions les plus sérieuses de rigueur scientifique, de sincérité et de compétence technique, fournira à toute personne intéressée, homme de l'art ou usager, des éléments d'appréciation solides pour introduire dans les programmes ou cahiers des charges imposés aux fournisseurs des stipulations correspondant à chaque cas particulier.

Naturellement, ce rapport fera ressortir les conditions dans lesquelles ont été effectués les essais, conditions qui peuvent n'être pas absolument identiques à celles très variées de l'emploi. Il appartiendra par la suite aux hommes de l'art de tenir compte des résultats suivant le mode d'emploi des matériaux et l'utilisation qu'ils envisagent.

Programme général des essais. — Les essais seront effectués au Laboratoire d'Essais du Conservatoire National des Arts et Métiers, sous la direction personnelle de M. J.-F. CELLERIER, Directeur du

Laboratoire, et suivant un programme étudié en commun avec la Commission. Les essais seront faits à l'aide d'une cabine aussi étanche que possible au bruit, et dont une partie des parois sera constituée par l'échantillon à essayer.

Le programme des essais sur la transmission du son, et aussi éventuellement sur sa réflexion, comportera pour chaque matériau :

a) L'émission successive de sons aussi purs que possible de trois hauteurs différentes (grave, moyenne, aiguë), chacun émis sous trois intensités (faible, moyenne, puissante).

b) La détermination, pour chaque son émis, de l'affaiblissement du son après son passage au travers d'un échantillon du matériau. À cet effet, les sons transmis au travers de l'échantillon seront reçus à l'intérieur de la cabine sur des appareils de mesure adéquats.

c) Des essais et observations complémentaires porteront sur :
— l'aspect, le mode de présentation, le poids de la matière au décimètre cube;

— les caractéristiques de résistance mécanique;
— la perméabilité et la porosité à l'eau et à l'air;
— la détermination du coefficient de conductibilité calorifique aux températures moyennes;
— la tenue au feu.

En outre, la Commission se réserve d'effectuer tous autres essais spéciaux qu'elle jugerait intéressants.

d) L'établissement par le Laboratoire d'Essais et pour chaque échantillon des résultats obtenus à la suite des observations faites dans des conditions d'essais exactement comparables.

Composition du Jury. — Même composition que celle indiquée pour la Sous-Commission au début du rapport.

Règlement. — Les demandes de participation aux expériences devront être adressées au Touring-Club de France avant le 1^{er} janvier 1931.

Dans le courant du mois de janvier, le Touring-Club de France

accusera réception de leur demande aux intéressés et fixera à chacun d'eux la date à laquelle il devra présenter au Laboratoire des Arts et Métiers les échantillons du produit isolant à soumettre.

Les demandes devront être accompagnées des indications suivantes :

Nom du fabricant, lieu de fabrication (emplacement des dépôts) ;

Description des matériaux que le fabricant a l'intention de présenter aux essais, mode de présentation habituel, mode d'exposition (emballage nécessaire, etc.). Délais de livraisons normaux.

Le Touring-Club de France se réserve le droit, sur avis de ses experts, à raison des trois quarts des membres présents à sa Sous-Commission de la Lutte contre le Bruit, d'éliminer toute demande ne correspondant pas au but proposé.

La durée des expériences pour l'ensemble des produits présentés aux Arts et Métiers sera de six mois.

Chacun des constructeurs pourra soumettre :

Deux échantillons différents pour l'isolation des murs;

Deux échantillons différents pour l'isolation des cloisons;

Deux échantillons différents pour l'isolation des planchers.

Chacun des échantillons soumis devra être accompagné de son double.

Les dimensions sont fixées à 50×50 centimètres.

Il est, en outre, demandé que les échantillons soient très exactement équarris et à grandes faces exactement parallèles et planes.

Il devra être fourni en même temps une série de schémas ou dessins indiquant d'une manière très complète les différentes façons de mettre en œuvre les matériaux présentés.

**

Le Touring-Club de France prenait également les dispositions nécessaires pour couvrir les dépenses des essais qu'il instituait et inscrivait une somme de 20.000 francs à son budget de 1931 avec affec-

tation au Comité contre le Bruit, puis ultérieurement une somme de 10.000 francs en 1932 et une de 5.000 francs en 1933.

D'autre part, divers groupements, vivement intéressés par la question, ne se contentaient pas de déléguer à la Sous-Commission des collaborateurs éminents, mais subventionnaient à leur tour les essais. C'est ainsi que le Touring-Club de France reçut les sommes suivantes :

De la Société Centrale des Architectes	3.000 fr.
De la Chambre Syndicale des Entrepreneurs de Maçonnerie, Ciments et Béton Armé	5.000 fr.
De la Chambre Syndicale des Constructeurs en Ciment Armé de France	3.000 fr.

**

II) RAPPEL D'ÉTUDES ANTÉRIEURES

Avant d'entrer dans le détail des études entreprises sur l'initiative du Touring-Club de France, il n'est pas sans intérêt de rappeler les études récentes de l'acoustique des constructions.

Nous emprunterons les grandes lignes de ce chapitre à la communication qu'a faite M. CELLERIER à la Société Française des Électriciens, le 3 juin 1931 :

« La détermination des divers facteurs susceptibles de caractériser les constructions en ce qui concerne leur acoustique exige, pour être complète :

« 1° L'étude des matériaux employés dans la construction, au point de vue de leur plus ou moins grande aptitude à l'isolement phonique;

« 2° L'étude des salles des bâtiments au point de vue :

« a) De la résonance des bruits émis à l'intérieur même (conférencier, orchestre, machines...);

« b) De la perception à l'intérieur des bruits provenant de l'extérieur.

« Certaines de ces recherches ont déjà été entreprises dans divers pays.

« M. le Professeur KRUEGER, de Stockholm, a effectué en 1927 de nombreuses déterminations de l'isolement des cloisons au bruit, particulièrement sur les combinaisons des cloisons en bois, en utilisant un haut-parleur et microphone récepteur.

« M. le Professeur MOENS, de Gand, a recherché le coefficient par lequel il faut multiplier l'intensité sonore émise directement par un instrument pour reproduire la même intensité après passage au travers d'une paroi.

« Signalons, à cette occasion, les intéressants travaux de M. GRUTZMAKER, présentés à la Société des Physiciens de Kissingen (Allemagne), sur une nouvelle méthode d'analyse des sons ; de M. GERLACH, également en Allemagne ; de M. Erwin MEYER, de l'Institut Hertz à Berlin-Charlottenburg, et des Américains C.-H. HORRE, A.-S. CURTIS et LANDREW, études basées sur la superposition des fréquences destinées à fournir des sons purs.

« En France, M. Gustave LYON, qui a fait réaliser de considérables progrès dans la question de l'isolement phonique des bâtiments, a utilisé, pour l'étude des salles de concert des Etablissements PLEYEL, un phonobaromètre fournissant des valeurs relatives des intensités sonores en divers points d'une salle.

« M. Pierre DAVID a fait en 1930, au Conservatoire des Arts et Métiers, une très intéressante conférence sur les rapports de l'acoustique moderne et de l'électricité.

« M. KATEL a présenté à l'Association Française pour l'Essai des Matériaux (janvier 1931) une étude sur l'isolement phonique et l'acoustique des bâtiments, où il signale l'importance de la question et indique des précautions à prendre, à cet égard, dans la construction.»

Une Commission de la Lutte contre le Bruit, chargée par le Commissaire de la Santé de la ville de New-York d'étudier le problème du bruit dans cette métropole, et disposant d'importants crédits, a entrepris depuis la fin de 1929 des études particulièrement importantes sur les bruits urbains.

*
**

III) SÉLECTION DES MATÉRIAUX PRÉSENTÉS POUR L'EMPLOI SUR CHANTIER

Bruits. — Conformément au programme général, les différents essais ont été effectués sur les échantillons présentés. Il convient d'observer à ce sujet qu'on ne doit attendre de ces expériences de laboratoire que des résultats comparatifs pour tous les matériaux examinés dans des conditions parfaitement définies, mais qui ne sont pas forcément celles si multiples d'emploi.

La mise en œuvre joue, en effet, dans la pratique, un rôle très important qui peut modifier sensiblement les résultats obtenus sur échantillons, en sorte qu'un matériau qui a donné de bons résultats aux essais du laboratoire peut en donner de moins bons sur le chantier, et même de déplorables, parce qu'il n'aura pas été pris certaines précautions absolument indispensables et d'ailleurs multiples de liaison des appareils entre eux et avec l'ossature de l'édifice.

L'étude de l'isolation phonique des matériaux comprend donc deux degrés dont le premier s'applique au matériau proprement dit et doit être fait au laboratoire, et dont le second doit s'appliquer au mur, à la cloison, au plancher, etc., après emploi du matériau dans des conditions définies.

Ce dernier point de vue ne saurait être envisagé d'ailleurs qu'après sélection des meilleurs matériaux par les expériences de laboratoire.

M. CELLERIER a été conduit pour ces diverses études à rechercher, pour chacune d'elles, une méthode aussi précise que possible fournissant des résultats dans des conditions nettement définies d'émission des sons. Les résultats peuvent ainsi être comparés entre eux en toute connaissance de cause.

Or, à ce point de vue important, il y a lieu de remarquer que les expériences jusqu'à ce jour connues n'ont pas suffisamment tenu compte de la différence essentielle qui existe entre un « bruit » et un « son simple ».

Quelques explications sont ici nécessaires, qui nous sont fournies par M. CELLERIER lui-même :

« Lorsqu'un instrument ou un chanteur émet une note musicale, en réalité, il émet ainsi qu'on sait un *son fondamental* et des *sons harmoniques* ».

moniques de celui-ci. Chacun de ces sons est simple et correspond à une *hauteur* dans la gamme des sons, caractérisée par le nombre de vibrations dans un temps donné ou *fréquence*, et à une *intensité* caractérisée par la grandeur de la vibration ou *amplitude*. Les fréquences des harmoniques successifs sont les multiples de celle du son fondamental; quant à l'intensité, elle dépend, pour un instrument déterminé, de la puissance avec laquelle on l'attaque pour produire le son. C'est l'ensemble de ces divers facteurs qui caractérise le « timbre » spécial à chaque organe émetteur de sons.

« Le « bruit » est l'effet complexe produit par l'ensemble des sons simples (fondamentaux et harmoniques) émis en même temps par une ou plusieurs sources sonores.

« Les combinaisons heureuses de ces sons permettent à l'auditeur d'éprouver d'agrables sensations, et c'est dans leurs variétés que consiste l'art musical. Tout au contraire, les excès de puissance ou les combinaisons mal réglées font éprouver des sensations auditives plus ou moins agréables; ce sont ces derniers défauts qui doivent surtout être évités.

« Bien que l'on attribue à l'oreille la faculté de se comporter comme une série de résonateurs pour les sons simples, celle-ci non spécialement éduquée perçoit difficilement les divers harmoniques et, en tous cas, ne saurait généralement pas analyser tous les multiples éléments qui constituent un son complexe ou « bruit ».

**

« Or, dans l'étude qui nous occupe et qui, en fin de compte, doit fournir des *indications comparatives*, il était avant tout indispensable que les sons émis puissent être indéfiniment reproduits pour une série d'expériences. En outre, pour que cette étude put servir de base à des observations et conclusions sur la transmission des sons au travers des matériaux, il était nécessaire qu'elle fût effectuée avec *méthode*, c'est-à-dire en produisant à volonté des sons graves ou aigus, faibles ou intenses ».

Nous allons voir quel dispositif expérimental M. CELLERIER fut amené à adopter.

**

IV) ESSAIS DE TRANSMISSION DE SONS A TRAVERS UN MATERIAU

Principe de la méthode employée. — Facteur de transmission phonique σ . — Le principe de la méthode employée consiste à émettre une série de sons aussi purs que possible, et à déterminer pour chacun d'eux le rapport des intensités sonores transmises d'une part après passage au travers du matériau, et d'autre part directement.

A cet effet, on substitue aux procédés de mesures acoustiques des procédés de mesures électriques susceptibles d'une très grande sensibilité et indépendantes de l'opérateur.

Le carré du rapport des intensités i et I du courant électrique dans les deux cas n'est autre que le rapport des intensités sonores :

$$\sigma = \frac{\text{intensité sonore transmise}}{\text{intensité sonore directe}} = \left(\frac{i}{I} \right)^2$$

σ qui caractérise l'isolement phonique des matériaux est désigné par M. CELLIERIER comme *facteur de transmission phonique*.

Les expériences portent sur des sons de fréquences basses, moyennes et élevées ; on opère avec des intensités faibles, moyennes et fortes.

Pour un son déterminé, l'aptitude d'un matériau à isoler de ce son est d'autant plus grande que le facteur σ est plus petit.

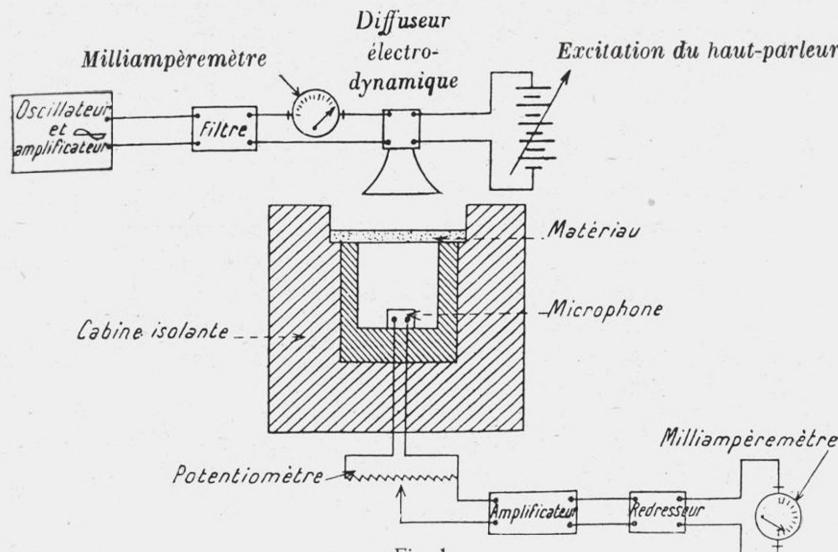


Fig. 1.

Mode opératoire. — Les essais sont effectués en adoptant un mode opératoire dont le montage expérimental (fig. 1) comprend :

- 1^o Un dispositif émetteur de sons;
- 2^o Une cabine isolante des sons;
- 3^o Un dispositif de réception et de mesure des intensités des courants électriques résultant de la transformation des phénomènes acoustiques.

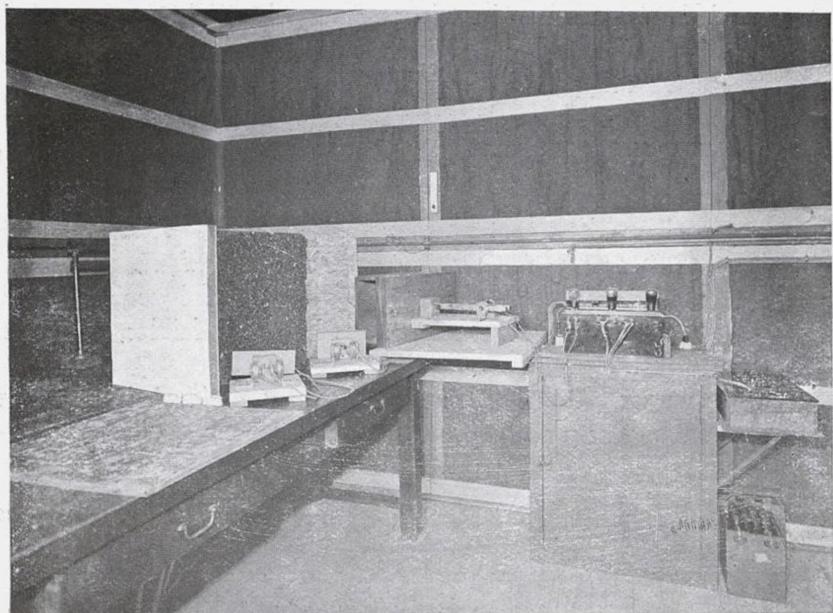


Fig. 2.

Laboratoire d'étude de transmission de sons. — Oscillateur et Filtre
(Laboratoire d'Essais du Conservatoire National des Arts et Métiers)

Le dispositif émetteur de sons est constitué par un diffuseur électro-dynamique, alimenté par un oscillateur à fréquence musicale suivi d'un amplificateur de puissance et d'un filtre (fig. 2).

L'oscillateur comporte une lampe à trois électrodes; sur les circuits de grille et de plaque de cette lampe est installé un électro-aimant au voisinage duquel vibre un diapason-étalon à une fréquence connue.

Le filtre sélectionne les fréquences correspondant au son fondamental du diapason (ou éventuellement à un seul de ses harmoniques).

La *cabine* est constituée par plusieurs chambres isolantes séparées les unes des autres par une sensible épaisseur de matériaux particulièrement isolants du son et sans liaisons métalliques (fig. 3).

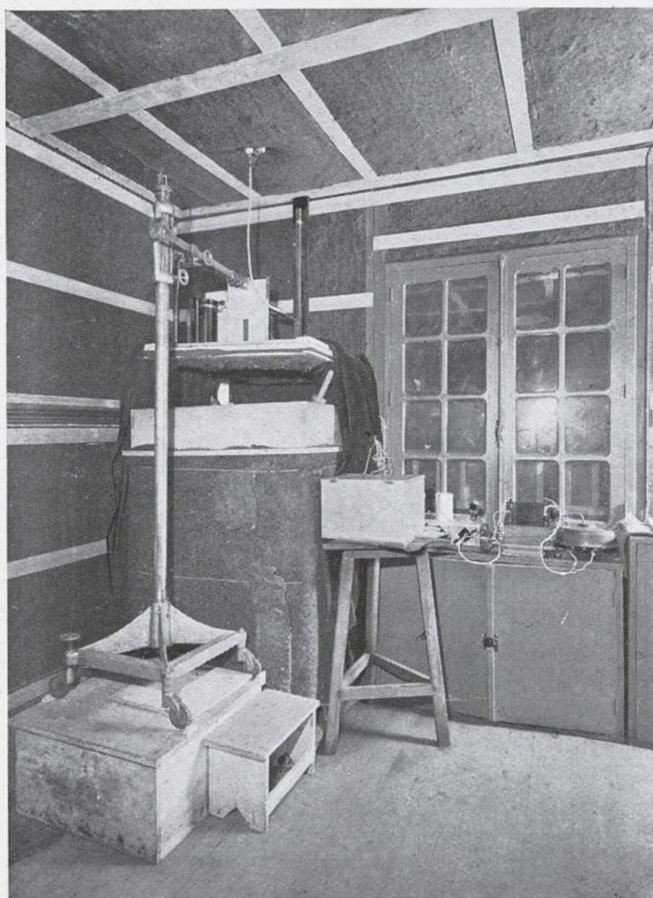


Fig. 3.

Laboratoire d'étude de transmission de sons. — Diffuseur électro-dynamique
Cabine isolante. Dispositif de réception.
(Laboratoire d'Essais du Conservatoire National des Arts et Métiers)

La chambre intérieure, pratiquement étanche aux sons, est munie d'un couvercle carré de 50 centimètres de côté, portant une fenêtre

circulaire de 15 centimètres de diamètre, couvercle sur lequel peut être fixé le panneau à essayer de façon à recouvrir l'ouverture.

Le dispositif de réception est constitué par un microphone dépourvu de résonance dans la gamme des sons utilisés pour les expé-

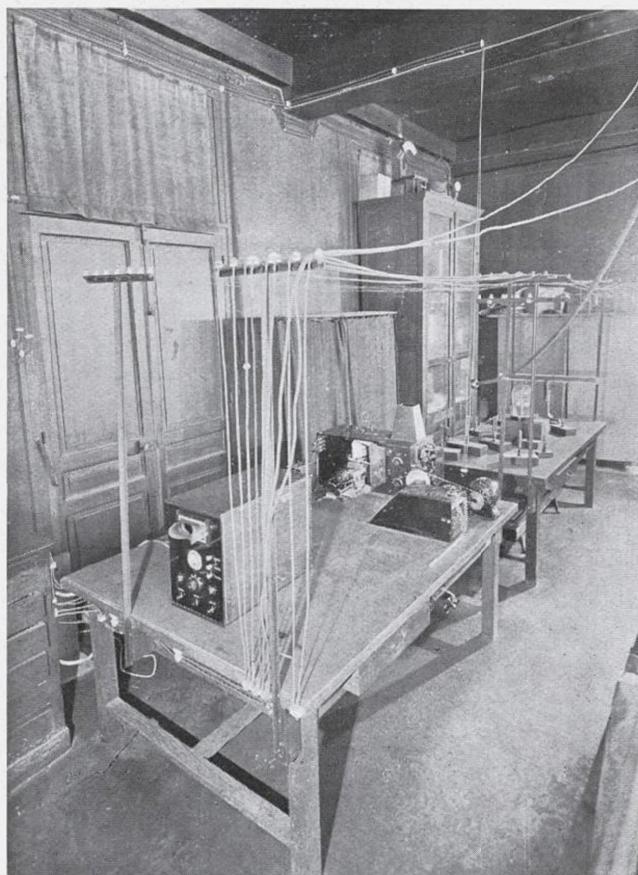


Fig. 4

Laboratoire de contrôle de l'émission des sons purs. — Oscillographe
(Laboratoire d'Essais du Conservatoire National des Arts et Métiers)

riences. Il est disposé dans la chambre intérieure, le pavillon tourné vers la fenêtre et à distance invariable de cette dernière.

Le circuit de ce microphone aboutit à un dispositif potentiométrique de précision, suivi d'un amplificateur et d'un appareil de mesure.

Les divers appareils étant ainsi disposés, chaque expérience consiste à :

- a) Emettre un son d'une fréquence connue;
- b) Adopter trois réglages précis du dispositif d'émission caractérisant chacun respectivement les intensités sonores désignées par faible, moyenne et forte.
- c) Recevoir sur le microphone récepteur de la cabine le son ainsi émis; mesurer le rapport $\frac{i}{I}$ de l'intensité i du courant microphonique après le passage au travers du matériau à l'intensité I du courant microphonique sans l'interposition du dit matériau;
- d) Déduire le facteur de transmission phonique σ par la formule :

$$\sigma = \left(\frac{i}{I} \right)^2$$

**

V) ETUDE DES DIVERSES CARACTÉRISTIQUES PHYSIQUES ET MÉCANIQUES DES MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION DITS « INSONORES »

Nous rappelons que, parallèlement à l'étude de la transmission des sons au travers des matériaux, devaient être effectuées sur chacun de ceux qui auraient paru intéressants, les déterminations des coefficients de conductibilité calorifique, des essais d'imperméabilité, de combustibilité, d'hygroscopicité, de porosité, de résistance mécanique.

Voyons également les dispositifs expérimentaux qui furent adoptés pour la détermination de ces différents coefficients.

Détermination du coefficient de conductibilité calorifique de deux panneaux

Mode opératoire. — Les deux panneaux sont placés, sans dessiccation préalable entre deux cuves métalliques plates parcourues par un courant d'eau à une température d'environ 20° C (fig. 5 et 6).

Entre les panneaux est disposée une résistance électrique plate,

circulaire, de 0 m. 50 de diamètre, isolée entre deux feuilles d'amiante. Cette résistance est constituée par un fil de nickel-chrome enroulé en spires sensiblement circulaires, régulièrement espacées de 5 millimètres; elle est parcourue par un courant continu d'intensité constante.

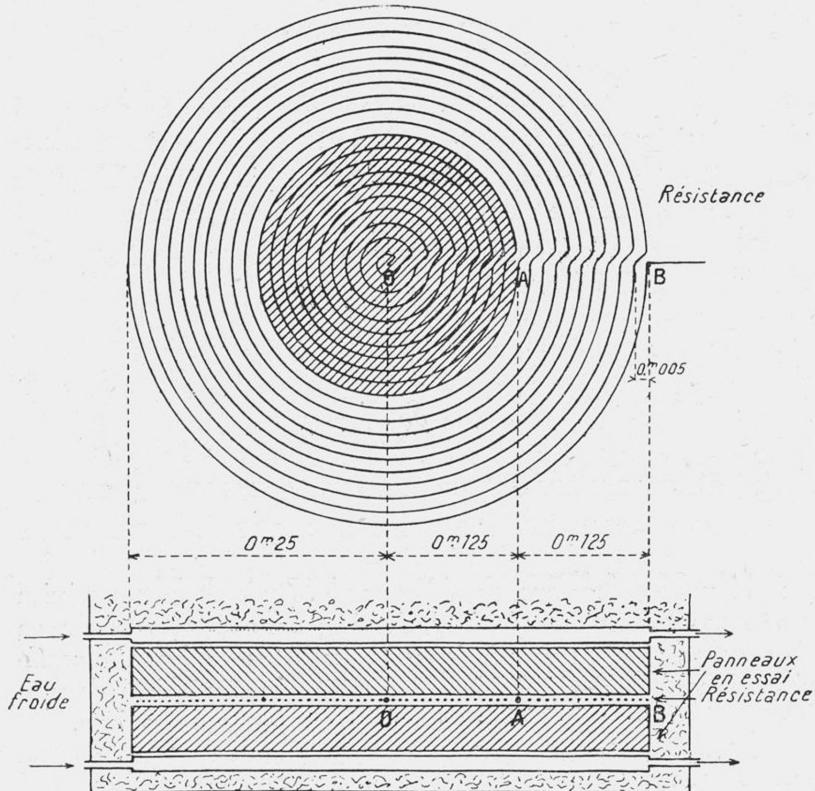


Fig. 5.

On constate que la température des deux faces de la résistance est sensiblement uniforme dans la région circulaire centrale hachurée de 0 m. 25 de diamètre, au bout d'un certain temps de fonctionnement.

Dans ces conditions, le régime permanent établi, on considère :

1° Que la région centrale O A est exempte des perturbations dues

aux bords, la couronne périphérique A B jouant le rôle d'anneau de garde de transmission de chaleur;

2° Que la chaleur dissipée par effet Joule dans la région centrale O A est transmise aux deux panneaux par quantités égales, au travers de surfaces isothermiques planes et parallèles.

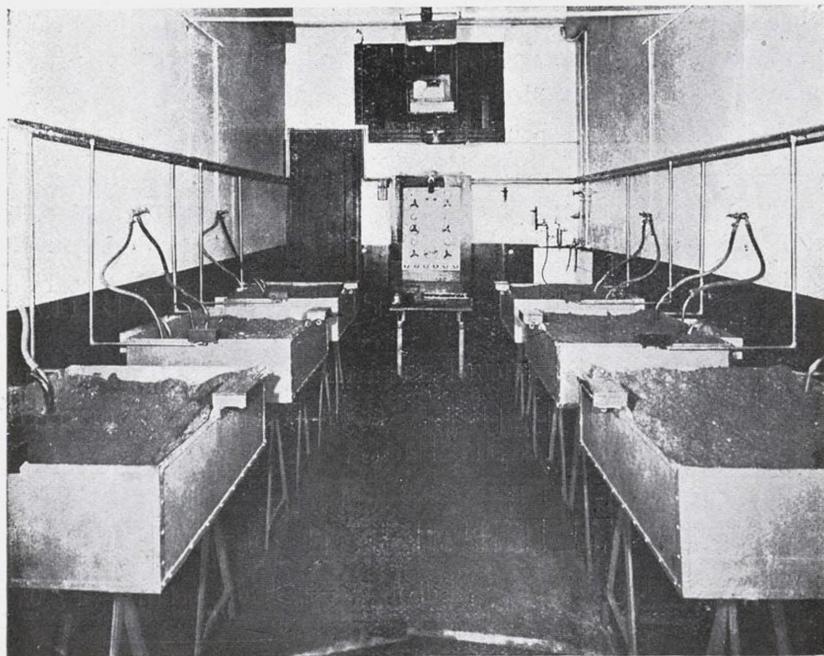


Fig. 6.

Conductibilité calorifique des matériaux. — Vue d'ensemble de la salle d'essais
(Laboratoire d'Essais du Conservatoire National des Arts et Métiers)

La quantité de chaleur transmise par la région centrale pendant l'unité de temps est déduite de la mesure de l'intensité du courant électrique d'alimentation et de la différence de potentiel entre le centre O de la couronne centrale et l'extrémité A de cette couronne du côté de la couronne périphérique.

L'intensité du courant électrique est maintenue constante pendant plusieurs heures consécutives.

Les températures t_1 et t_2 des deux faces de chaque panneau sont mesurées au moyen de couples thermo-électriques étalons.

Soient :

Q) La quantité de chaleur en millithermies (pratiquement calorie-kilogramme) transmise en une heure par la partie OA de la résistance;

U) La différence de potentiel en volts entre le centre O et la limite A de la région centrale;

I) L'intensité du courant électrique en ampères parcourant le fil résistant;

4186) L'équivalent mécanique de la millithermie (pratiquement calorie-kilogramme);

S) La surface en mètres carrés de la région circulaire centrale ($0 \text{ m}^2 0491$);

e) L'épaisseur en mètres des panneaux;

t_1 et t_2 Les températures moyennes en degrés centigrades des deux faces des panneaux.

La quantité de chaleur *Q* est donnée par :

$$Q = \frac{U \times I \times 3600}{4186}$$

Le coefficient moyen de conductibilité calorifique entre les températures t_1 et t_2 est alors déduit de la formule :

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

*Essais d'inflammabilité et de combustibilité exécutés
sur un matériau*

Mode opératoire. — Les essais sont exécutés sur une éprouvette prélevée par découpage dans toute l'épaisseur de l'échantillon et soumise à l'action de la flamme d'un brûleur Bunsen alimenté au gaz d'éclairage (gaz de Paris) dans les conditions suivantes :

Le brûleur employé ayant un conduit de 10 millimètres de diamètre intérieur et étant placé verticalement, les orifices d'admission d'air aménagés à sa partie inférieure sont complètement fermés, et après allumage, le débit de gaz est réglé de telle sorte que la flamme blanche obtenue ait une hauteur de 15 centimètres environ.

L'éprouvette est alors introduite dans la flamme en la disposant verticalement, son extrémité inférieure étant distante de 5 centimètres environ de l'orifice du brûleur. Elle est ainsi maintenue pendant une durée de 2 minutes, puis éloignée de la flamme pendant une durée de 3 minutes. L'opération de chauffage est répétée dans les mêmes conditions trois fois consécutives.

Essai d'hygroscopicité

Mode opératoire. — Cet essai est exécuté sur une éprouvette prélevée par découpage dans toute l'épaisseur de l'échantillon.

L'éprouvette est alors desséchée par séjour de 48 heures dans une étuve à air chauffée à 100-110° C, pesée après refroidissement, puis introduite sous une cloche de verre dans laquelle un récipient rempli d'eau douce est destiné à entretenir une atmosphère saturée d'humidité, à la température de +15° C environ.

L'éprouvette est ensuite conservée dans ce milieu d'où elle n'est retirée que pour être pesée à nouveau après y avoir séjourné pendant des durées successives de 24 heures, 1 semaine, 2 semaines, 3 semaines et 4 semaines, afin de déterminer les augmentations successives de poids par absorption d'humidité (hygroscopicité).

Essai d'absorption d'eau par capillarité (porosité)

Mode opératoire. — Cet essai est exécuté sur une éprouvette prélevée par découpage dans toute l'épaisseur de l'échantillon.

L'éprouvette est alors desséchée par séjour de 48 heures dans une étuve à air chauffée à 100-110° C, pesée après refroidissement, puis disposée verticalement dans un récipient en verre de manière à maintenir son extrémité inférieure immergée, sur une hauteur constante de 2 centimètres, dans de l'eau douce, à la température de +15° C environ, contenue dans ce récipient.

L'éprouvette est ensuite conservée dans ces conditions pour être pesée à nouveau après essuyage sommaire de son extrémité immergée, après des durées successives de 24 heures, 1 semaine, 2 semaines, 3 semaines et 4 semaines, afin de déterminer les augmentations successives de poids résultant de l'absorption d'eau par capillarité.

Essais de résistance à la compression

Mode opératoire. — Ces essais sont exécutés sur des éprouvettes de forme cubique prélevées par découpage dans toute l'épaisseur de l'échantillon tel qu'il a été présenté.

Pour obtenir une bonne répartition des efforts de compression exercés sur ces éprouvettes, dans le sens de l'épaisseur de l'échantillon, de manière continue et progressivement croissante jusqu'à rupture, il est interposé des plaques de carton épais entre les faces portantes de chacune d'elles et les sommiers de la machine d'essai.

**

Les diverses expériences furent réalisées au Laboratoire d'Essais du Conservatoire National des Arts et Métiers dans le courant de l'année 1931 suivant les modes opératoires indiqués ci-dessus, sur 82 échantillons différents de matériaux isolants présentés au Touring-Club de France par les fabricants.

Les résultats obtenus sur ces matériaux spéciaux fournissent ainsi des valeurs numériques de leurs caractéristiques.

En outre, il a paru indispensable, pour avoir des bases de comparaison pratiques, d'effectuer les mêmes expériences sur un certain nombre d'échantillons de quelques matériaux habituellement employés dans la construction : briques, béton, plâtre, bois. De la sorte, il sera possible aux fabricants, aux constructeurs, aux usagers, de se faire une opinion motivée sur de nouveaux produits.

**

VI) RÉSULTATS DES EXPÉRIENCES DE LABORATOIRE

Les expériences de laboratoire terminées, les matériaux essayés ont été classés en quatre catégories, suivant les valeurs trouvées pour chacun d'eux au point de vue phonique.

Une première catégorie groupe les matériaux pour lesquels le facteur de transmission phonique σ est inférieur à 0,0020; ceux dont on peut dire qu'ils donnent des résultats pouvant être généralement satisfaisants suivant précautions d'emploi. La Sous-Commission n'a, en conséquence, retenu que ceux-ci.

La seconde catégorie comprend les matériaux pour lesquels σ est compris entre 0,0020 et 0,0150; ce sont là des résultats un peu insuffisants, mais il est probable que les matériaux qui les ont fournis peuvent être améliorés.

Les troisième et quatrième catégories comprennent les matériaux pour lesquels, respectivement σ est compris entre 0,0150 et 0,1000 ou bien est supérieur à 0,1000. Ce sont là des matériaux nettement inférieurs au point de vue qui nous occupe. Ils ne présentent que peu d'intérêt comme isolants phoniques et ne paraissent pas susceptibles d'être améliorés, à moins de modifications profondes.

Les matériaux présentés aux essais se répartissent de la manière suivante :

1 ^{re} catégorie	33	échantillons
2 ^e —	25	—
3 ^e —	14	—
4 ^e —	10	—
Nombre total des échantillons présentés	82	

**

Les résultats complets des seuls matériaux constituant la première catégorie sont annexés au présent rapport.

La Sous-Commission n'a pas jugé opportun de désigner un matériau essayé autrement que par un numéro d'ordre et une courte

référence descriptive, afin de conserver à la consultation un caractère exclusivement technique.

Elle suggère que le T.-C. F. communique à chacun des concurrents tous les chiffres concernant les matériaux envoyés par lui, en lui demandant l'engagement, au cas où il les utiliserait d'une manière quelconque, et notamment pour sa publicité, de la faire à ses risques et périls, sans que la responsabilité du T.-C. F. puisse être, à quelque titre que ce soit, considérée comme engagée.

Comme il existe souvent, entre matériaux de provenance différente, une similitude de description, l'indication portée sur le détail des résultats des essais, n'autorise — la Sous-Commission le souligne avec force — aucune déduction tendant à identifier la provenance d'un échantillon déterminé.

Comme il a été dit, la valeur numérique du facteur σ pouvant ne rien dire à l'esprit des personnes non familiarisées avec les essais, le tableau des résultats obtenus sur les matériaux très courants a été également annexé au présent rapport, afin de fournir des termes de comparaison.

La variation de σ avec l'intensité sonore, dans les limites des expériences effectuées, étant faible, il n'a été indiqué dans les tableaux des résultats pour ne pas les alourdir que le σ correspondant aux intensités sonores fortes.

En outre, pour pouvoir comparer ces résultats, à ceux qui seront sans doute donnés dans les études ultérieures effectuées sur des cloisons entières, lesquels seront exprimés en décibels, les tableaux portent également la valeur des affaiblissements en décibels ($n = 10 \log_{10} \sigma$) correspondant aux diverses valeurs de σ .

Dans les résultats mécaniques les pressions à l'écrasement ou à la rupture sont exprimées en unités légales, c'est-à-dire en hectopièzes. On sait que

$$1 \text{ hectopièze} = 1,02 \text{ kg/cm}^2$$

et $1 \text{ kg/cm}^2 = 0,98 \text{ h.p.z.}$

**

VII) OBSERVATIONS GÉNÉRALES DU RAPPORT N° 1

Envisagés au point de vue de leur constitution, les matériaux étudiés peuvent être classés en trois groupes (fig. 7) :

A) *Matériaux organiques*, à base végétale ou animale (liège, pailles, fibres diverses de provenance végétale, caoutchouc, laine, etc.).



Fig. 7.

1, béton dit cellulaire ; 2, liège aggloméré enduit de plâtre ; 3, fibres végétales avec enduit ; 4, fibres végétales sans enduit ; 5, 6, varechs ; 7, 8, liège aggloméré entre contreplaqué ; 9, liège aggloméré ; 10, 11, caoutchouc ; 12, pâte de bois chimique et mécanique, agglomérée en plaques ; 13, 14, carton ondulé, petites et grosses cannelures ; 15, bourrage de pâte à papier ; 16, feutre ; 17, pulpe de bois ; 18, béton dit cellulaire.

B) *Matériaux minéraux* (bétons poreux de divers systèmes, plâtre, briques, etc.).

C) *Matériaux combinés* provenant de combinaisons très variées entre les deux premières espèces.

A) Le premier groupe donne des résultats très variables dépendant non seulement de la qualité des éléments mis en œuvre, mais aussi des procédés de fabrication, d'agglomération ou de conservation. Parfois des qualités indéniables au point de vue de l'insonorité sont malheureusement contre-balancées par de graves défauts quant à la résistance aux agents physiques, aux rongeurs, etc...

Un exemple caractéristique de l'influence des procédés de fabrication est fourni par les isolants à base de liège qui ont été présentés. Dix échantillons ont subi les essais. Sur ceux-ci, un seul se classe en première catégorie, cinq se classent en seconde, un en troisième, et trois en quatrième : dans ces derniers figurent des produits agglomérés au brai. On peut donc se rendre compte d'une cause de déboires causés par l'emploi de matériaux non judicieusement choisis, alors que les matériaux à base de liège sont parmi les plus couramment utilisés.

Certains caoutchoucs d'assez forte densité ont été excellents. Malheureusement, le caoutchouc est très cher et il brûle assez facilement.

Il n'est pas sans intérêt de faire ici une allusion aux résultats fournis par les tapis de laine, quoique ceux-ci se classent nettement dans les dernières catégories. Ici la densité du produit paraît jouer un rôle important. Sur cinq échantillons examinés, l'un, d'une densité relativement élevée de 0,28, possédait une valeur de σ environ trois fois plus faible que les quatre autres dont la densité était inférieure et descendait jusqu'à 0,23 ; et cependant ce meilleur échantillon avait une épaisseur inférieure de $1/3$ à celle des autres. Autrement dit, on a constaté pour ce genre d'isolant, de confection à peu près homogène, que l'aptitude à l'amortissement phonique était d'autant meilleure que la densité était plus élevée.

On a noté également des différences considérables entre quatre échantillons de papier ondulé soumis aux essais.

Il est donc surabondamment prouvé que le mode de fabrication et de présentation joue un rôle considérable.

B) Le second groupe de matériaux donne en général d'excellents résultats. C'est sans doute dans celui-ci qu'on trouvera les matériaux les plus intéressants au point de vue du prix de revient. Cependant ils ne sont pas sans certains défauts, surtout en ce qui concerne, au moins

pour certains, la dureté, la résistance à l'effritement, et quelquefois la solidité.

En outre, il y aurait lieu de compléter ces expériences effectuées sur un nombre assez limité d'échantillons, par des essais méthodiques nombreux, portant d'une part sur les matériaux minéraux courants, tels que plâtre, briques, et les matériaux minéraux spéciaux, comme les bétons ponce ou multicellulaires.

C) Le troisième groupe paraît le plus intéressant et il semble que les recherches des fabricants et des usagers pourraient se porter utilement de ce côté. La grande majorité des matériaux retenus par la Commission comporte en effet des combinaisons entre les deux premiers groupes.

L'alternance de matières aussi différentes que possible semble très propice à l'insonorité, et c'est là un des résultats les plus nets, qui confirme d'ailleurs des notions déjà connues.

L'influence d'un simple enduit de plâtre bien fait peut être considérable. Parmi les échantillons soumis aux essais figurait un certain produit présenté sous deux formes : le produit brut, et le même produit revêtu sur chaque face d'un enduit de plâtre. Alors que le produit brut se classait nettement dans la quatrième catégorie de qualité, le produit composite s'est classé en première catégorie.

*
**

Les meilleurs isolants du son ne sont pas forcément les meilleurs isolants calorifiques et il n'y a aucune corrélation absolue entre le facteur de transmission phonique et le coefficient de conductibilité calorifique.

Ce fait doit-il être attribué à ce que le flux calorifique se comporte à peu près comme du courant électrique continu, tandis que le flux sonore se propage à la manière du courant alternatif ?

On trouvera sur les tableaux annexés de nombreux exemples qui confirment le fait, sans que, d'ailleurs, dans l'état actuel de nos connaissances, on soit à même de trouver les lois qui régissent ces phénomènes complexes.

Notre collègue, M. André NESSI, nous a communiqué à ce sujet une remarque intéressante. La transmission de la chaleur et du froid à travers les parois d'un bâtiment dépend non seulement du matériau isolant employé, mais encore de sa position dans la constitution du mur, si celui-ci est composé de divers matériaux. Par exemple, lorsqu'un local est chauffé d'une manière intermittente, il est démontré qu'il y a intérêt à placer l'isolant sur la face interne. S'il s'agit au contraire de se protéger des ardeurs du soleil, l'isolant devra se mettre à l'extérieur du bâtiment. Toutefois, si la différence entre la température extérieure et la température intérieure devait rester constante et que le bâtiment soit chauffé d'une façon continue, la position du matériau isolant importerait peu.

**

Les études qui ont été effectuées au Laboratoire d'Essais du Conservatoire National des Arts et Métiers ont été conduites avec une rigueur et une précision qui permettent une comparaison précise des résultats obtenus. A ce point de vue, ils présentent un grand intérêt. Toutefois, la Sous-Commission tient à rappeler de nouveau que les conditions dans lesquelles les expériences ont été réalisées sont des conditions de laboratoire, qu'on pourrait presque qualifier de théorique.

Il a été constaté que des matériaux, ayant subi avec succès des épreuves préliminaires sur panneaux de 50×50 , présentaient des qualités beaucoup moindres lorsqu'ils étaient transformés en panneaux de grandes dimensions. Ceci apparaît nettement à tout le monde, lorsqu'on consulte le tableau des essais effectués sur les produits courants. La plupart de ceux-ci donnent pour σ une valeur qui les classerait dans notre première catégorie : pourtant on sait par expérience que certaines cloisons en briques ou en carreaux de plâtre ne sauraient passer pour des cloisons isolantes. Cela est dû notamment à leur élasticité particulière sur grandes surfaces, et aussi aux modes de liaison des panneaux entre eux et avec l'ossature du bâtiment.

Est-ce à dire, par contre, et nous y avons déjà insisté, qu'un produit qui a donné de mauvais résultats soit susceptible d'en donner de bons dans une application pratique ? Non. Et c'est peut-être là,

justement, le plus grand intérêt de ces essais, d'avoir constitué en quelque sorte une *première éliminatoire*, permettant de retenir l'attention sur les seuls produits qui en paraissent dignes.

Les expériences faites ne peuvent donc être considérées que comme des expériences préliminaires. Il convient maintenant de rechercher comment se comportent les matériaux lorsqu'ils sont mis en œuvre.

Sans faire une analyse complète des phénomènes, on conçoit que les dimensions et l'élasticité des cloisons, leur plus ou moins grande rigidité, les pressions transmises par les éléments des constructions qu'elles relient, d'où dérivent des tensions intérieures inconnues et variables, transforment d'une manière considérable les conditions dans lesquelles les matériaux absorbent, transmettent et renvoient la vibration sonore qui est venue les frapper.

**

Il paraît donc opportun de poursuivre scientifiquement les expériences dans les *conditions de l'utilisation pratique* et la Sous-Commission proposera au T.-C. F. le programme d'une nouvelle série d'expériences sur les matériaux classés en première catégorie.

La Sous-Commission dispose, pour y procéder, d'un appareil d'investigation remarquable : c'est la *Sonde phonique* de M. CELERIER (1) qui permet de déterminer les intensités sonores en un point quelconque d'une salle ou de l'extérieur, par des mesures exclusivement d'ordre physique, c'est-à-dire indépendantes de toute intervention ou appréciation des sens de l'opérateur.

**

(1) Annexe F : La Sonde phonique. — Exemple de résultats obtenus (J.-F. CELERIER), (page 73).

VIII) PROPOSITION D'ESSAIS PRATIQUES SUR CLOISON

Le présent rapport termine la mission que la Sous-Commission avait reçue, et qui consistait à organiser des expériences de laboratoire sur les matériaux présentés par les fournisseurs en application des conditions publiées dans la *Revue du Touring-Club de France* de décembre 1930.

La Sous-Commission propose d'étendre sa mission à une seconde série d'essais : ceux-ci consisteront à soumettre les matériaux insonores retenus comme les plus intéressants à la suite des premières expériences à des épreuves portant sur ces matériaux mis en œuvre dans les conditions normales d'emploi.

En conséquence, dans sa réunion du 5 février 1932, la Sous-Commission a chargé MM. A. BRUEL, J.-F. CELLERIER, G.-Antonin MERCIÉ, G. GENOUVILLE, de mettre au point le programme de ces nouvelles expériences.

En terminant, la Sous-Commission, sur la proposition de M. CELLERIER, adresse ses remerciements à ses distingués collaborateurs qui ont apporté à la mise au point des procédés scientifiques adoptés et à l'exécution des expériences un concours des plus précieux.

Pour la partie des essais physiques : MM. LECARME, Chef de Service; ROUQUAYROL, Assistant-Chef; HEYBERGER, Assistant.

Pour la partie des essais physico-mécaniques : MM. CHEVAL, Chef de Service; LEROY, Assistant.

RAPPORT N° 2

**DE LA SOUS-COMMISSION DE LA LUTTE
CONTRE LE BRUIT**

résumant les différents travaux de la Sous-Commission, et indiquant, en particulier, les résultats des expériences effectuées sur cloisons éditierées avec divers échantillons de matériaux dits « Insonores » et retenus par la Commission comme pouvant être employés dans la construction et la transformation des habitations.

I. — ECHANTILLONS ADMIS AUX EXPÉRIENCES SUR CLOISONS

L'information ouverte par le Touring-Club de France pour préciser, dans des conditions comparables, les qualités de divers matériaux dits « insonores » pouvant être employés dans la construction ou la transformation des habitations, a été divisée en deux séries d'expériences effectuées par le Laboratoire d'Essais du Conservatoire National des Arts et Métiers.

La première série a porté sur des échantillons de matériaux de dimensions définies, dont on a déterminé la caractéristique phonique indépendamment de l'emploi. Elle a fait l'objet d'un premier rapport, approuvé par la Commission de la Lutte contre le Bruit du Touring-Club de France, dans sa séance du 6 avril 1932.

Or, dans la pratique, la mise en œuvre des matériaux joue, en particulier, un rôle très important et qui est susceptible de modifier considérablement les résultats obtenus en laboratoire. Aussi, a-t-il été décidé de compléter ces derniers par ceux obtenus sur des cloisons construites avec des matériaux retenus comme les plus intéressants au point de vue de l'insonorité.



Fig. 8.
Vue du Square Saint-Lambert.
Immeuble ayant servi aux essais phoniques des cloisons.

Une Sous-Commission, composée de MM. A. BRUEL, J.-F. CELLERIER, G.-Antonin MERCIÉ et G. GENOUVILLE, a été chargée de mettre au point le programme de ces nouvelles études.

Emplacement des essais. — Le nombre relativement important de matériaux à étudier et la nécessité de pouvoir les monter tous d'une manière aussi identique que possible, en cloisons séparatrices d'appartements, ont rendu indispensable l'utilisation d'un nombre important de locaux présentant entre eux une identité aussi parfaite que possible, tant de situation que de dimensions.

Grâce à l'activité de M. MERCIÉ, architecte D. P. L. G., et aux nombreuses recherches auxquelles il s'est livré, l'immeuble nécessaire aux expériences envisagées a pu être trouvé (fig. 8).

MM. AMIDIEU-DUCLOS et LARNAUDIE, Président et Administrateur délégué de la C^{ie} de Constructions Générales et de Travaux Publics, et de la Société de Gérance d'Immeubles Municipaux, acceptèrent de mettre à la disposition du Touring-Club de France



Fig. 9.

Vue de l'immeuble en construction ayant servi aux études phoniques de cloison.

une partie de l'immeuble en construction sis à Paris, square Saint-Lambert, rue du Docteur-Jacquemaire-Clemenceau (fig. 9). Qu'ils en soient ici remerciés.

Matériaux à essayer. — Les matériaux à essayer retenus par la Commission furent pris parmi ceux qui, en laboratoire, avaient donné des résultats satisfaisants. Ils se divisaient en trois catégories :

Catégorie A. — Matériaux en revêtement se posant sur un matériau porteur;

Catégorie B. — Matériaux dont l'épaisseur permettait seulement une séparation mince telle qu'une cloison de 8 centimètres;

Catégorie C. — Matériaux dont l'épaisseur constituait une séparation plus importante, le rendant éventuellement susceptible de participer au soutien de l'immeuble.

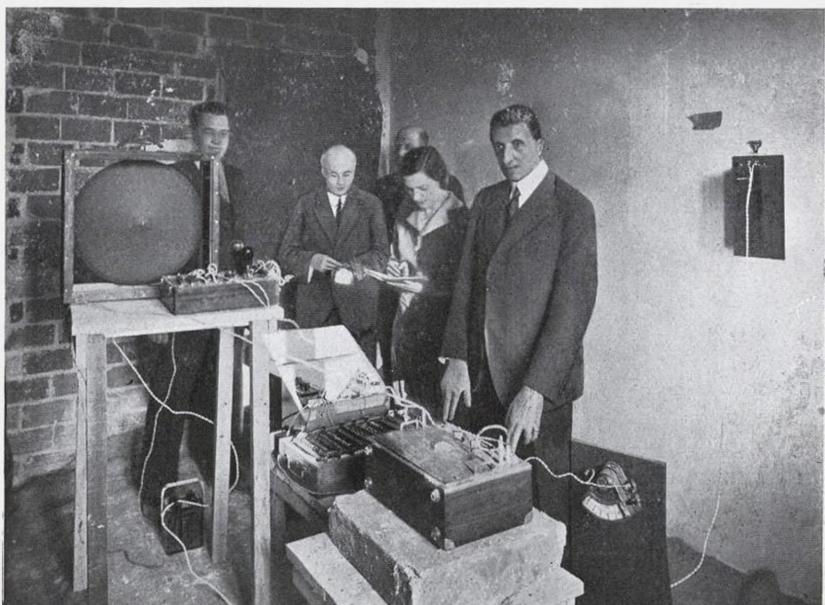


Fig. 10.

Laboratoire d'essais du Conservatoire des Arts et Métiers et Touring-Club de France.
Expérience de transmission de bruits au travers de cloison (immeuble de la Ville de Paris)

Onze matériaux provenant de six types différents avaient été retenus : certains, pris en épaisseurs diverses, devaient faire l'objet d'essais comparatifs.

Il avait été envisagé un moment de faire une distinction entre les matériaux se trouvant dans leur forme définitive d'utilisation, c'est-à-dire ne nécessitant pas d'enduits supplémentaires et ceux se trouvant dans leur forme primitive.

**TABLEAU DES MATERIAUX A ESSAYER
REtenus par la COMMISSION**

N° D'INSCRIPTION DU MATERIAU DANS LA 1 ^e SERIE D'EXPERIENCES (1)	N° D'ORDRE DE LA CLOISON DANS LA 2 ^e SERIE D'EXPERIENCES	CATEGORIE DU MATERIAU	DÉSIGNATION DU MATERIAU RETENU PAR LA COMMISSION (2)	OBSERVATIONS
8	1	B	Fibres végétales imprégnées ciment magnésien, enduit ciment sur les deux faces.	
6	2	B	Liège aggloméré enduit plâtre sur chaque face.	
9	3	B	Fibres de bois imprégnées ciment, enduit plâtre sur les 2 faces.	Sans enduit dans la 2 ^e série d'expériences.
2	4	B	Paille brute comprimée tenue par des fils de fer fortement serrés.	
21	6	A	Trois plaques en fibres et bois, enduit plâtre sur les 2 faces.	Sans enduit dans la 2 ^e série d'expériences.
10	11	B	Fibres de bois imprégnées de ciment magnésien enduites plâtre des 2 côtés.	
18	12	C	id.	
19	Séparation A	C	Fibres de bois, enduit plâtre sur les 2 faces.	Sans enduit dans la 2 ^e série d'expériences.
5	Séparation C	C	Béton dit cellulaire.	
3	Séparation D	C	id.	
26	Séparation E	B	Aggloméré de ciment et ponce, de couleur grise.	

(1) Les numéros d'inscription de la première colonne sont ceux figurant sur le tableau des résultats des trente-trois matériaux retenus dans la première série d'expériences par la Commission de la Lutte contre le Bruit du T.-C. F. (Annexe C, page 81).

(2) La désignation du matériau retenu par la Commission résume la constitution technique spéciale à chaque concurrent, sans appellation commerciale, telle que le matériau a été retenu dans la première série d'expériences par la dite Commission (Annexe H, page 83).

Ces essais étant la suite de la première série d'expériences déjà faites, la Commission jugea qu'elle devait seulement considérer la forme sous laquelle le matériau avait déjà été présenté lors des premières expériences, mais elle se réserva, dans ses prochaines consultations, de poser le problème d'une manière qui rapprochera davantage les concurrents de la pratique normale d'utilisation du matériau.

Toutefois, certains d'entre eux, constitués par des fibres végétales enduites de ciment magnésien, ont été montés en cloisons sans être revêtus de leur couche de plâtre alors qu'ils portaient un tel revêtement dans la première série d'expériences. Ils se sont ainsi trouvés dans de mauvaises conditions, mais ont cependant permis de formuler quelques observations générales intéressantes.

Comme on peut le voir, les matériaux conservés par la Commission se présentent sous les contextures suivantes :

- 1° Algues, fibres agglomérées au moyen d'un ciment, et utilisées en parois variant de 5 à 11 centimètres, sans enduit;
- 2° Même genre de produit, mais enduit au plâtre;
- 3° Paille serrée à l'aide de fil de fer et formant panneau;
- 4° Béton gâché avec un produit chimique l'émulsionnant et lui donnant des propriétés physiques particulières, bétons dits cellulaires;
- 5° Aggloméré de ciment et de pences de Sicile ~~ou de Rhénanie~~;
- 6° Matériau à base de plâtre contenant un corps étranger, liège ou autre.

Au total, onze matériaux présentés à la consultation ont été expérimentés en cloisons. (Les produits de revêtement trouvant mal, dans le cas présent, leur utilisation, avaient été réservés.)

Comme dans la première série d'expériences, il était intéressant d'effectuer des essais comparatifs sur des cloisons-types, montées à l'aide de matériaux de construction courants. C'est ainsi que de telles cloisons furent édifiées avec les matériaux suivants : planche de plâtre hourdée avec mâchefer spongieux de différentes épaisseurs, briques pleines sans enduit montées à plat ou de champ.

II. — RÈGLEMENT DE LA DEUXIÈME SÉRIE D'EXPÉRIENCES SUR CLOISONS

Ci-après le règlement établi par la Commission :

« En vue de l'examen des qualités d'insonorité des matériaux retenus par la Sous-Commission du Bruit, il sera effectué de nouveaux essais.

« Ces essais seront exécutés dans l'immeuble en construction rue du Docteur-Jacquemaire-Clemenceau, mis gracieusement à la disposition du Touring-Club de France (T.-C. F.) par la Société de Gérance d'Immeubles Municipaux (S. G. I. M.) et dont l'entreprise est confiée à la Compagnie de Constructions Générales et de Travaux Publics (C. C. G. T. P.), et ce, sans garantie de la part de ces deux Sociétés.

« Le bâtiment dans lequel se feront les essais est constitué par des pans de béton, la maçonnerie n'intervenant qu'en remplissage ; les planchers sont en béton et corps creux.

« ARTICLE PREMIER. — Des séparations de pièces de dimensions uniformes (4 m. 32 \times 2 m. 70) devront être construites par les concurrents par leurs propres moyens, suivant toute méthode ou procédé qui puisse leur être propre.

« ART. II. — La C. C. G. T. P., en vue de faciliter le travail des concurrents, met à la disposition de ceux-ci, contre remboursement du prix de revient, les matériaux courants se trouvant sur le chantier (sable, plâtre, ciment ou chaux) dont ils pourraient avoir besoin.

« Il en est de même pour la main-d'œuvre, manœuvre ou ouvrier, étant bien entendu que le travail est exécuté sous la direction des concurrents et que la C. C. G. T. P., la S. G. I. M. et le T.-C.F. ne peuvent être tenus pour responsables en aucun cas ni en aucune sorte.

« ART. III. — Le personnel des concurrents, autre que celui fourni éventuellement par la C. C. G. T. P. comme exposé à l'ar-

ticle II, devra être assuré contre les accidents pouvant survenir tant de leur fait que du fait du travail du chantier.

« ART. IV. — Les séparations seront classées par catégories et numérotées ; elles seront attribuées aux concurrents par voie de tirage au sort. Une cloison sera mise à la disposition des concurrents pour les matériaux de revêtement.

« ART. V. — Les emplacements des séparations seront mis à la disposition des concurrents à partir du 20 février 1933. Dans le délai des dix jours suivants, les séparations devront être montées.

« ART. VI. — Tout concurrent ne réalisant pas sa construction dans les délais prévus sera considéré comme abandonnant sa participation au concours.

« ART. VII. — Les journées de gelée seront exclues des délais impartis pour la construction.

« ART. VIII. — Les concurrents remettront sous pli, à la Sous-Commission, les indications concernant les procédés de montage de leur matériau. Sur demande du concurrent intéressé, le procédé pourra ne pas être divulgué.

« ART. IX. — Les concurrents devront sceller dans la séparation construite avec leur matériau une plaque cuivre portant les indications de leur nom et du produit utilisé.

« La dimension en sera de 0 m. 075 × 0 m. 10; l'emplacement en sera uniforme pour tous les concurrents.

« ART. X. — La séparation ainsi montée restera la propriété du concurrent jusqu'aux essais. Après les essais, la séparation deviendra la propriété de la S. G. I. M., matériau compris, qui se réserve le droit de la conserver ou de la détruire sans que le concurrent puisse éléver quelque réclamation.

« ART. XI. — Essais : Dans le délai de deux mois après le montage, c'est-à-dire dans le courant mars-avril, la Sous-Commission du Bruit procédera aux essais.

« Les précautions seront prises autant que possible pour empêcher les bruits parasites. Le sol sera notamment isolé par un feutrage.

« Les séparations en matériaux spéciaux à essayer étant toujours prises entre deux salles A et B, il sera émis dans l'une A un bruit étalon.

« Les mesures d'intensité du bruit transmis seront effectuées dans la deuxième salle B au moyen de la sonde phonique du Laboratoire d'Essais du Conservatoire National des Arts et Métiers et seront exprimées en décibels.

« ART. XII. — Les essais seront conduits comme suit :

« Première expérience : intensité sonore dans la chambre A;

« Deuxième expérience : intensité sonore dans la chambre B;

« Troisième expérience : même expérience que la première.

« L'intensité du bruit dans la chambre d'émission A sera considérée comme étant la moyenne des intensités obtenues dans les expériences une et trois.

« ART. XIII. — Les résultats des expériences pourront être complétés par de nouvelles expériences que la Sous-Commission se réserve d'exécuter sur les mêmes matériaux enduits éventuellement en produits indiqués par les intéressés.

« Ces résultats ne seront pas pris en considération pour la mise en comparaison des produits proprement dits; ils ne pourront être divulgués que sur autorisation du constructeur.

« ART. XIV. — Des expériences analogues seront exécutées sur des cloisons construites en matériaux types, placés dans des conditions identiques.

« ART. XV. — Le fait de participer au présent concours constitue l'acceptation du présent règlement. »

Ordre de montage des cloisons. — Le règlement adopté, le tirage au sort fut effectué, et les cloisons ou séparations furent montées dans l'ordre suivant :

1^{er} Etage :

- | | |
|----------------|--|
| Cloison 1..... | Matériau n° 8. |
| Cloison 2..... | Matériau n° 6. |
| Cloison 3..... | Matériau n° 9. |
| Séparation A.. | Matériau n° 19. |
| Cloison 4..... | Matériau n° 2. |
| Séparation B.. | Matériau. Carreau de plâtre et mâchefer. |
| Cloison 5..... | Matériau. Planche de plâtre houddée et mâchefer. |
| Cloison 6..... | Matériau n° 21. |

2^e Etage :

- | | |
|----------------|--|
| Cloison 9..... | Matériau. Briques pleines de 55 mm. sans enduit. |
| Séparation C.. | Matériau n° 5. |
| Cloison 10.... | Matériau. Briques pleines de 60 mm. de Paris, sans enduit. |
| Séparation D.. | Matériau n° 3. |
| Cloison 11.... | Matériau n° 10. |
| Cloison 12.... | Matériau n° 18. |

3^e Etage :

- | | |
|----------------|--|
| Séparation E.. | Matériau n° 26. |
| Cloison 16.... | Matériau. Briques pleines tendres de champ (55 mm.). |
| Cloison 17.... | Matériau. Briques pleines tendres à plat (110 mm.). |

Après vérification du montage des cloisons, les essais furent fixés aux 27 et 29 avril 1933, à 16 heures, après l'arrêt du chantier et pendant toute la journée du 1^{er} mai, le chantier étant fermé ce jour-là.

Ils furent exécutés sous la direction de M. CELLERIER, Directeur du Laboratoire d'Essais du Conservatoire National des Arts et Métiers, assisté de M. ROUQUAYROL, Assistant-chef au même établissement.

III. — EXÉCUTION DES ESSAIS SUR CLOISON

Dispositions générales des locaux et des cloisons

L'immeuble situé rue du Docteur-Jacquemaire-Clemenceau, en bordure du square Saint-Lambert, actuellement plus éloigné que les autres des bruits urbains extérieurs, fut choisi pour les études.

A chaque étage se trouvaient six emplacements de cloisons identiques de 4 m. 30 de longueur sur 2 m. 70 de hauteur, formant séparation de chambre, et deux séparations d'appartements nécessitant d'après les plans (annexe M) une épaisseur de 13 à 15 cm. finies, et de même surface que les séparations de chambres.

Trois étages de constitution identique furent réservés aux essais; l'annexe M donne le plan des étages.

Au moment des essais, les sols étaient bruts de ciment, les plafonds en houardis apparents ne comportaient d'enduit plâtre qu'au 3^e étage; les murs étaient non ragréés.

Mode opératoire pour les essais

Bâtiment. — Le Directeur du chantier, M. MARCHAND, Ingénieur des Ponts et Chaussées, fit poser les menuiseries extérieures et fit préparer des panneaux de portes feutrés amovibles, permettant la fermeture des ouvertures sur couloir.

Le sol fut garni de feutre de 18 m/m. d'épaisseur; un panneau en feutre sur cadre fut préparé pour pouvoir être placé devant les fenêtres et la porte. Les salles d'essais furent ainsi nettement isolées des bruits extérieurs, d'ailleurs faibles dans cette partie du square Saint-Lambert.

Essais proprement dits

a) *Bruits :*

Les intensités auditives des bruits ont été mesurées à l'aide de la « Sonde phonique » de M. CELLERIER.

Celle-ci comprend essentiellement deux microphones récepteurs bicônes M_1 et M_2 , un amplificateur à lampes à trois électrodes, un

appareil de mesure des intensités de courant, un dispositif d'affaiblissement réglable et des sources nécessaires de courants électriques. Les résultats sont exprimés en unités auditives pratiques (décibels).

La méthode suivie a consisté essentiellement à émettre un bruit continu dans la chambre I, dite « émettrice » (fig. 11), à en mesurer l'intensité, puis à mesurer dans la chambre II, dite « réceptrice », l'intensité de ce bruit après son passage au travers de la cloison.

La différence des mesures en décibels donne une valeur de l'af-

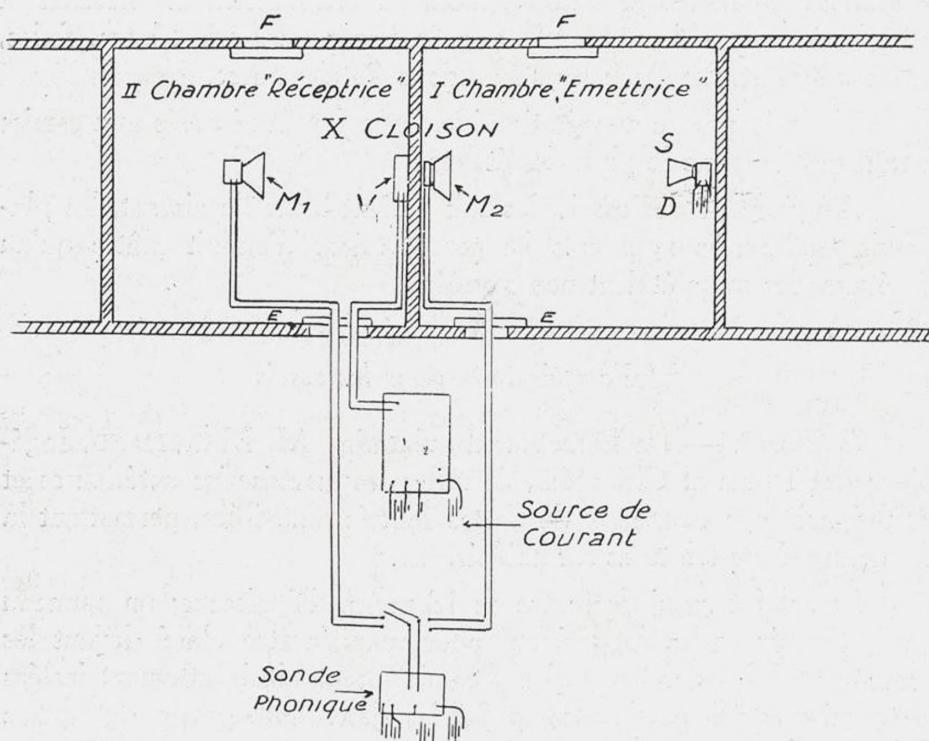


Fig. 11.

S Klaxon, source de bruit.

D Source électrique.

E Panneaux de fermeture des portes.

F Panneaux de fermeture des fenêtres.

V₁ Sismographe du vibromètre.

X Cloison en étude — M₁ { microphones récepteurs.

V₂ Vibromètre : amplificateur à lampes et instruments de mesures électriques.

faiblissement du son au travers de la cloison considérée dans des conditions d'isolement qui ont été identiques pour tous les concurrents.

La cloison X à étudier séparait les deux chambres I et II.

Chambre I, dite « émettrice ».— Dans la Chambre I dite « émettrice » (fig. 12) était disposée la source de bruits, constituée par un klaxon électro-magnétique à membrane du type avertisseur pour voi-

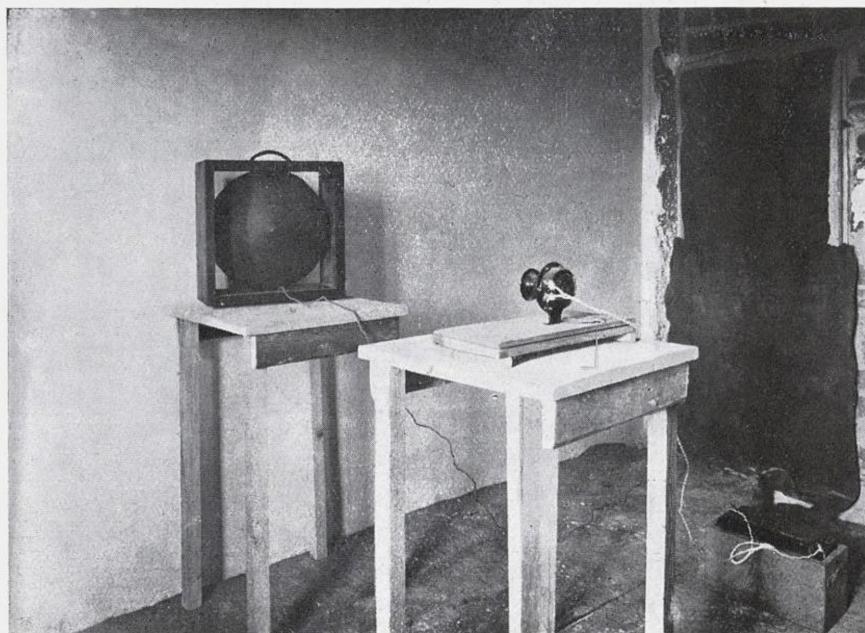


Fig. 12.

Expérience de transmission de bruits au travers de cloison.

Dispositif des appareils dans la chambre I dite « émettrice ».

N. B. — Pour permettre la prise de vue, la source sonore a été rapprochée du microphone.

tures automobiles, fonctionnant sous une tension de 12 volts et four-
nissant un son fondamental correspondant à 275 périodes par seconde.
Le klaxon était placé dans l'axe de la pièce, au voisinage du mur
opposé à la cloison X, mais sans le toucher et à une hauteur de 1 m. 50
environ au-dessus du plancher.

En face de la source sonore et près de la cloison X était disposé d'une façon identique un premier microphone M_1 de la Sonde phonique.

Chambre II, dite « réceptrice ». — Dans la chambre II, dite « réceptrice », était disposé en son milieu et à 1 m. 50 environ du sol le deuxième microphone M_2 .

Sonde phonique. — L'appareil de mesure de la sonde phonique et les sources de courant se trouvaient dans le couloir de l'immeuble; seuls, les fils traversaient les portes, toutes précautions étant prises pour éviter les fuites sonores. Le bruit dans la chambre I était mesuré à l'aide du microphone M_1 , celui ayant passé dans la chambre II à l'aide du microphone M_2 , compte tenu de la très légère différence provenant de la non identité absolue de ces deux microphones.

b) *Vibrations :*

Vibromètre. — Les vibrations des cloisons ont été déterminées en valeur relative à l'aide d'un vibromètre du Laboratoire d'Essais, constitué essentiellement par : un appareil du genre sismographe transformant en variation de courant électrique les vibrations de la cloison, un amplificateur à lampes du modèle ordinaire, un milliampèremètre de mesure et des sources de courant.

Le sismographe était fixé dans la chambre II, dite « réceptrice » (fig. 10), contre la cloison à étudier à hauteur du microphone. L'amplificateur à lampes à trois électrodes, les appareils de mesure et les sources de courant du vibromètre se trouvaient dans le couloir, près de la Sonde phonique.

Les résultats ont été donnés en valeurs relatives.

IV. — RÉSULTATS

Les résultats obtenus forment l'objet de deux tableaux annexés au présent rapport.

On y a joint ceux qui ont été constatés sur des cloisons édifiées avec des matériaux-types de construction courants.

(Voir tableaux K et L en annexe.)

V. — OBSERVATIONS GÉNÉRALES

Ces résultats confirment la classification qui a été donnée dans les observations générales du rapport précédent, en matériaux organiques, minéraux et combinés.

Si les premiers ont, ici aussi, donné des résultats très variables (cloisons n°s 3, 4, 6, séparation A), les affaiblissements de bruits obtenus avec les deux autres catégories ont été acceptables, et souvent même excellents.

L'influence très considérable d'un simple enduit de plâtre bien fait se confirme quand on compare les cloisons en fibres végétales, enduites ou non.

Les matériaux dans lesquels des attaches métalliques servent à assurer la cohésion sont défavorisés par rapport à ceux qui n'emploient pas un tel procédé.

Il semblerait, à l'inspection du tableau des résultats, que l'épaisseur influe peu sur les affaiblissements de bruits obtenus. C'est sans doute en réalité que cette influence a été masquée par l'effet de la mise en œuvre du matériau.

Si, en effet, certains d'entre ces derniers ont donné des résultats comparables à ceux obtenus dans la première série d'expériences, il n'en est pas de même pour tous. Il semble que ce fait soit dû à la mise en œuvre du matériau et tout particulièrement aux joints entre les divers éléments. Ainsi, le béton cellulaire formant la séparation C a donné un affaiblissement moindre en cloisons que celui obtenu en laboratoire dans la première série d'expériences, parce que, notamment, certains joints ne se trouvaient pas en parfait état.

Un autre exemple frappant de l'importance que présente la mise en œuvre est donné par les cloisons en briques pleines tendres, sans enduit, montées à plat pour l'une (épaisseur 11 cm.) et de champ pour l'autre (épaisseur 55 mm.), dont les affaiblissements de bruits sont sensiblement les mêmes. Dans le premier cas, en effet, les joints au mortier étaient sensiblement plus nombreux que dans le deuxième (fig. 13).

Il y a donc grand intérêt à employer des éléments d'une certaine importance pour diminuer le liaisonnement et à étudier particulièrement la manière dont s'effectue cette liaison entre éléments et également celle avec les poutres montantes et portantes, le plafond et les hourdis.

D'autre part, il est à remarquer que des fibres de bois ou végétales, imprégnées de ciment magnésien avec enduit plâtre sur chaque face, ont donné des affaiblissements élevés, fourni des régularités élevées de résultats tant au laboratoire qu'en cloisons. On a ainsi une confirmation de l'influence de la fabrication et de celle de l'enduit sur l'efficacité d'emploi du matériau.

Les matériaux courants essayés ont, comme dans la première série d'expériences, donné de bons résultats au point de vue de l'insonorité.

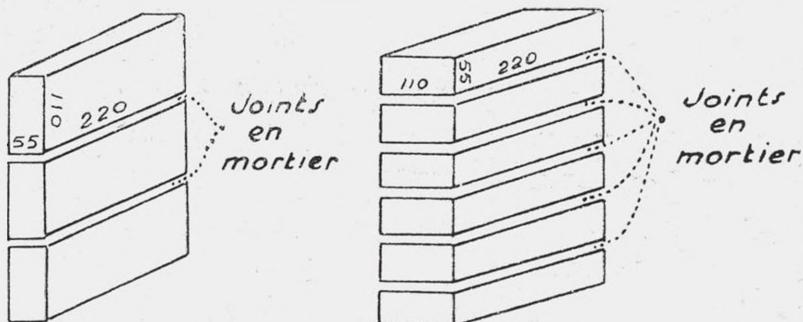


Fig. 13.

Une mention particulière doit être faite pour le carreau de plâtre. Toutefois, il faut noter que celui étudié était de composition spéciale, et monté avec le plus grand soin.

En outre, il faut tenir compte des autres caractéristiques physiques ou mécaniques telles que : le poids, le séchage, l'isolation thermique, l'aptitude aux vibrations, etc...

En ce qui concerne cette dernière qualité les vibrations des cloisons ont été enregistrées à l'aide d'un appareil de mesure spécial genre sismographe. Il n'a pu être procédé à des essais complets en raison du temps relativement restreint pendant lequel les emplacements ont été disponibles. Les résultats obtenus permettent cependant de formuler quelques remarques intéressantes.

Les cloisons formées de matériaux dits « insonores » sont généralement moins sensibles aux vibrations que celles constituées en matériaux courants, notamment en plâtre, avec lequel les vibrations enregistrées ont été très nettement les plus fortes.

A ce point de vue spécial, pour des cloisons étudiées ayant des épaisseurs du même ordre :

- les cloisons en matériaux organiques vibrent relativement peu;
- les cloisons en matériaux organiques enduits de plâtre ou de matériaux minéraux légers vibrent moyennement,
- les cloisons en plâtre vibrent fortement.

Les vibrations diminuent quand l'épaisseur de la cloison augmente pour une même espèce de cloison simple. Il n'en a cependant pas toujours été de la sorte. Ainsi, la cloison n° 11, de 80 mm., vibre moins que celle de 100 mm. qui est montée avec une même espèce de matériau, alors que, cependant, son affaiblissement phonique est supérieur. C'est là un indice net que la mise en œuvre du matériau est meilleure dans la première que dans la seconde.

VI. — CONCLUSIONS DU RAPPORT N° 2

Le Touring-Club de France a pris l'heureuse initiative d'entreprendre une campagne en vue de limiter les méfaits du bruit qui, depuis quelques années, ont pris des proportions incompatibles avec les meilleures conditions de travail et, aussi, avec le repos de chacun.

La Commission du Bruit a procédé à une première « consultation » portant sur les matériaux dits « insonores », dont elle a pu réunir près d'une centaine d'échantillons.

Les expériences confiées à M. J.-F. CELLERIER, Directeur du Laboratoire d'Essais du Conservatoire National des Arts et Métiers, ont comporté deux séries d'épreuves :

La première, exécutée dans cet Etablissement au cours des années 1931 et 1932, a consisté à déterminer en laboratoire les caractéristiques principales d'échantillons de ces matériaux de dimensions déterminées, au point de vue affaiblissement qu'ils imposent au son pour les traverser. Ces épreuves, en quelque sorte éliminatoires, ont permis de constater que sur les 83 échantillons présentés par les concurrents, 33 pouvaient seuls être considérés comme susceptibles d'offrir des qualités suffisantes d'isolation acoustique.

La deuxième série d'épreuves exécutées sur des cloisons réelles, édifiées dans un grand immeuble de la Ville de Paris, à l'aide d'un certain nombre de ces derniers matériaux, a consisté à déterminer

l'affaiblissement d'un bruit après le passage au travers de chacune de celles-ci.

Ces dernières expériences nécessitant une certaine immobilisation des pièces de l'édifice ainsi que des travaux de construction relativement coûteux, la Commission de la Lutte contre le Bruit a choisi parmi les 33 matériaux retenus appartenant à la catégorie ci-dessus indiquée, 11 d'entre eux présentant, en outre de leurs qualités d'insonorité, des caractéristiques suffisamment intéressantes au point de vue de la conductibilité calorifique, de l'inflammabilité, de l'incombustibilité, de la résistance mécanique, de la fragilité, etc...

Parallèlement, six matériaux de construction courants (briques et carreaux de plâtre) ont subi les mêmes épreuves pour servir de terme de comparaison.

Les résultats détaillés de ces diverses expériences permettront de se rendre compte des facteurs multiples que l'architecte, l'ingénieur, le constructeur, l'usager auront à examiner comparativement, suivant les conditions particulières d'utilisation.

Sans doute, le nombre des matériaux admissibles est faible, mais il est important de le savoir et d'éviter ainsi des déboires, soit aux fabricants eux-mêmes, soit aux employeurs de ces matériaux. Les enseignements qui ont été indiqués dans les deux Rapports pourront, semble-t-il, servir de guide à ceux, et ils sont nombreux, qui recherchent les meilleures solutions dans une technique qui n'en est qu'à ses débuts, mais dont nous pensons que les méthodes d'investigation sont suffisamment mises au point pour se généraliser.

Depuis la clôture de l'inscription à la consultation de 1931 de nouveaux matériaux dits insonores ont été trouvés; ils n'ont pas pu, malheureusement, prendre part aux présentes expériences comparatives d'intérêt général. Il est donc à souhaiter que, prochainement, une nouvelle consultation, précédée d'une large publicité, puisse être ouverte avec un programme se rapprochant le plus possible de la pratique courante.

En même temps devra se développer parallèlement la technique de la construction, au point de vue du confort comme au point de vue économique, ces deux points de vue n'étant nullement incompatibles si l'on fait appel aux ressources de la Science.

ET-

-:- COMPOSITION DE LA COMMISSION DE LUTTE CONTRE LE BRUIT -:-

MM. Léon AUSCHER, président, vice-président du Touring-Club de France.

Ch. BLUM, président de l'Union des Véhicules industriels.

BOULANGER, Commissaire divisionnaire à la Préfecture de Police.

Louis BREGUET, président d'honneur de la Chambre Syndicale des industries de l'Aéronautique.

A. BRUEL, vice-président de la Société Centrale des Architectes.

CARIVENC, Inspecteur général de la Navigation.

CARLE

J.F. CELLIER, directeur du Laboratoire d'essais du Conservatoire National des Arts et Métiers

COLAS, maire de Deauville

DALBOUZE, président de la Fédération Mécanique.

DAUTRY, directeur général des Chemins de fer de l'Etat.

André DEFERT, avocat au Conseil d'Etat et à la Cour de Cassation.

MM. GENCUVILLE, vice-président de la Chambre Syndicale des Constructeurs en ciment armé.

M. GOUDARD, président de la Chambre Syndicale patronale des Fabricants d'accessoires, pièces détachées pour automobiles, cycles et appareils aériens.

J. GUILLAUME, directeur des Services techniques de la Chambre Nationale de l'Hôtellerie française.

HOULLEVIGUE, professeur à la Faculté de médecine de Marseille.

le Colonel des ISNARDS, Conseiller Municipal de Paris.

M. LEVILLAIN, Conseiller Municipal de Paris.

le Lieutenant CHAUVIN, représentant le Ministère de la Guerre.

LOUP, vice-président de la Chambre Syndicale de Maçonnerie et Béton armé.

G. LYON, administrateur de la Société Immobilière St-Honoré-Monceau.

MALET, Ingénieur en Chef de la Navigation..

G. MARINGER, vice-président du T.C.F. président de Section au Conseil d'Etat.

MM. le Chanoine E. DIMNET

PELLERIN, entrepreneur de Travaux publics.

PEYREGA, directeur des Services du Travail maritime et de la Comptabilité, Ministère de la Marine marchande.

J. POIRIER, Inspecteur général des Services techniques du Crédit National Hôtelier.

le Professeur PORTIER, membre de l'Académie de Médecine.

SOULIER-VALBERT, rédacteur au Journal "L'ANTENNE"

Le Docteur TCULOSE, directeur de l'Hôpital Henri-Rousselle.

VEISSIERE, secrétaire général de la Société Centrale des Architectes.

WEILL, Ingénieur en Chef des Mines.

-:-:-:-:-:-:-:-:-

TOURING-CLUB DE FRANCE

LA LUTTE CONTRE LE BRUIT

- Composition de la SOUS-COMMISSION - chargée des expériences

Président

M. Léon AUSCHER, Ingénieur des Arts et Manufactures, Vice-Président du Touring-Club de France, Président de la Commission de la Lutte contre le Bruit.

Vice-Présidents

MM. A. BRUEL, Architecte diplômé par le Gouvernement, Architecte en chef du Gouvernement, Professeur à l'Ecole Nationale des Ponts et Chaussées, Vice-Président de la Société Centrale des Architectes.

J.-F. CELLIERIER, Directeur du Laboratoire d'Essais du Conservatoire National des Arts et Métiers, Vice-Président du Comité Français de l'Eclairage et du Chauffage.

Jacques GUILLAUME, Ingénieur des Arts et Manufactures, Directeur du Service Technique de la Chambre Nationale de l'Hôtellerie, Membre du Comité des Experts du Crédit National Hôtelier, Membre du Comité de l'Hôtellerie du Touring-Club de France.

Secrétaire

M. G. GENOUVILLE, Ingénieur des Arts et Manufactures, Vice-Président de la Chambre Syndicale des Constructeurs en Ciment Armé de France.

MM. Jacques POIRIER, Architecte, Inspecteur général des Services Techniques du Crédit National Hôtelier, Secrétaire du Comité de l'Hôtellerie du Touring-Club de France.

G. VEISSIÈRE, Architecte diplômé par le Gouvernement, Secrétaire général de la Société Centrale des Architectes.

Membres

MM. BRUNO-PÉLISSIER, Architecte, Membre du Comité de l'Hôtellerie du Touring-Club de France.

LOPIN, Architecte, Membre du Comité de l'Hôtellerie du Touring-Club de France.

Victor LOUP, Ingénieur des Arts et Manufactures, Vice-Président de la Chambre Syndicale des Entrepreneurs de Maçonnerie, Ciments et Béton armé.

H. MARTIN, Architecte diplômé par le Gouvernement, Membre du Comité de l'Hôtellerie du Touring-Club de France.

G.-Antonin MERCIÉ, Architecte diplômé par le Gouvernement, Membre du Comité de l'Hôtellerie du Touring-Club de France.

André NESSI, Ingénieur des Arts et Manufactures, Membre de la Chambre Syndicale des Entrepreneurs de Fumisterie, Chauffage et Ventilation, Secrétaire du Comité d'Etudes du Comité français de l'Eclairage et du Chauffage.

L. PELLERIN, Secrétaire du Syndicat Professionnel des Entrepreneurs de Travaux publics.

Gustave PERRET, Architecte, Membre du Comité des Experts du Crédit National Hôtelier, Membre du Comité de l'Hôtellerie du Touring-Club de France.

Yves ROUQUAYROL, Assistant chef du Laboratoire d'Essais du Conservatoire National des Arts et Métiers.

ANNEXE B

TOURING-CLUB DE FRANCE

LA LUTTE CONTRE LE BRUIT

Rapport présenté par M. POIRRIER, Architecte

Les bruits perçus à l'intérieur des constructions

Il y a actuellement déséquilibre entre l'évolution rapide de la vie matérielle et l'évolution plus lente de son cadre. Déséquilibre, par conséquent, entre les moyens de défense limités de notre organisation et l'accroissement envahissant des causes de trouble dont le bruit n'est pas le moindre.

Dans les villes surtout, le système nerveux, déjà mis en état d'infériorité par la cadence chaque jour plus accélérée de l'existence, se trouve nettement en état de moindre résistance.

On travaille mal dans la précipitation.

On travaille encore moins bien dans le bruit.

Si l'on ajoute à cela qu'on ne récupère que très imparfaitement dans le bruit les forces perdues, on s'aperçoit qu'on finit par s'user pour un piètre résultat.

Il convient de parler ici du bouclier qu'est notre habitation, lieu de travail et lieu de repos.

Dans l'état actuel des choses, est-il possible de nous isoler convenablement du bruit dans nos immeubles ?

Deux sortes de bruits sont à considérer : ceux d'abord venant de l'extérieur, ceux ensuite venant de locaux voisins situés dans le même immeuble.

PROTECTION CONTRE LES BRUITS EXTÉRIEURS

Dans la plupart des immeubles de construction ancienne ou récente, il semble qu'il est plus juste, en général, d'attribuer à la mise en œuvre même des matériaux ou à leur insuffisance quantitative plutôt qu'à leur insuffisance qualitative, le mauvais isolement où nous nous trouvons. Pierre, brique, pans de fer ou de béton avec remplissage, pourraient nous protéger convenablement, mais les trépidations du sol nous sont souvent transmises par les fondations, et les fenêtres ne parviennent pas à intercepter le bruit qui nous vient de la rue.

Est-ce à dire que nous sommes condamnés à ne jamais ouvrir nos fenêtres, et que nous devrions ne jamais employer le béton armé, par exemple, sous prétexte qu'il vibre facilement ?

LE PROBLÈME EST PLUS VASTE

Si certains considèrent parfois un peu trop aisément l'urbanisme comme une science nouvelle et seule susceptible de résoudre les difficultés de notre existence, il n'en demeure pas moins évident qu'il faudrait en premier lieu des opérations immobilières d'ensemble, conçues par vastes lots pour essayer d'apporter un remède probablement efficace. Il semble que la maison devrait être à l'inverse de ce qu'elle est aujourd'hui, c'est-à-dire qu'elle devrait avoir le dos à la rue (dégagements, escaliers, pièces de service), et le visage sur cour, jardin (pièces d'habitation courantes).

Il ne s'agit pas ici, comme on s'en doute, de cours aux dimensions habituelles, mais de vastes cours jardins (Palais Royal), Champ de Mars, par exemple). La surface habitable prise par les jardins serait récupérée dans la hauteur des immeubles, plus considérable que celle actuellement permise; de telle façon que la densité des habitants à l'hectare puisse rester la même.

Cette solution ne serait probablement pas la seule. Des jardins entre immeubles et rues pourraient aussi, en nous éloignant du bruit de la rue, en atténuer les effets.

Si, d'autre part, le « zoning » (groupement des immeubles de même destination par quartier) tend à s'établir de lui-même (Marais, Sentier, Bourse, etc., strictement quartiers d'affaires, Champ de Mars, Plaine Monceau, etc..., quartiers de résidence), en apportant quelques améliorations à notre vie pour la facilité des affaires, il ne

peut être considéré cependant comme un remède efficace contre le bruit. Il y a du bruit où il y a du monde; le Sentier et le Marais sont, le soir, des quartiers extrêmement calmes, parce que la circulation y est extrêmement réduite.

Or, on ne décentralise pas une ville à priori. Par ailleurs, les constructions d'immeubles sont en général des opérations encore isolées. Enfin, les règlements de voirie en vigueur limiteraient les solutions préconisées plus haut.

Il apparaît donc, en résumé, qu'il est actuellement bien difficile de protéger convenablement l'habitation des bruits extérieurs, et que le seul remède vraiment efficace est encore à l'extérieur même, sous la forme de règlements de police.

PROTECTION CONTRE LES BRUITS INTÉRIEURS AUX IMMEUBLES

En général, les bruits intérieurs sont moins gênants que les bruits extérieurs, mais ils le sont encore beaucoup. Des dispositions bien étudiées (composition du plan) peuvent diminuer les risques de bruit.

En outre, *le mode de construction choisi intervient*. Il est certain que le monolithisme du béton, par exemple, favorise la transmission des bruits intérieurs, la minceur des cloisons également, mais il est possible de diminuer considérablement cet inconvénient par une étude judicieuse de la construction et par la prévision de houïdis et de cloisons convenablement placés. L'industrie met à la disposition des constructeurs, des isolants nombreux et variés. Certains peuvent être incorporés aux cloisons et aux planchers; d'autres peuvent constituer en eux-mêmes des cloisons : béton cellulaire, fibres de canne à sucre compressées, paille compressée, varech entre feuilles de papier goudron, fibres de bois amalgamées, etc... (aérocrète, célotex, arki, héralcite).

L'utilisation de tous ces produits est évidemment assez onéreuse. Néanmoins, comme le dit par ailleurs M. GUILLAUME, Ingénieur Directeur du Service Technique de la Chambre Nationale de l'Hôtellerie : dans des immeubles neufs, une étude sérieuse peut en permettre l'utilisation rationnellement à la dépense supplémentaire ?

Mais il est indiscutable que l'isolement des locaux entre eux doit être désormais étudié au même titre que la ventilation, le chauffage, l'éclairage, etc... Comment contraindre les propriétaires d'im-



meubles à isoler convenablement leurs appartements les uns des autres ? Une législation seule pourrait y parvenir qui, considérant désormais la tranquillité aussi nécessaire que l'air et la lumière, imposerait pour les immeubles d'habitation, un coefficient d'insonorité comme sont imposés les cubes d'air et les surfaces d'éclairage national et de ventilation minima.

La mise sur pied d'une telle législation n'irait pas sans difficultés mais elle n'est sans doute pas insoluble.

NOTA

Il ne s'agit pas ici d'indiquer la manière d'employer chacun des isolants cités plus haut, pas plus qu'il ne s'agit d'entrer dans le détail de la technique constructive, ce qui nous entraînerait trop loin.

Signalons simplement que les produits isolants, en général, peuvent s'appliquer sous les planchers ou sur les planchers. A notre avis, surtout dans les cas de planchers en béton, il est préférable de les appliquer sur les planchers, ils semblent mieux amortir ainsi le bruit des pas tout en interceptant les bruits aériens aussi bien que de l'autre manière.

Nous empruntons d'ailleurs à l'ouvrage de M. KATEL « Les bruits dans les bâtiments » un certain nombre de remarques intéressantes correspondant à notre manière de voir. Nous indiquons ici l'esprit de quelques-unes d'entre elles :

— La transmission des bruits par le gros œuvre peut être évitée par des plaques isolantes, à chaque étage, incorporées aux murs.

— Le monolithisme dans la construction est favorable à la transmission du bruit, un mur hétérogène s'y oppose. Les cloisons composées de divers matériaux donnent d'excellents résultats au point de vue de l'insonorité.

— Une double cloison avec vide intérieur ne semble pas isoler aussi bien qu'une double cloison avec remplissage isolant, car l'air intérieur est un excellent conducteur des sons.

— Le son se transmet très bien par les petites ouvertures (trous de serrure, fentes de portes, ventouses extérieures).

— Il est rationnel de fabriquer les portes à doubles parois entre lesquelles on interpose du carton, de l'amiante, de la paille compressée, etc... (contre-plaque en double épaisseur avec isolant intermédiaire).

ANNEXE C

TOURING-CLUB DE FRANCE

LA LUTTE CONTRE LE BRUIT

Rapport

présenté par la CHAMBRE NATIONALE DE L'HOTELLERIE FRANÇAISE

Rédigé par M. Jacques GUILLAUME

La présente note ne concerne que les bruits dans les Hôtels.

Considérée du point de vue de l'hôtelier, la question se résume à ceci : Atténuer ou supprimer tous les bruits qui par leur soudaineté, leur persistance, leur puissance, leur timbre ou leur indiscretion, peuvent surprendre, troubler ou incommoder les voyageurs ou être une gêne pour leur repos.

La suppression totale n'a que peu d'intérêt : la chambre d'hôtel n'est pas un *in pace*. On doit y sentir la vie et le mouvement autour de soi. Ce qu'il faut, c'est qu'on n'en soit pas incommodé. Au surplus si, au prix de frais considérables, la suppression de tout bruit pouvait être obtenue, la simple ouverture de la fenêtre ou d'un élément d'aération, suffirait pour annuler ce résultat. Il est donc logique de se borner à supprimer les bruits les plus gênants et seulement à atténuer les autres. Autrement dit, la solution du problème comporte des degrés et le nombre de ceux qu'on franchira dépendra des possibilités et des circonstances.

On peut classer ainsi les bruits nés dans l'Hôtel :

1^o *Bruits provenant de l'exécution du service.* — Ils peuvent

être généralement corrigés en imposant au personnel d'obéir à des ordres de service minutieusement étudiés et judicieusement établis. Pour cette catégorie, doivent intervenir particulièrement la volonté de l'hôtelier et sa persévérance pour obtenir de tous ses agents la discipline nécessaire;

2^o *Bruits provenant des clients.* — L'hôtelier n'a qu'une possibilité d'action très relative. L'éducation des clients est à faire, car les droits de chacun doivent être limités par la gêne qui peut être causée aux autres;

3^o *Bruits provenant des installations et du matériel de l'exploitation.* — Correction plus ou moins difficile et plus ou moins onéreuse dans les établissements existants. Résultats positifs faciles à obtenir dans les constructions neuves, pourvu que l'exécutant soit parfaitement documenté sur les particularités de l'exploitation hôtelière;

4^o *Bruits provenant du mode de construction et de la distribution de l'immeuble.* — Correction parfois impossible et toujours onéreuse dans les locaux existants. On peut faire quelque chose d'efficace dans les constructions neuves, mais on se heurte à de nombreuses contingences, en particulier les emplacements disponibles et surtout les crédits utilisables. En tous cas un spécialiste des questions hôtelières peut toujours avoir en ce cas une action positive.

Nous allons très sommairement passer en revue quelques-uns de ces bruits :

I

Cause : EXÉCUTION DU SERVICE

BRUITS PROVENANT DE L'EXÉCUTION DU SERVICE

Bruits de circulation dans les couloirs. — Ordre de service imposant déplacements calmes, sans courir ni mouvements brutaux.

Correction : linoléum, tapis caoutchouc ou moquette, chaussures à semelles caoutchouc imposées au personnel.

Pour les travaux neufs, éviter les parquets en bois qui en séchant prennent du jeu et crient sous les pas. Faire faire des sols homogènes.

Epoussetage des cloisons et des portes. — Réglementation par ordres de service. Bruit de portes frappées.

Frappement aux portes pour demander d'entrer ou pour réveil matinal. — Ne peut être évité que par des installations de signaux onéreuses.

Bruits d'aspirateurs. — Choisir des appareils peu bruyants. Réglementer les heures d'emploi.

Communication à voix haute entre le personnel pour le service. — Peut être évité par des installations spéciales. En tous cas à réglementer par ordre de service.

II

Cause : LES CLIENTS

BRUITS PROVENANT DES CLIENTS

Phonographes et appareils portatifs de T. S. F. — Réglementer les heures d'usage.

Chiens. — Interdiction des chiens dans les appartements. Organisation d'un chenil suffisamment isolé.

Pour le reste, il faut compter sur la discipline que voudront bien s'imposer les clients eux-mêmes.

III

Causes : INSTALLATIONS ET CONDITIONS D'EXPLOITATION

BRUITS PROVENANT DES INSTALLATIONS ET DU MATERIEL DE L'EXPLOITATION

Sonneries et appels. — Correction difficile et onéreuse par révision ou réfection des installations existantes, mais la réfection peut entraîner une transformation dans l'organisation du service, d'où diffi-

culté supplémentaire. Pour hôtels neufs, la question est liée à l'organisation même du service. Question très complexe. Voir mon étude en cours de publication dans la *France Hôtelière*.

Chocs dans les tuyauteries de chauffage central. — Ne doivent pas exister. Réglage de l'installation à revoir.

Siflement dans les tuyauteries et robinets. — Trop grande vitesse prise par l'eau ou par la vapeur. Mauvaise conception de l'installation ayant amené à de trop petits passages. Peut quelquefois être corrigé.

Ronflement des conduites d'eau. — Révision de la robinetterie.

Glou-glou des vidanges. — Disparaît si les siphons sont ventilés. Remède sûr mais assez onéreux.

Chocs dans les tuyauteries de refoulement de pompes. Ronflement de ventilateurs ou de pompes. — Installation mal conçue. Couper les canalisations par des éléments élastiques : caoutchouc ou toile. Réglementer les heures de marche. Interdire la marche de nuit. Si ces moyens sont insuffisants, la réfection de l'installation s'impose.

Ronflement de moteurs électriques. Vibrations causées par machines en marche. — Isoler les groupes du sol. Les coffrer, si possible, dans un encaissement clos.

Bruits d'ascenseurs. — Isolement des chambres, contenant les mécanismes. Graissage et surveillance de l'état de tout le mécanisme, des guidages et des coulisseaux (les guidages, solides continus reliés au gros œuvre, lui transmettent toutes leurs vibrations). Choisir des types de portes qui ne puissent battre bruyamment.

Battement des portes. — L'emploi de plus en plus étendu de serrures quart de tour, à combinaison sans bec de cane, amène la plupart des voyageurs à frapper les portes pour les fermer sans utiliser la clef. Ce type de serrures étant très recommandable, il ne faut pas le condamner, mais corriger l'inconvénient signalé par une garniture convenable de la porte ou de son bâti.

Chasses d'eau des W.-C. — Choisir judicieusement les appareils. Impossibilité quasi-absolue de supprimer tout bruit. On peut seulement en réduire la durée et l'intensité.

Manutention des bagages. — Emploi de diables ou de chariots à roues caoutchoutées et conduits à allure suffisamment lente.

Manutention de la vaisselle, des couverts et de la verrerie. — Emploi très étendu de molleton, linoléum ou caoutchouc sur les tables où sont posés ces objets.

IV

Causes : MODE DE CONSTRUCTION

BRUITS PROVENANT DU MODE DE CONSTRUCTION ET DE LA DISTRIBUTION DE L'IMMEUBLE

Isolement insuffisant des locaux où le bruit ne peut être empêché (cuisines, offices, garages). — Création de tambours à portes doubles formant des sacs de développement suffisant. Dans les établissements à construire, distribution à étudier spécialement.

Bruits transmis dans le corps du gros œuvre. — Le son se propage par les solives et les matériaux homogènes (tels que le ciment armé) à des distances souvent assez considérables. Rien à faire pour les locaux déjà bâtis. Pour les locaux à construire, certaines dispositions d'ordre technique peuvent être opérantes. La solution, même approchée, est toujours onéreuse.

Bruits transmis par l'air. Transmission de sons aériens d'une pièce à une autre. — Correction très onéreuse des locaux existants. Pour locaux neufs, parois en matériaux isolants, tels que bétons poreux, ou bien doublage de cloisons et planchers de construction ordinaire par matériaux isolants, genre Celotex, ou enfin parois doubles remplies de corps poreux.

Tous ces procédés sont très onéreux, des inexpériences dans leur emploi peuvent en annuler partiellement l'effet. Une étude sérieuse de la technique de leur utilisation peut empêcher que le prix en soit prohibitif.

Acessoirement, ne pas oublier que les matériaux isolants au son le sont également à la chaleur. Ce qui est intéressant.

Les portes constituent toujours des points faibles. Emploi de portes doubles ou de portes à doubles parois avec interposition de matériaux isolants (On en trouve maintenant couramment dans le commerce).

Résonance dans certains locaux. — Généralement peu gênant. Se corrige par des tentures ou revêtements de parois étouffant les sons réfléchis.

ANNEXE D

TOURING-CLUB DE FRANCE

LA LUTTE CONTRE LE BRUIT

SOUS-COMMISSION DES ÉTUDES DES MATERIAUX DITS "INSONORES"

Une Sous-Commission composée de :

M. CELLIER, Directeur du Laboratoire d'Essais du Conservatoire National des Arts et Métiers;

MM. J. GUILLAUME, Ingénieur des Arts et Manufactures, POIRRIER, Architecte, Membres du Comité des Experts du Crédit National Hôtelier.

a été chargée d'étudier les conditions dans lesquelles la Commission des Bruits pourrait proposer au Touring-Club de France l'organisation d'un concours entre les fournisseurs de matériaux de construction isolants du bruit.

Elle a l'honneur d'indiquer ci-dessous l'état de ces travaux :

DÉFINITION DES MATERIAUX ISOLANTS ET DES BRUITS A ÉTOUFFER

Les matériaux de construction auxquels s'intéresse la Commission des Bruits sont ceux qui peuvent être utilisés non pas exceptionnellement, mais d'une manière courante dans les constructions soignées pour constituer les murs, cloisons et sols des pièces d'habitation (ce mot d'habitation étant pris dans un sens général, immeubles d'habitation proprement dits, hôtels, hôpitaux, écoles, bureaux, etc.).

Ceci signifie spécialement que *les dits matériaux doivent être d'un approvisionnement facile, donc couramment offerts sur le marché,*

que leur utilisation n'entraîne pas de dimensions anormales pour les éléments de la construction, que leur composition et leur constitution n'aient pas d'inconvénients au point de vue de la mise en œuvre, de la conservation, de l'incendie, etc..., et enfin que le prix de revient et d'entretien des ouvrages dans lesquels ils sont mis en œuvre reste modéré.

L'étude des dits matériaux devant rester sur le plan de la pratique courante, limitera ses buts à l'étouffement des bruits qui se produisent d'une manière habituelle à l'intérieur et à l'extérieur des locaux habités. Observation faite toutefois que si, pour tous ces locaux, les bruits extérieurs sont à peu près les mêmes, par contre les bruits intérieurs peuvent se manifester d'une manière assez différente suivant les conditions de la vie en commun.

COMPLEXITÉ DU PROBLÈME

Le Concours envisagé devrait donc tenir compte d'une quantité considérable de données, telles que :

Utilisation. — Parois verticales des locaux, planchers ou plafonds.

Mise en œuvre. — Matériaux se portant seuls; matériaux nécessitant des supports résistants : poteaux, traverses, poutrelles, solives, etc...

La résistance mécanique du produit dans les différents sens est donc à considérer. D'autre part, au point de vue de l'insonorité, il est important de noter que les qualités intrinsèques d'un produit peuvent se trouver atténuées lors de la mise en œuvre par l'influence des supports et des liaisons indispensables, et que, par suite, l'élément de construction composite se comporte toujours moins bien que le matériau insonore homogène.

Epaisseur. — L'épaisseur joue un rôle évident dans la qualité d'étouffement, mais influe aussi, et grandement, sur le prix.

Porosité. — Tous les matériaux isolants sont poreux, mais ils le sont plus ou moins suivant leur composition et leur nature.

La porosité, comme le gonflement et le retrait dus à l'influence de l'humidité, influent sur l'adhérence et la tenue des enduits et revêtements divers.

Conservation. — Sous ce titre peuvent être rangées beaucoup de particularités spécifiques. Citons-en quelques-unes :

Pour tous les matériaux, la plus ou moins grande résistance à l'effritement et à la désagrégation en général;

Pour les matériaux végétaux et animaux, l'attraction qu'ils peuvent présenter aux rongeurs, la facilité avec laquelle peuvent s'y développer des moisissures ou les germes de décomposition des produits organiques.

Résistance au feu. — Qualité extrêmement importante. Remarque faite que les matériaux à base de produits animaux ou végétaux sont généralement ignifugés.

Qualités calorifuges. — Les qualités d'isolation à la chaleur ont certaine analogie avec les qualités d'isolation au son. Quoique les premières doivent être considérées comme accessoires pour l'objet qui nous occupe, il n'est pas indifférent de les faire intervenir, au moins à titre d'indication.

Pour arriver à établir un classement entre les matériaux présentés au concours, il faudrait d'abord définir la manière dont ils seraient présentés, de manière à ce que tous se trouvent réellement placés dans des conditions identiques pour être exactement comparables. Puis, ayant recherché une grandeur caractérisant l'étouffement obtenu par l'emploi du matériau étudié, on évaluerait le prix de revient de l'unité de cette grandeur, prix de revient qui serait frappé de coefficients tenant compte des diverses qualités annexes indiquées ci-dessus.

On voit donc immédiatement l'extrême complexité du problème et la quasi-impossibilité pratique de parvenir au but défini au paragraphe ci-dessus. A coup sûr, la précision scientifique qui rendrait indiscutables les résultats du concours, ne pourrait — quels que soient les soins et la science des expérimentateurs — être obtenue, et la porte serait ouverte à des réclamations de tous ordres, ce que le Touring-Club de France ne peut évidemment pas admettre.

PAS DE CONCOURS MAIS UNE INFORMATION

Il semble donc que l'idée d'un concours, comportant un classement et des prix, ne puisse être retenue.

Par contre le Touring-Club de France pourrait donner l'appui de sa haute autorité à une information qui serait ouverte pour déterminer dans des conditions comparables les diverses qualités des produits isolants présentés par les fournisseurs. Cette information se concluerait par un rapport général analysant les résultats obtenus, mais ne comportant ni comparaison, ni classement. Ce rapport général, établi dans les conditions les plus sérieuses de rigueur scientifique, de sincérité et de compétences techniques, fournirait à toute personne intéressée — homme de l'art ou usager — des éléments d'appréciation solides pour introduire dans les programmes ou cahiers des charges imposées aux fournisseurs, les stipulations correspondant à chaque cas particulier. Mais, naturellement, il devrait faire ressortir que les conditions dans lesquelles ont été faits les essais, ne sont nullement les conditions de l'emploi et que, par suite, ces essais doivent être interprétés par les hommes de l'art suivant le mode d'emploi et l'utilisation qu'ils envisagent.

ORGANISATION DE L'INFORMATION

1° *Remise des échantillons et documents :*

Les fournisseurs auraient toute liberté dans le choix du type des produits qu'ils présenteront, sous réserve formelle qu'il réponde aux conditions énoncées au paragraphe 2 (souligné) du chapitre « Définition des matériaux isolants... » ci-dessus.

Le nombre des produits présentés serait limité (à *un* ou *deux*) dans chaque catégorie d'applications :

- a) Murs extérieurs;
- b) Cloisons intérieures;
- c) Planchers.

Le fournisseur remettrait un nombre déterminé (trois par exemple) d'échantillons de chaque produit façonné suivant une forme et des dimensions qui seraient indiquées (carré de 0 m. 50 de côté probablement). Les échantillons présentés pourraient être composites; par exemple, ils pourront comporter sur une ou deux faces un enduit de plâtre ou autre.

Les concurrents devraient fournir en même temps que leurs échantillons des dessins détaillés montrant l'adaptation de leurs produits aux diverses parois.

2^o Essais :

Les essais seraient effectués au Laboratoire d'Essais du Conservatoire National des Arts et Métiers, suivant un programme étudié par M. CELLERIER et sous sa direction. Les membres du Comité du Bruit pourraient, s'ils le désirent, y assister après entente avec M. CELLERIER.

Pour effectuer les essais, on constituerait une cabine aussi étanche que possible au bruit et dont une partie de la paroi mobile pourrait être remplacée par l'échantillon à essayer.

Pour fixer les bases de comparaison, on soumettrait tout d'abord aux essais des échantillons de construction courants, à savoir :

a) Une partie de cloison en carreaux de plâtre de 0 m. 05 d'épaisseur, enduite sur les deux faces de plâtre sur une épaisseur de 1 cm. 1/2.

b) Une partie de cloison en briques creuses de 0 m. 105 d'épaisseur houardées en plâtre et enduite comme ci-dessus.

c) Un châssis en bois garni d'un verre à vitre demi-double de qualité courante, en une pièce posée au mastic.

Le programme des essais sur la transmission du son et, éventuellement sur sa réflexion, comporterait :

a) L'émission de sons aussi simples que possible de trois hauteurs différentes (grave, moyen, aigu), chacun sous trois intensités (faible, moyenne, puissante).

b) L'essai de transmission par chocs contre la paroi avec trois degrés de force de percussion.

Les sons transmis au travers de l'échantillon seraient reçus à l'intérieur de la cabine sur des appareils de mesure adéquate. L'expérience serait complétée par l'audition d'un observateur placé à l'intérieur de la cabine.

Les essais et observations complémentaires porteraient sur :

- l'aspect, le mode de présentation, la densité, etc...;
- la résistance mécanique;
- la porosité;
- la résistance aux agents de destruction;
- les qualités calorifuges.

Le Laboratoire établirait donc pour chaque échantillon une série de chiffres résultant d'observations faites dans des conditions exactement comparables.

3^e Rapport général :

Le rapport général analyserait ces résultats.

Il serait établi une Commission constituée par le Touring-Club de France, sous la présidence de M. AUSCHER, dans laquelle il serait recommandable de faire entrer, en dehors des membres de la Commission du Bruit, deux architectes délégués par la Société Centrale des Architectes, deux ou trois entrepreneurs délégués par la Fédération du Bâtiment, un membre de la Chambre Syndicale du Chauffage, et les architectes, membres du Comité de l'Hôtellerie du Touring-Club de France.

Paris, le 24 mai 1930.

ANNEXE E

TOURING-CLUB DE FRANCE

LA LUTTE CONTRE LE BRUIT

Revue du Touring-Club de France (décembre 1930)

Voici plusieurs mois qu'ont été présentés devant la Commission de Lutte contre le Bruit du Touring-Club de France deux rapports : l'un sur les bruits des hôtels, par M. GUILLAUME, ingénieur, directeur du Service Technique de la Chambre Nationale de l'Hôtellerie (1) ; l'autre sur les bruits perçus à l'intérieur des constructions par M. POIRRIER, architecte, directeur des Services Techniques du Crédit National Hôtelier (2).

A la suite de ces deux rapports, la Commission a jugé qu'il y avait lieu d'organiser une suite d'expériences destinées à préciser les qualités de matériaux de construction, spécialement étudiés en vue d'un isolement contre le bruit.

Ces expériences vont avoir lieu au Laboratoire d'Essais du Conservatoire National des Arts et Métiers, sous la haute direction personnelle de M. CELLIERIER, directeur général de ce Laboratoire.

Les matériaux examinés doivent être d'un approvisionnement facile et donc couramment offerts sur le marché; leur utilisation ne doit pas entraîner de dimensions anormales pour les éléments de la construction; leur composition et constitution ne doivent pas présenter d'inconvénients au point de vue de la mise en œuvre, de la conservation, de l'incendie, etc...; et, enfin, le prix de revient et d'entretien des ouvrages dans lesquels ils sont mis en œuvre doit rester modéré.

ESSAIS

Les essais seront faits à l'aide d'une cabine aussi étanche que

(1) Annexe C (page 57).

(2) Annexe B (page 53).

possible au bruit et dont une partie des parois sera constituée par l'échantillon à étudier.

Le programme des essais sur la transmission du son, et aussi, éventuellement, sur sa réflexion, comportera :

a) L'émission de sons aussi simples que possible de trois hauteurs différentes (grave, aigu, moyen), chacun sous trois intensités (faible, moyenne, puissante).

b) L'essai de transmission par chocs contre la paroi avec trois degrés de force de percussion.

Les sons transmis à travers l'échantillon seront reçus à l'intérieur de la cabine sur des appareils de mesure adéquats.

Des essais et observations complémentaires porteront sur :

— l'aspect, le mode de présentation, le poids de la matière au décimètre cube;

— les caractéristiques de résistance;

— la perméabilité et la porosité à l'eau et à l'air;

— la détermination du coefficient de conductibilité calorifique aux températures moyennes;

— la tenue au feu.

En outre, la Commission se réserve le droit de faire tous les autres essais spéciaux qu'elle jugerait intéressants.

COMPOSITION DU JURY

Le Jury sera placé sous la présidence de M. AUSCHER, vice-président du Touring-Club de France, et président de la Commission du Bruit, assisté de MM. CELLIER et GUILLAUME, dont nous avons déjà donné les titres, et de M. BRUEL, vice-président de la Société Centrale des Architectes, ainsi que, comme secrétaires, de MM. GÉNOUVILLE, vice-président de la Chambre Syndicale des Constructeurs en Ciment Armé de France; POIRRIER, architecte, et VEISSIÈRE, secrétaire général de la Société Centrale des Architectes, etc...

RÈGLEMENT

Les demandes de participation aux expériences devront être adressées au Touring-Club de France, 65, avenue de la Grande-Armée, à Paris, avant le 1^{er} janvier 1931.

Dans le courant du mois de janvier, le Touring-Club de France accusera réception de leur demande aux intéressés, et fixera à chacun d'eux la date à laquelle il devra présenter au Laboratoire d'Essais du Conservatoire National des Arts et Métiers, 292, rue Saint-Martin, à Paris, les échantillons du produit isolant à soumettre.

Les demandes devront être accompagnées des indications suivantes :

- Nom du fabricant, lieu de fabrication, emplacement des dépôts;
- Description des matériaux que le fabricant a l'intention de présenter aux essais, mode de présentation habituel, mode d'expédition (emballage nécessaire, etc...). Délais de livraison normaux.

Le Touring-Club de France se réservera le droit, sur avis pris par ses experts, à raison des trois quarts des membres présents à sa Sous-Commission de la Lutte contre le Bruit, d'éliminer toute demande ne correspondant pas au but proposé.

La durée des expériences pour l'ensemble des produits présentés aux Arts et Métiers sera de six mois.

Chacun des constructeurs pourra soumettre :

- 2 échantillons différents pour l'isolation des murs;
- 2 échantillons différents pour l'isolation des cloisons;
- 2 échantillons différents pour l'isolation des planchers.

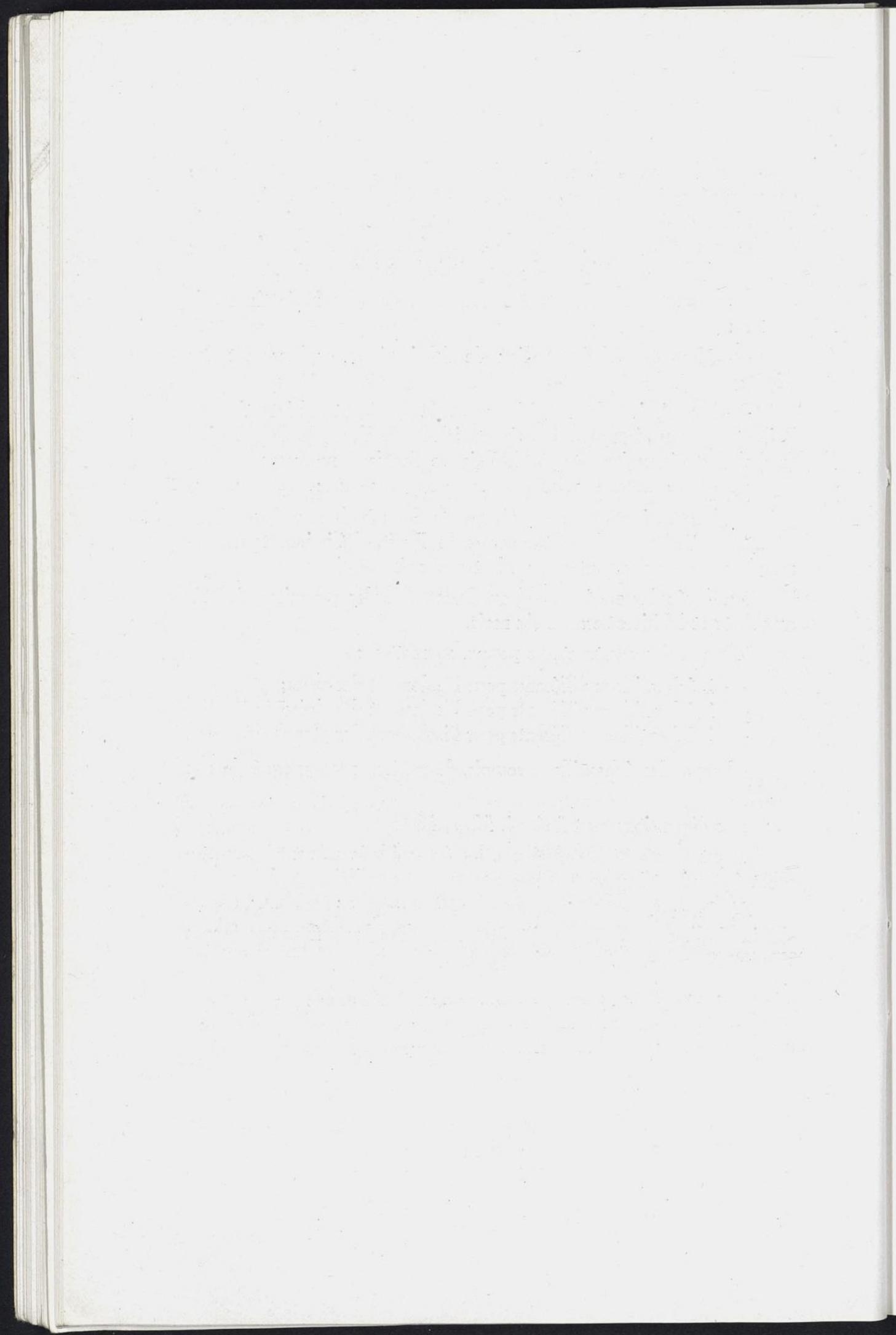
Chacun des échantillons soumis devra être accompagné de son double.

Les dimensions sont fixées à 50 × 50 cm.

Il est en outre demandé que les échantillons soient très exactement équarris et à grandes faces exactement parallèles et planes.

Il devra être fourni en même temps une série de schémas ou dessins indiquant d'une manière très complète les différentes façons de mettre en œuvre les matériaux présentés.

L. A.



ANNEXE F

TOURING-CLUB DE FRANCE

LA LUTTE CONTRE LE BRUIT

La « SONDE PHONIQUE » pour la mesure des intensités sonores

Par M. F. CELLERIER

Directeur du Laboratoire d'Essais du Conservatoire National des Arts et Métiers

Le dispositif expérimental que nous avions primitivement adopté pour l'étude des qualités d'écoute d'une salle et de la perception des bruits comportait la comparaison du bruit à étudier émis devant un microphone (n° 1), avec un son étalon émis devant un microphone (n° 2), microphones pouvant être branchés successivement sur un circuit formé d'un amplificateur, d'un redresseur et de l'appareil de mesure (1).

Une « boîte d'affaiblissement » étant disposée immédiatement après le microphone n° 1, il est facile de régler celle-ci de telle sorte que les indications de l'appareil de mesure soient les mêmes pour les deux intensités sonores comparées.

Pratiquement, la boîte d'affaiblissement est étalonnée préalablement à toute expérience par rapport à un son de fréquence connue (par les diapasons étalons par exemple), et dont on fait varier à volonté l'intensité.

A défaut d'une entente internationale, particulièrement souhaitable pour le choix d'une unité pratique d'intensité sonore, nous avons adopté provisoirement le « décibel », en usage en Amérique, qui

(1) *Bulletin de la Société Française des Electriciens*, juillet 1931.

correspond très sensiblement à la plus petite variation sonore perceptible par l'oreille moyenne. Cette unité manque évidemment de précision puisque, ainsi qu'on le sait, les impressions sont variables d'une oreille à l'autre, et même pour une même oreille suivant l'état physiologique de l'individu, et, dans une grande mesure, de la fréquence des sons perçus.

Quoi qu'il en soit, cet étalon est actuellement représenté en fait par un son émis dans des conditions définies. Et, à la condition que l'on soit bien d'accord pour le reproduire identiquement, on peut l'utiliser. De la sorte, il sera possible de pouvoir comparer les résultats obtenus dans les divers pays.

A. — DESCRIPTION DE LA SONDE PHONIQUE

La Sonde phonique comprend essentiellement :

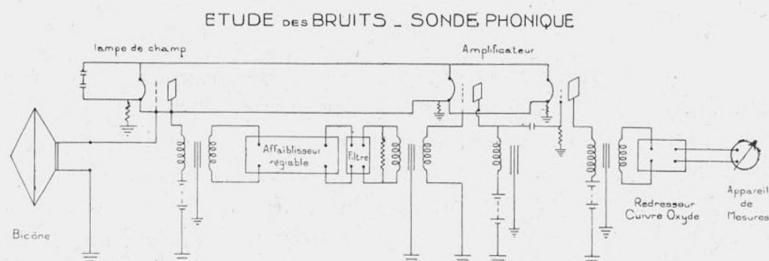


Fig. 14

1° *Un microphone récepteur biconique.* Il est destiné à recevoir les bruits à étudier. Ce récepteur possède des qualités microphoniques nettement supérieures à celles du récepteur Bell, utilisé pour nos premières expériences. Il permet une amplification moins importante et, par suite, il facilite le choix d'un amplificateur plus maniable et constant dans de plus larges limites d'amplification.

2° *Une lampe amplificatrice de champ.* Elle est placée entre le microphone, dont l'impédance peut varier avec la fréquence, et la boîte d'affaiblissement d'impédance constante de 600 ohms. On évite ainsi la distorsion de fréquence pour les limites pratiques entre lesquelles on opère.

3° *Un affaiblisseur réglable.* L'affaiblisseur a été étalonné par plots successifs, en « bels » et « décibels » de 0 à 100 décibels.

On obtient ainsi par manœuvre des manettes des plots la valeur de l'intensité sonore, lorsqu'au cours des expériences la différence de la tension entre les bornes de sortie est amenée à être constante.

4° *Une série de filtres électriques.* Ceux-ci sont appropriés à des intervalles de fréquence aussi étroits que possible. On les dispose en série dans le circuit.

5° *Un amplificateur.* Il est du modèle courant pour lampes à trois électrodes utilisées en T.S.F.

6° *Un appareil de mesure.* Constitué par un milliampèremètre, précédé d'un redresseur à oxyde de cuivre, et qui enregistre l'intensité du courant-plaque dans la dernière lampe.

Comme dit plus haut, on agit sur l'affaiblisseur de façon à obtenir une indication de constante du courant.

Pour les expériences à l'extérieur, l'appareil complet comprend quatre boîtes portatives de faible poids :

1° Ensemble affaiblisseur, lampe de liaison au microphone, amplificateur, redresseur et appareil de mesure.

2° Microphone récepteur bicône.

3° Filtres.

4° Boîtes d'accumulateurs.

L'appareil de mesures est directement gradué en bels et décibels.

B. — EXEMPLES DE RÉSULTATS OBTENUS

a) *Généralités.* — Nous rappelons que la « Noise Abatement Commission », créée aux Etats-Unis, avec d'ailleurs des ressources importantes que l'on est loin de trouver en France, a obtenu des chiffres particulièrement intéressants sur les bruits produits dans des grandes villes comme New-York.

Toutefois, nous faisons remarquer qu'un bruit est, en réalité, constitué par la résultante à chaque instant de toutes les intensités de ses divers sons audibles, en sorte que cette résultante est, pour ainsi dire, pratiquement mesurable étant donné l'extrême complexité de sons simples qui produisent ce bruit, à moins que ce dernier ne soit

continu. Dans ce cas, on mesure une entité moyenne qui, pratiquement, peut donner une idée de la grandeur du phénomène complexe, mais qui, scientifiquement, ne permet pas de discerner les éléments (harmoniques) qui ont la prépondérance ou qui influent pour rendre le bruit indésirable.

D'autre part, ainsi que nous l'avons déjà indiqué et qu'il a été démontré, la sensibilité de l'oreille est très différente suivant la fréquence des sons émis. Il ne faut donc pas attacher trop d'importance à la précision des mesures ainsi réalisées avec des appareils mesurant l'ensemble d'un phénomène complexe non défini.

C'est pour ces motifs que nous avons adopté des filtres de sélection appropriés aux diverses fréquences, de façon à opérer non pas avec des bruits plus ou moins bien définis (au sens précis et scientifique), mais sur des harmoniques de sons simples, dont on peut connaître exactement les caractéristiques. De la sorte, il peut être éventuellement apporté remède en agissant, lorsque possible, sur les sons émis, les diminuer ou même les supprimer.

Pour se rendre compte du degré de relativité des intensités sonores, il convient de rappeler que, dans les limites des fréquences des bruits émis, la sensation auditive varie sensiblement comme le logarithme de l'intensité sonore physique ou mécanique de la vibration mécanique, cause du bruit.

C'est ainsi que si deux intensités sonores auditives diffèrent entre elles de 20 décibels, c'est-à-dire de 2 bels, le rapport des excitations mécaniques de l'oreille sera de 1 à 100 puisque 2 est le logarithme de 100. Pour une différence de 30 décibels, ce rapport serait de 1.000, et ainsi de suite.

On a donc un moyen très simple de comparer les bruits ; en particulier, pour la « puissance vocale » des chanteurs, il est très simple d'en déterminer le degré soit d'une façon générale pour chaque sujet, soit pour un sujet donné, suivant la hauteur du son émission.

b) *Intensités sonores des instruments de musique.* — Au cours d'un concert symphonique donné par un des grands orchestres de Paris, nous avons suivi les variations des intensités sonores perçues dans le centre du parterre de la salle, à une distance de dix mètres environ du chef d'orchestre, pour le célèbre prélude de *Thannhäuser* de Wagner. Le début du chant des Pèlerins dans le lointain, joué

en « dolce », avec instruments à cordes, fournit 17 décibels à peine. Peu à peu, le chant s'amplifie, les instruments à vent et les cuivres donnent, on monte à 32, puis à 42 décibels, et quand il s'épanouit à l'apothéose du chant, on atteint jusqu'à 67 décibels, ce qui correspond à un écart de 50 décibels — 5 bels avec le début du chant, soit à une variation d'intensité sonore mécanique de l'ordre de 100.000, puisque 5 est le logarithme de ce dernier nombre.

Au cours du même concert, nous avons cherché à déterminer la puissance d'émission vocale de deux artistes qui chantaient la célèbre scène du duo du second acte de *Tristan et Yseult*. Compte tenu de l'influence de l'orchestre, la chanteuse, de très grande réputation d'ailleurs, qui interprétait Yseult, atteignait aisément par moments 62 décibels (à la distance de l'expérience) tandis que son partenaire Tristan ne dépassait pas 57 décibels. Cette anomalie s'expliquait par le fait qu'au dernier moment on avait dû remplacer le chanteur réputé inscrit au programme par un autre que la « sonde phonique » a dévoilé inférieur en puissance à la cantatrice, dans une proportion déjà sensible et, en tous cas, « enregistrée ».

Pour chaque instrument de musique, on peut déterminer les diverses intensités sonores, suivant d'une part l'attaque par le musicien, et d'autre part la hauteur du son. Dans cet ordre d'idée et ainsi que prévu par l'expérience courante, les cuivres et les tambours se distinguent, les cordes sont modestes, etc...

c) *Intensités sonores de phonographes, trompes d'automobiles, etc...* — L'audition directe à 4 mètres d'un phonographe fournit des chiffres pouvant atteindre et même dépasser 62 décibels (ce qui explique leur réglementation pour les voisins).

Les deux exemples ci-après s'appliquent à un disque de phonographe à son unique et à une trompe d'automobile à air.

Phonographe à son unique (sensiblement pur)

à 4 mètres de la Sonde phonique

<i>Première face du disque</i>		<i>Deuxième face du disque</i>	
Fréquence = 1035	Décibels 52	Fréquence = 1453	Décibels 61
1150	55	1579	59
1258	48	1670	45
1362	46	1788	40

On constate, à part une anomalie, que, pour une même face d'un même disque, l'intensité sonore diminue quand la fréquence augmente, c'est-à-dire quand le son devient plus aigu.

Trompe d'automobile alimentée par débit d'air

Pression de l'air (mm. d'eau) . .	25	Décibels	52
—	29	—	57
—	35	—	57
—	40	—	58
—	53	—	60
—	61	—	59-60
—	66	—	59-60

Cet exemple montre que la puissance sonore d'une trompe d'automobile à air tend vers une certaine limite maximum quand on augmente la pression de l'air. Au delà de cette pression, le son devient instable.

d) *Etude des bruits perçus dans une salle, dans un navire, dans la rue, etc... —* En disposant la « Sonde phonique » en divers points d'une salle de concert, de théâtre, de conférence, d'habitation, d'un navire, etc..., on peut étudier l'acoustique de la salle, par rapport à un bruit émis (instrument, orchestre, chanteur, conférencier, bruit voisin dans un immeuble, bruits de l'extérieur, etc...). Des essais de ce genre ont déjà été effectués. Toutefois, la question primordiale de l'indécision de la nature du bruit, signalée plus haut, et aussi le manque de filtres de sélection appropriés, ainsi que le non-emploi de la lampe auxiliaire amplificatrice évitant la distorsion de fréquence, ne permettaient pas de tabler sur des résultats très précis.

Il semble qu'aujourd'hui on puisse, par les progrès réalisés, entreprendre des séries méthodiques d'expériences qui fourniront pour la construction des édifices des renseignements très précis.

Au cours d'expériences exécutées le 10 décembre 1931, au Cercle Militaire de Paris, nous avons, par exemple, noté que vers midi, heure d'une circulation relativement intense sur la place Saint-Augustin, l'intensité sonore moyenne atteignait 67 décibels à l'une des fenêtres ouvertes sur la place; ce chiffre descendait à l'intérieur du salon, fenêtres fermées, à 47 décibels, soit une intensité sonore 100 fois moindre. Malgré cela, ce chiffre est encore très élevé pour du repos.

Dans un ordre d'idées analogue, le bruit d'un phonographe, fournissant à 4 mètres de distance dans une pièce environ 52 décibels, peut être entendu chez un voisin au travers de la cloison, ou par les fenêtres plus ou moins fermées, jusqu'à des valeurs « inadmissibles » pour la tranquillité et le repos de chacun.



Fig. 15

Etude des bruits de Paris, place Saint-Augustin.
Mesures faites à l'extérieur d'un appartement.

C. — OBSERVATIONS

Toute une jurisprudence est à établir à cet égard, basée sur des *constatations scientifiques*. Mais il faut bien se garder toutefois de conclure que c'est la science qui doit décider de l'ordre de grandeur à admettre pour les sons tolérables. Non; avant tout, et c'est l'évidence même, c'est la réaction auditive physiologique qui, pour chaque

individu, doit décider, et, pour une collectivité — où parfois les minorités sont sacrifiées — c'est l'ouï moyen qui peut être pris en considération. Alors — mais seulement alors — la science intervient pour enregistrer les caractéristiques correspondantes des sons limites admissibles. Une fois ceci établi, le même genre d'expériences — d'ailleurs très simples — fait connaître si ces dernières sont dépassées ou non, et dans quelles proportions.

Tels sont les rôles assez multiples que les études pratiques des sons permettent aujourd'hui de remplir. Ces études en sont à leur début; mais le principe d'appareils précis et portatifs comme la « Sonde phonique » permet de prévoir leur vulgarisation. Dans cet ordre d'idée, il faut savoir gré au Touring-Club de France et à son distingué Président de la Commission Technique, M. AUSCHER, d'avoir, en France, pris l'heureuse initiative d'entreprendre son active campagne de la Lutte contre le Bruit. Nous remercions ici le Touring-Club de France, qui fit appel au Laboratoire d'Essais du Conservatoire National des Arts et Métiers, pour l'appui non seulement moral, mais aussi matériel qui nous a permis de poursuivre nos travaux.

Les études nouvelles à entreprendre devront porter sur l'acoustique des salles (appartement, bureau, salle de concert et de cinéma, etc.), études déjà commencées dans certains pays étrangers.

Un assez grand nombre de facteurs déterminent les caractéristiques acoustiques d'une salle. Ce sont, entre autres, ses dimensions, ses formes, les qualités acoustiques des surfaces qui constituent ses parois et leur pouvoir absorbant ou réflecteur, les caractéristiques acoustiques du mobilier et même le nombre des auditeurs dont le pouvoir acoustique absorbant est beaucoup plus grand qu'on ne le croit à priori.

Il faut examiner chacun d'eux en tenant compte d'un certain coefficient propre, de façon à ce que la durée totale d'extinction du son, qu'on appelle la *durée de réverbération*, soit limitée à un chiffre convenable qui dépend de l'intensité propre du son et de sa fréquence. On étudiera particulièrement chacun des facteurs, en tenant compte exclusivement du coefficient de réflexion sur la surface, du but recherché, et de l'ensemble obtenu.

J.-F. CELLERIER.

ANNEXE G

TABLEAU I

DES

RÉSULTATS DES EXPÉRIENCES EFFECTUÉES PAR LE LABORATOIRE
D'ESSAIS DU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

SUR LES

MATÉRIAUX RETENUS

PAR LA COMMISSION DE LA LUTTE CONTRE LE BRUIT
DU TOURING-CLUB DE FRANCE

1^{re} Catégorie

$$\sigma < 0,0020 ; n = 10 \log_{10} \sigma < -27 \text{ décibels.}$$

NOTA. — Le facteur de transmission σ exprime le rapport suivant :

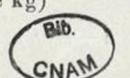
$$\sigma = \frac{\text{intensité sonore transmise}}{\text{intensité sonore directe}}$$

La valeur de σ étant généralement faible a été multipliée par 10.000 dans les tableaux. Il en résulte que, par exemple, le nombre 4,2 pris dans la colonne « valeur de $\sigma \times 10.000$ » signifie que le rapport de l'intensité sonore transmise à travers le matériau à l'intensité sonore directe est de $\frac{4,2}{10.000} = 0,00042$.

N° D'ORDRE DE L'ÉCHANTILLON	NATURE DU MATERIAU	ÉPAISSEUR DU PANNEAU ESSAYÉ cm.	DENSITÉ APPARENTE kg./dm ³	RAPPORT σ				INFLAMMABILITÉ COMBUSTIBILITÉ	HYGROSCOPICITÉ (absorption d'humidité)	CAPILLARITÉ	RÉSISTANCE A LA COMPRESSION	ESSAI DU CLOU		
				FRÉQUENCES	VALEUR DE σ × 10.00J	AFFAISSEMENT CORRESPONDANT N = 10 log. σ DÉCIBELS	COEFFICIENT DE CONDUCTIBILITÉ CALORIFIQUE K (2)							
1	Caoutchouc dur.	1,0	1,53	128 435 768	3,1 3,6 2,9	—35 —35 —35	0,170	Inflammable. — Prend feu au contact de la flamme du brûleur. Après retrait du brûleur, continue à brûler avec flammes jusqu'à combustion complète.	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	0,12 0,12 0,12 0,12 0,25	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	0,12 0,19 0,19 0,21 0,25	198,7	A tenu 3 minutes avec un poids de 10 kgs. Le clou glisse. Enfoncement du clou sans difficulté, ni détérioration du panneau.
2	Paille brute comprimée et tenue par des fils de fer fortement serrés.	5,4	0,25	128 435 768	18 6 2,6	—28 —32 —36	0,079	Ininflammable. — Se carbonise au contact de la flamme du brûleur sans s'enflammer. Après retrait du brûleur, pas de combustion apparente de la paille superficiellement carbonisée.	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	0,3 9,0 11,9 14,9 23,9	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	27,0 57,9 68,7 73,4 75,0	28,9 (Compression par pointonnage).	A tenu 10 minutes fibres de paille horizontales, inclinaison du clou sous la charge de 10 kgs.
3	Béton dit cellulaire.	10,0	0,36	128 435 768	3 16 7	—35 —28 —32	0,085	Ininflammable Incombustible	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	1,3 2,9 3,8 4,5 5,5	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	5,7 10,9 13,1 14,1 15,5	3,6	Enfoncement du clou sans difficulté, ni détérioration. 10 minutes avec 10 kgs. Pas d'arrachement du clou après suspension de poids. Toutefois très fragile.
4	Béton dit cellulaire.	4,8	0,36	128 435 768	11,6 1,8 6,8	—28 —37 —32	0,068	Ininflammable Incombustible	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	2,9 6,2 7,9 9,8 10,3	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	5,3 8,1 9,0 10,0 10,3	5,4	Idem
5	Béton dit cellulaire.	10,0	0,29	128 435 768	3,02 10,4 0,6	—35 —30 —42	0,075	Ininflammable Incombustible	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	1,5 4,2 6,4 8,7 9,5	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	6,9 13,3 17,8 20,2 21,6	4,2	Idem
6	Liège aggloméré. Enduit de plâtre sur chaque face.	7,6	0,76	128 435 768	5,5 2,7 0,5	—33 —36 —43	0,107	Ininflammable Pas de combustion apparente	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	2,1 6,0 7,4 7,8 8,6	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	26,3 47,5 54,2 55,0 56,2	24,6 Commencement apparent de désagrégation du liège sous une charge de 12,1 h.p.	Enfoncement du clou sans difficulté, ni détérioration du panneau. 10 minutes avec 10 kgs. Pas d'arrachement du clou après suspension du poids.
7	Liège maintenu entre 2 panneaux de contreplaqué recouverts eux-mêmes de deux feuilles de fibro-ciment.	3,5	0,33	128 435 768	25,7 12,4 13,8	—26 —29 —29	0,050	Ininflammable Pas de combustion apparente	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	3,2 5,8 8,1 8,25 8,8	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	5,55 8,55 9,8 11,45 14,60	13,2 Ecrasement avec désagrégation des éprouvettes.	Enfoncement du clou sans difficulté, ni détérioration du panneau. Pas d'arrachement du clou après suspension du poids de 10 kgs pendant 10 minutes.
8	Fibres végétales imprégnées de ciment magnésien, enduit de ciment sur les deux faces, et sur 1 cm. environ d'épaisseur.	5,8	0,60	128 435 768	5,2 1,6 1,0	—33 —38 —40	0,108	Ininflammable dans la flamme du brûleur; se carbonise légèrement sans flamme sur la surface non enduite, avec dégagement de fumées et est porté à l'incandescence qui cesse dès le retrait du brûleur. Pas de combustion apparente.	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	1,8 4,5 6,8 9,0 11,4	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	7,2 12,0 14,5 16,8 18,2	64,1	Idem

(1) 1 hectopièze = 1,02 kg / cm².
1 kg / cm² = 0,98 h.pz.

(2) Unités : mètre-mètre carré-millithermie (pratiquement 1 millithermie = 1 calorie kg)
heure-degré centigrade,



N° D'ORDRE DE L'ÉCHANTILLON	NATURE DU MATERIAU	ÉPAISSEUR DU PANNEAU ESSAYÉ cm.	DENSITÉ APPARENTE kg./dm ³	RAPPORT σ				INFLAMMABILITÉ COMBUSTIBILITÉ	HYGROSCOPICITÉ (absorption d'humidité)	CAPILLARITÉ	RÉSISTANCE A LA COMPRESSION	ESSAI DU CLOU		
				FRÉQUENCES	VALEUR DE $\sigma \times 10.000$	CORRESPONDANT à AFFAISSEMENT DÉCIBELS	COEFFICIENT DE CONDUCTIBILITÉ CALORIFIQUE K (2)							
9	Fibres de bois imprégnées de ciment magnésien enduites de plâtre sur les 2 faces et sur 1 cm. 5 environ d'épaisseur.	7,0	0,64	128 435 768	2,2 5,8 0,3	-37 -32 -45	0,117	Ininflammable. — Le bord inférieur du panneau (non enduit) se carbonise très légèrement au contact de la flamme du brûleur. Pas de combustion apparente après retrait du brûleur.	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	1,3 6,7 9,0 10,8 11,4	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	19,7 34,7 48,4 51,7 53,7	168,7	Enfoncement du clou sans difficulté, ni détérioration du panneau. Pas d'arrachement du clou après suspension du poids de 10 kgs pendant 10 minutes.
10	Fibres de bois imprégnées de ciment magnésien avec enduit plâtre sur les 2 faces et sur 1 cm. 5 environ d'épaisseur.	7,4	0,74	128 435 768	5,6 2,1 0,9	-33 -37 -41	0,146	Idem	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	0,4 2,4 3,7 4,7 6,1	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	18,2 46,2 49,3 51,4 52,5	133	Idem
11	Fibres végétales imprégnées de ciment magnésien enduites de ciment sur les 2 faces.	12	0,50	128 435 768	1,4 4,6 3,4	-39 -34 -35	0,160	Ininflammable dans la flamme du brûleur ; se carbonise légèrement sans flamme sur la surface non enduite avec dégagement de fumées et est porté à l'incandescence qui cesse dès le retrait du brûleur. Pas de combustion apparente.	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	1,8 4,9 7,0 8,9 10,3	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	7,5 13,0 15,7 17,6 19,0	47,8	Idem
12	Béton armé avec pâte de bois en coffrage ; l'une des faces est recouverte de linoléum, l'autre de pâte de bois.	7,3	1,40	128 435 768	0,84 5,20 0,13	-41 -33 -47	0,142	Ininflammable, à l'exception du linoléum recouvrant une face du panneau qui se carbonise puis brûle avec une flamme persistante pendant deux minutes après le retrait du brûleur. Le panneau lui-même est seulement légèrement carbonisé sans combustion apparente après le retrait du brûleur.	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	0,4 0,6 1,2 1,4 2,0	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	4,2 6,4 7,4 7,9 8,3	Pas d'essai à la compression, la structure hétérogène du panneau ne permettant pas son découpage pour le prélèvement d'éprouvettes.	Idem
13	Bois sur chevrons, avec pâte de bois dessus et dessous, celle-ci est recouverte sur une face de linoléum et sur l'autre de pâte de bois.	10,7	0,38	128 435 768	4,7 9,0 1,2	-34 -30 -40	0,131	Idem	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	0,6 4,5 6,7 7,8 8,2	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	0,6 5,3 8,6 10,3 12,6	Idem	Idem
14	Briques et plâtre avec plaque en pâte de bois sur réseau de bois de chaque côté.	13	0,59	128 435 768	3,5 7,2 28,0	-35 -31 -26	0,130	Inflammable. — Le panneau brûle dans la flamme du brûleur. Après retrait du brûleur, la combustion continue avec une flamme qui se propage lentement jusqu'au haut du panneau, se carbonise ensuite sans flamme dans la flamme du brûleur. Après éloignement de ce dernier, continue à se consumer jusqu'à carbonisation complète.	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	0,6 2,4 3,2 3,7 3,7	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	19,8 29,5 30,8 31,4 32,2	Idem	Idem
15	Pâte de bois et réseau bois sur cloison briques et plâtre.	9	0,79	128 435 768	13,0 0,95 0,50	-29 -41 -43	0,113	Ininflammable. — Se carbonise au contact de la flamme du brûleur sans s'enflammer. Pas de combustion apparente après retrait du brûleur.	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	0,2 1,3 1,6 1,9 2,5	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	12,0 24,0 25,5 26,7 27,0	Idem	Forte inclinaison du clou sous la charge.

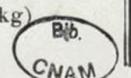
(1) 1 hectopièze = 1,02 kg / cm².
1 kg / cm² = 0,98 h.pz.

(2) Unités : mètre-mètre carré-millithermie (pratiquement 1 millithermie = 1 calorie kg / heure-degré centigrade).

N° D'ORDRE DE L'ÉCHANTILLON	NATURE DU MATERIAU	ÉPAISSEUR DU PANNEAU ESSAYÉ cm.	RAPPORT σ				INFLAMMABILITÉ CONDUCTIBILITÉ	HYGROSCOPICITÉ (absorption d'humidité)	CAPILLARITÉ	RÉSISTANCE A LA COMPRESSION	ESSAI DU CLOU			
			DENSITÉ APPARENTE kg./dm ³	FREQUENCES $\sigma \times 10,000$	AFFAISSEMENT CORRESPONDANT $n = 10 \log \sigma$ DÉGIBELS	COEFFICIENT DE CONDUCTIBILITÉ CALORIFIQUE K (2)								
16	Fibres de bois recouvertes de feutre.	3,3	0,28	128 435 768	18,15 7,07 5,6	-28 -32 -33	0,043	Inflammable. — Au contact de la flamme du brûleur, s'enflamme sur la face non recouverte de feutre; la flamme s'étend sur toute la surface puis s'éteint presque aussitôt après le retrait du brûleur. Après ce retrait, pas de combustion apparente sur la face superficiellement brûlée du feutre recouvrant l'autre face.	DURÉE DE L'ESSAI	0/0 EN POIDS D'EAU ABSORBÉE	DURÉE DE L'ESSAI	0/0 EN POIDS D'EAU ABSORBÉE	RUPTURE HECTOPIÈZE (1)	ÉCRASEMENT JUSQU'À $\frac{1}{2}$ ÉPAISSEUR HECTOPIÈZE (1)
17	Fibres de bois imprégnées de ciment magnésien et enduites de plâtre des deux côtés.	5,5	0,81	128 435 768	24,5 6,2 1,5	-27 -32 -38	0,120	Ininflammable. — Le bord inférieur du panneau (non enduit) se carbonise très légèrement au contact de la flamme du brûleur. Pas de combustion apparente après le retrait du brûleur.	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	5,2 15,5 15,9 16,2 16,4	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	19,6 29,8 36,8 38,4 39,5	31,1 (1-a) 44,3 (1-b) 1 - Compression par poinçonnage. a) Côté fibreux. b) Côté feutre.	Enfoncement du clou sans difficulté, ni détérioration du matériau. Pas d'arrachement du clou après suspension du poids de 10 kgs pendant 10 minutes.
18	Idem	10,3	0,62	128 435 768	3,6 5,6 1,1	-34 -33 -40	0,132	Idem	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	1,3 5,3 6,4 7,7 8,9	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	18,0 41,7 46,6 49,3 51,1	132,2 (Rupture de l'enduit de plâtre).	Idem
19	Fibres de bois imprégnées de ciment magnésien enduites de plâtre des 2 côtés.	13,7	0,53	128 435 768	4,7 4,4 0,5	-33 -34 -43	0,171	Idem	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	0,5 2,9 3,5 4,5 5,5	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	16,1 40,0 43,8 47,0 48,5	60,9	Idem
20	Dalle de fibro-ciment et dalle de ciment magnésien séparées l'une de l'autre par un lit de sable et de fibres de bois.	10,5	1,04	128 435 768	1,04 4,4 1,25	-40 -34 -39	0,250	Ininflammable Pas de combustion apparente	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	3,3 8,9 11,5 13,7 14,4	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	18,3 32,8 42,8 45,3 47,2	52,0	Idem
21	Deux plaques en pâte de bois séparées l'une de l'autre par une plaque de fibres de bois imprégnées de ciment magnésien.	4,9	0,42	128 435 768	11,3 1,4 1,8	-29 -39 -37	0,060	Ininflammable. — Se consume sans flamme en se carbonisant au contact de la flamme du brûleur. Après retrait du brûleur, continue à se consumer sans flamme jusqu'à complète carbonisation des deux plaques extérieures.	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	1,8 3,4 7,6 8,7 11,0	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	26,8 36,0 40,7 43,3 45,2	33,7 (Compression par poinçonnage).	Idem

(1) 1 hectopièze = 1,02 kg / cm².
1 kg / cm² = 0,98 hpx.

(2) Unités : mètre-mètre carré-millithermie (pratiquement 1 millithermie = 1 calorie kg)
heure-degré centigrade.



N° D'ORDRE DE L'ÉCHANTILLON	NATURE DU MATERIAU	ÉPAISSEUR DU PANNEAU ESSAYÉ cm.	DENSITÉ APPARENTE kg./dm ³	FRÉQUENCES $\sigma \times 10.000$	RAPPORT σ AFFAIBLISSEMENT CORRESPONDANT $n = 10 \log \sigma$ DÉCIBELS	COEFFICIENT DE CONDUCTIBILITÉ CALORIFIQUE K (2)	INFLAMMABILITÉ CONDUCTIBILITÉ	HYGROSCOPICITÉ (absorption d'humidité)		CAPILLARITÉ		RÉSISTANCE A LA COMPRESSION		ESSAI DU GLOU
								DURÉE DE L'ESSAI	% EN Poids D'EAU ABSORBÉE	DURÉE DE L'ESSAI	% EN Poids D'EAU ABSORBÉE	RUPTURE HECTOPIÈZE (1)	ÉGRASSEMENT JUSQU'A 1/4 ÉPAISSEUR HECTOPIÈZE (1)	
22	Cannes à sucre comprimées par des armatures métalliques galvanisées formant un assemblage de petites cellules isolantes.	7,7	0,55	128 41,7 435 20,2 768 0,24	—24 —27 —47	0,107	Ininflammable Pas de combustion apparente	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	1,8 4,4 5,4 6,9 7,4	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	45,8 71,2 78 81,2 83,0	Pas d'essais à la compression, les éprouvettes se désagrégant lors de leur prélèvement. Pas de découpage du panneau (coupures des fils métalliques assemblant les tiges végétales).	Enfoncement du clou sans difficulté, ni détérioration du panneau. Pas d'arrachement du clou après suspension du poids de 10 kgs pendant 10 minutes.	
23	Plaque de liège, plaque de carton bitumé, une plaque béton à base de ponce plus une armature métallique, le tout réuni ensemble.	9,8	1,10	128 2,3 435 10,45 768 0,29	—36 —30 —45	0,209	Ininflammable. — Légère carbonisation de la face liège du panneau au contact de la flamme du brûleur. Pas de combustion apparente après le retrait du brûleur.	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	0,2 0,4 0,6 1,0 1,4	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	2,1 3,7 5,0 5,7 6,2	Pas d'essais à la compression, la composition hétérogène du panneau ne permettant pas son découpage pour prélèvement d'éprouvettes.	Sur la face armée du panneau pas de clouage possible. Sur la face opposée, enfoncement du panneau sans difficulté, ni détérioration. Pas d'arrachement du clou après suspension du poids de 10 kgs pendant 10 minutes.	
24	Agglomérés de ciment et de ponce, de couleur grisâtre.	3,2	1,25	128 2,5 435 3,1 768 0,47	—36 —35 —43	0,220	Ininflammable Pas de combustion apparente	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	0,8 2,2 3,3 4,5 5,1	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	2,1 3,8 4,8 5,3 5,6	123,4	Enfoncement du clou difficile, ne peut s'effectuer que sur une profondeur de 1 cm. environ. 10 minutes avec 10 kgs. Clou très légèrement incliné.	
25	Agglomérés de ciment et de ponce, de couleur grisâtre.	5,2	1,30	128 1,98 435 4,04 768 0,24	—37 —34 —47	0,285	Idem	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	0,6 1,4 2,4 2,9 3,2	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	2,1 3,3 4,0 4,2 4,4	148,9	Idem	
26	Idem	8,2	1,34	128 0,26 435 0,16 768 0,64	—45 —47 —42	0,254	Idem	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	0,4 1,1 1,6 1,9 2,2	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	2,4 4,2 5,1 5,5 5,7	138,8	Idem	
27	Deux plaques de pailles brutes comprimées réunies au flintkote (asphalte).	10,5	0,25	128 2,9 435 7,9 768 11,6	—35 —31 —30	0,086	Ininflammable. — Se carbonise au contact de la flamme du brûleur sans s'enflammer. Après le retrait du brûleur, pas de combustion apparente de la paille superficiellement carbonisée.	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	1,3 4,0 6,2 7,1 9,3	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	28,5 63,3 71,4 78,1 81,0	29,4 (Compression par pointonnage).	Enfoncement du clou sans difficulté, ni détérioration. Arrachement du clou aussitôt après suspension du poids de 10 kgs (fibres horizontales).	
28	Deux plaques de pailles brutes comprimées réunies au brai de gaz.	11,0	0,23	128 13,7 435 26,0 768 26,0	—29 —26 —26	0,079	Inflammable. — Au contact de la flamme du brûleur, l'enduit fond et s'enflamme. Il continue à brûler après le retrait du brûleur et sa combustion s'étend entre les deux moitiés assemblées du panneau qui se disjoignent laissant les flammes se propager sur leur surface de contact. Le feu s'éteint après combustion de l'enduit, laissant la paille sous-jacente superficiellement carbonisée sans combustion apparente.	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	2,5 6,4 7,3 11,0 11,9	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	9,2 44,7 54,5 58,9 62,0	18,4	Enfoncement du clou sans difficulté, ni détérioration. Arrachement du clou après suspension d'un poids de 10 kgs pendant 5 minutes.	

(1) 1 hectopièze = 1,02 kg / cm².
1 kg / cm² = 0,98 hpx.

(2) Unités : mètre-mètre carré-millithermie (pratiquement 1 millithermie = 1 calorie kg / heure-degré centigrade).

N° D'ORDRE DE L'ÉCHANTILLON	NATURE DU MATERIAU	ÉPAISSEUR DU PANNEAU ESSAYÉ cm.	DENSITÉ APPARENTE kg./dm ³	RAPPORT σ				INFLAMMABILITÉ CONDUCTIBILITÉ	HYGROSCOPICITÉ (absorption d'humidité)	CAPILLARITÉ	RÉSISTANCE À LA COMPRESSION	ESSAI DU CLOU		
				FRÉQUENCES	VALEUR DE σ × 10.000	AFFAISSEMENT CORRESPONDANT n = 10 log σ DÉCIBELS	COEFFICIENT DE CONDUCTIBILITÉ CALORIFIQUE K (2)							
29	Deux plaques de pailles comprimées enduites d'asphalte sur chaque face et réunies ensemble.	10,0	0,27	128 435 768	18,7 7,3 8,6	—27 —31 —31	0,103	Ininflammable. — Se carbonise au contact de la flamme du brûleur sans s'enflammer. Après le retrait du brûleur, pas de combustion apparente de la paille superficiellement carbonisée.	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	0,2 1,8 2,6 4,6 6,7	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	19,6 40,7 49,3 53,0 58,1	29,4 (Compres-sion par poin-connage).	Enfoncement du clou sans difficulté ni détérioration. Pas d'arrachement du clou après suspension du poids de 10 kgs pendant 10 min.
30	Idem	11,0	0,26	128 435 768	5,7 16,5 3,6	—32 —28 —34	0,088	Inflammable. — Au contact de la flamme du brûleur, l'enduit fond et s'enflamme. Il continue à brûler après retrait du brûleur et sa combustion ne s'arrête qu'après s'être propagée sur toute la surface du panneau. La paille sous-jacente est superficiellement carbonisée sans combustion apparente.	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	1,2 2,7 3,7 5,7 7,5	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	20,9 41,7 49,4 54,0 57,1	41,5 (Compres-sion par poin-connage).	Idem
31	Caoutchouc dur.	0,6	1,31	128 435 768	14,2 13,0 7,9	—28 —29 —31	0,080	Inflammable. — Prend feu au contact de la flamme du brûleur. Après retrait de brûleur, continue à brûler avec flammes jusqu'à combustion complète.	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	0,23 0,46 0,46 0,46 0,46	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	0,23 0,46 0,46 0,46 0,46	430,4 (Compres-sion par poin-connage).	Enfoncement du clou sans difficulté ni détérioration du matériau. Arrachement du clou (glissement) dès la suspension d'un poids de 10 kgs.
32	Liège aggloméré pur.	7,6	0,18	128 435 768	6,8 12,25 11,0	—32 —29 —30	0,045	Inflammable. — Brûle avec flammes et fumées dans la flamme du brûleur. Après retrait du brûleur, continue à se consumer sans flamme mais avec incandescence, ne s'éteignant qu'après 3 à 4 minutes.	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	1,5 3,7 4,9 5,1 5,2	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	2,3 4,7 5,2 6,3 6,3	10,6 (*) (*) Correspondant à un affaissement moyen de 47,7 %. Commencement de désagrégation sous une charge de 7,7 hpx correspondant à un affaissement moyen de 35,6 %.	Enfoncement du clou sans difficulté ni détérioration. Pas d'arrachement du clou après suspension du poids de 10 kgs pendant 10 min.
33	Panneau fibreux, laine minérale, banooc et tôle perforée.	6,4	0,35	128 435 768	35,4 21,9 13,9	—25 —27 —29	0,050	Inflammable. — Au contact de la flamme du brûleur, s'enflamme sur la face du panneau non recouverte d'une plaque de tôle perforée. La flamme s'étend sur toute la surface puis s'éteint presque aussitôt après le retrait du brûleur. Après ce retrait, pas de combustion apparente de la face superficiellement brûlée ni de la laine minérale maintenue sur l'autre face par la plaque de tôle perforée.	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	1,6 2,0 3,4 4,0 5,9	24 heures 1 sem. 2 — 3 — 4 —	21,3 35,2 40,5 46,7 47,7	Pas d'essai à la compression, la structure hétérogène du panneau ne permettant pas son découpage pour prélèvement d'éprouvettes.	Idem Forte inclinaison du clou sous la charge.

(1) 1 hectopièze = 1,02 kg / cm².
1 kg / cm² = 0,98 hpx.

(2) Unités : mètre-mètre carré-millithermie (pratiquement 1 millithermie = 1 calorie kg)
heure-degré centigrade.

Bib
CNAM

ANNEXE H

TABLEAU II

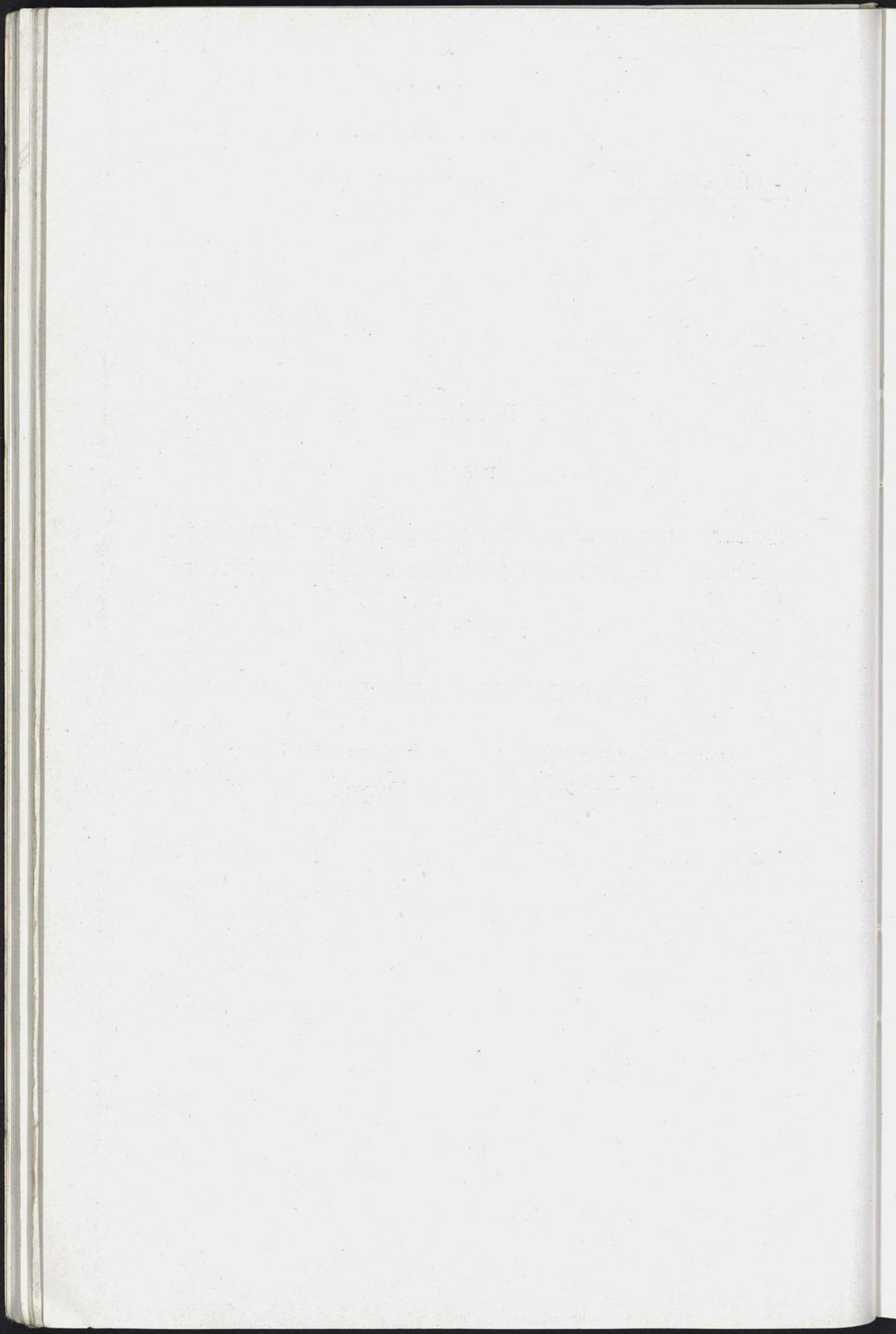
DES

RÉSULTATS DES EXPÉRIENCES EFFECTUÉES PAR LE LABORATOIRE
D'ESSAIS DU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

SUR LES

MATÉRIAUX NON RETENUS

PAR LA COMMISSION DE LA LUTTE CONTRE LE BRUIT
DU TOURING-CLUB DE FRANCE



NATURE DU MATERIAU

	ÉPAISSEUR DU PANNEAU ESSAYÉ EN CM.	DENSITÉ APPARENTE EN KG PAR DM3	FREQUENCES P. S HERTZ	VALEUR DE $\tau \times 10.00$)	RAPPORT AFFAIBLISSEMENT CORRESPONDANT EN DÉCIBELS 10 LOG. τ
Lièges agglomérés					
Liège pur comprimé revêtu sur chaque face de deux couches de feutre bitumé.	1,6	0,43	128 435 768	92 104 36	-20 -20 -25
Liège aggloméré sans agglutinant.	9,7	0,17	128 435 768	81 98 84	-21 -20 -21
Liège expansé sans agglomérant.	10,2	0,16	128 435 768	17 42 36	-28 -24 -25
Liège aggloméré pur.	2,7	0,20	128 435 768	100 47 36	-20 -23 -25
Idem	3,8	0,14	128 435 768	116 49 110	-19 -23 -20
Idem	5,1	0,17	128 435 768	25 34 14	-26 -25 -29
Fibres de bois					
Fibres de bois très fines.	9,8	0,18	128 435 768	7 86 17	-32 -21 -28
Idem	5,2	0,16	128 435 768	39 57 28	-24 -23 -26
Feutre de fibres de bois dérésinées imputrescibles.	3,6	0,23	128 435 768	43 68 34	-24 -22 -25
Panneau formé par deux plaques de feutre de fibres de bois montées sur réseau bois.	6,7	0,23	128 435 768	36 177 41	-25 -18 -24
Feutre de fibres de bois.	1,3	0,58	128 435 768	166 81,2 97,2	-18 -20 -21
Panneau formé par deux plaques de feutre de fibres de bois montées sur réseau bois.	5,7	0,23	128 435 768	21 90 43	-27 -20 -24
Pâte de bois					
Pâte de bois chimique et mécanique agglomérée en plaques.	1,7	0,29	128 435 768	49 46 56	-23 -23 -23

NATURE DU MATERIAU		EPATTEUR DU PANNEAU ESSAYÉ EN CM.	DENSITÉ APPARENTE EN KG. PAR DM ³	FRÉQUENCES P. S. HERTZ	VALUEUR DE $\sigma \times 10.000$	RAPPORT AFFAISSEMENT CORRESPONDANT EN σ DÉCIBELS 10 LOG σ
Panneau ayant l'aspect extérieur de pâte de bois comprimée.	0,9	0,44		128 435 768	73 49 86	-21 -23 -21
Même aspect.	1,2	0,29		128 435 768	112 40 129	-20 -24 -19
Même aspect.	1,9	0,30		128 435 768	38 10 38	-24 -26 -24
Pulpe de bois	3,25	0,30		128 435 768	12,2 43,1 6,8	-30 -24 -32
Idem	1,65	0,28		128 435 768	72,2 19,1 40,4	-22 -27 -24
Feutre de laine						
Feutre de laine imprégné de bitume et recouvert sur les deux faces d'une couche supplémentaire de bitume saupoudré de liège.	0,35	0,76		128 435 768	151 98 102	-18 -20 -20
Idem	0,55	0,53		128 435 768	138 88 98	-19 -21 -20
Compositions diverses						
Panneau composé de couches de carton de liège, de coton minéral, le tout enveloppé d'un molleton épais.	4,8	0,27		128 435 768	84 84 40	-21 -21 -24
Panneau formé par des bandes en liège comprimé.	2,7	0,34		128 435 768	70 49 23	-22 -23 -26
Béton dit cellulaire	10,1	0,44		128 435 768	14 56 6	-29 -23 -32
Bétonponce						Les valeurs de σ n'ont pas été indiquées pour deux échantillons de bétonponce parce que les échantillons très fragiles ont été retirés fendillés de l'appareil d'essai.

NATURE DU MATERIAU	EPATISSEUR DU PANNEAU ESSAYÉ EN CM.	DENSITÉ APPARENTE EN KG. PAR DM ³	FRÉQUENCES P. S. HERTZ	VALEUR DE $\sigma \times 10.000$	RAPPORT $\frac{\text{AFFAIBLISSEMENT}}{\text{CORRESPONDANT EN DÉGIBELS 10 LOG. } \sigma}$
Lièges					
Liège aggloméré pur expansé.	5,3	0,42	128 435 768	696 231 686	-12 -16 -12
Idem	4,0	0,41	128 435 768	625 204 615	-12 -17 -12
Idem	3,2	0,42	128 435 768	1.162 400 906	-9 -14 -11
Liège expansé aggloméré au brai.	10,5	0,19	128 435 768	790 566 1.755	-11 -13 -8
Panneau ayant l'aspect d'un feutrage.	0,58	0,47	128 435 768	153 49 187	-18 -14 -17
Pâte de bois					
Chimique et mécanique agglomérée en plaque.	0,50	0,56	128 435 768	201 92 151	-17 -21 -18
Feutre de laine					
Imprégné de bitume et recouvert d'une couche de bitume saupoudré de liège.	0,26	0,73	128 435 768	364 190 196	-14 -17 -17
Varech					
Varech de roche de la Baltique.	3,3	0,45	128 435 768	82 187 114	-21 -17 -20
Varech séché entre deux couches de papier.	2,15	0,42	128 435 768	515 123 416	-13 -20 -14
Béton ponce					
	8,40	0,78	128 435 768	366 100 772	-14 -20 -11
Cartons					
Carton ondulé bitumé recouvert extérieurement d'une couche de sciure de bois.	2,4	0,26	128 435 768	327 49 292	-15 -23 -15

24

NATURE DU MATERIAU

			ÉPAISSEUR DU PANNEAU ESSAYÉ EN CM.	DENSITÉ APPARENTE EN KG. PAR DM ³	FREQUENCES P. S. HERTZ	VALEUR DE $\tau \times 10.000$	RAPPORT σ	AFFAISSEMENT CORRESPONDANT EN DÉCIBELS 10 LOG. σ
Carton ondulé petites cannelures ——— épaisseur 0,65.		0,65	0,18	128 435 768	812 590 846	—11 —12 —11		
Idem	— 0,67.	0,67	0,21	128 435 768	635 424 630	—12 —14 —12		
Carton ondulé grosses cannelures ——— 1,90.		1,90	0,07	128 435 768	712 388 542	—12 —14 —13		
Lièges agglomérés								
Aggloméré de liège sans agglutinant.		5,0	0,11	128 435 768	1.747 767 1.892	—8 —11 —7		
Aggloméré au brai.		10,0	0,16	128 435 768	1.450 1.116 3.420	—7 —10 —5		
Fibres végétales								
Enduites ciment magnésien.		5,6	0,29	128 435 768	3.870 3.370 6.720	—4 —5 —2		
Panneau formé par des faisceaux d'algues marines.		3,5	0,11	128 435 768	1.122 1.489 1.354	—10 —8 —9		
Carton								
Carton ondulé petites cannelures ——— épaisseur 0,55.		0,55	0,16	128 435 768	1.383 812 1.162	—9 —11 —9		
Tapis								
		0,60	0,25	128 435 768	5.640 4.030 4.910	—3 —4 —3		
Idem		0,70	0,26	128 435 768	6.540 4.930 5.700	—2 —3 —3		
Idem		0,56	0,23	128 435 768	6.820 5.580 6.420	—2 —3 —2		
Idem		0,60	0,27	128 435 768	4.860 3.180 4.280	—3 —5 —4		
Idem		0,40	0,28	128 435 768	1.800 1.100 1.060	—7 —10 —10		

ANNEXE I

TABLEAU III

DES

RÉSULTATS DES EXPÉRIENCES EFFECTUÉES PAR LE LABORATOIRE
D'ESSAIS DU CONSERVATOIRE NATIONAL DES ARTS ET MÉTIERS

SUR LES

MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION COURANTS



NATURE DU MATERIAU

	ÉPAISSEUR DU PANNEAU ESSAYÉ EN CM.	DENSITÉ APPARENTE EN KG. PAR DM3	FRÉQUENCES	VALEUR DE ($\sigma \times 10,000$)	RAPPORT σ	
					128	435
Briques creuses de 6 cm. hourdées au plâtre, un enduit sur chaque face de 1 cm.	8	1,2	128 435 768	9,6 4,5 0,6	—30 —34 —42	
Briques creuses de 8 cm. hourdées au plâtre, un enduit sur chaque face de 1 cm.	10	1,2	128 435 768	1,85 0,59 0,25	—37 —42 —46	
Briques creuses de 8 cm. 6 avec un enduit de plâtre de 0 cm. 2 sur chaque face.	9	1,1	128 435 768	6,65 0,63 0,16	—32 —42 —47	
Briques pleines avec un enduit de plâtre de 1 cm. sur chaque face.	8	1,4	128 435 768	8,7 2,3 0,7	—31 —36 —42	
Briques pleines avec un enduit de plâtre de 0 cm. 4 sur chaque face.	6,8	1,6	128 435 768	9,4 1,7 1,6	—30 —38 —38	
Béton pour béton armé mais sans armature.	4	2,3	128 435 768	4 0,26 0,25	—34 —45 —46	
Béton avec un enduit de plâtre de 1 cm. sur une face.	5,5	2,0	128 435 768	1,25 0,23 0,92	—39 —47 —41	
Béton avec un enduit de plâtre de 1 cm. sur chaque face.	6	2,1	128 435 768	0,84 0,88 0,26	—41 —41 —47	
Plâtre ordinaire fraîchement gâché avant des- siccation.	8,1	1,4	128 435 768	4 1,7 0,28	—34 —38 —46	
Plâtre ordinaire après dessiccation à 60° pen- dant 48 heures.	8,1	1,0	128 435 768	0,54 2,25 0,41	—43 —37 —44	

NATURE DU MATÉRIAUX

NATURE DU MATÉRIAUX	ÉPAISSEUR DU PANNEAU ESSAYÉ EN CM.	DENSITÉ APPARENTE EN KG. PAR DM ³	FRÉQUENCES	RAPPORT σ	
				128	VALEUR DE ($\sigma \times 10.000$)
Carreau de plâtre.	5,4	1,0	128 435 768	15,6 1,6 3	-28 -38 -35
Carreau de plâtre.	6	1,2	128 435 768	2,9 1,8 0,59	-35 -37 -42
Plâtre gâchage normal.	6,9	0,9	128 435 768	2,4 0,25 0,51	-36 -47 -43
Plâtre gâché clair avec un enduit de plâtre de 1 mm. sur chaque face.	8,2	0,8	128 435 768	1 0,26 1,3	-40 -45 -39
Carreau de plâtre avec mâchefer spongieux, avec un enduit de 1 cm. sur chaque face.	8	1,1	128 435 768	3,8 0,30 0,25	-34 -45 -46
Chêne.	2,2	0,70	128 435 768	4,2 4,9 4	-34 -33 -34
Sapin.	2,2	0,47	128 435 768	10 3,9 5,4	-30 -34 -33
Bois contreplaqué 3 épaisseurs.	0,4	0,46	128 435 768	384 264 321	-14 -16 -15
Bois contreplaqué 5 épaisseurs.	2	0,48	128 435 768	106 126 41	-20 -19 -24

ANNEXE J

TABLEAU - ANNEXE
DES
COEFFICIENTS DE CONDUCTIBILITÉ CALORIFIQUE
DE MATERIAUX DIVERS
déterminés au LABORATOIRE D'ESSAIS
du Conservatoire National des Arts et Métiers

A l'occasion de l'étude de la transmission des sons, il a été effectué au Laboratoire d'Essais des recherches des caractéristiques physiques d'un assez grand nombre de matériaux de construction, en plus de ceux considérés comme "insonores".

Le mode opératoire est indiqué dans le Rapport N° 1, chapitre V (page 19).

Il a été exposé à l'Association Française pour l'Essai des Matériaux par M. Heyberger, Assistant au Laboratoire d'Essais.

Le tableau ci-après fournit, pour chaque matériau, le coefficient soit en unités pratiques, soit en unités C. G. S., à une température moyenne choisie suivant les cas.

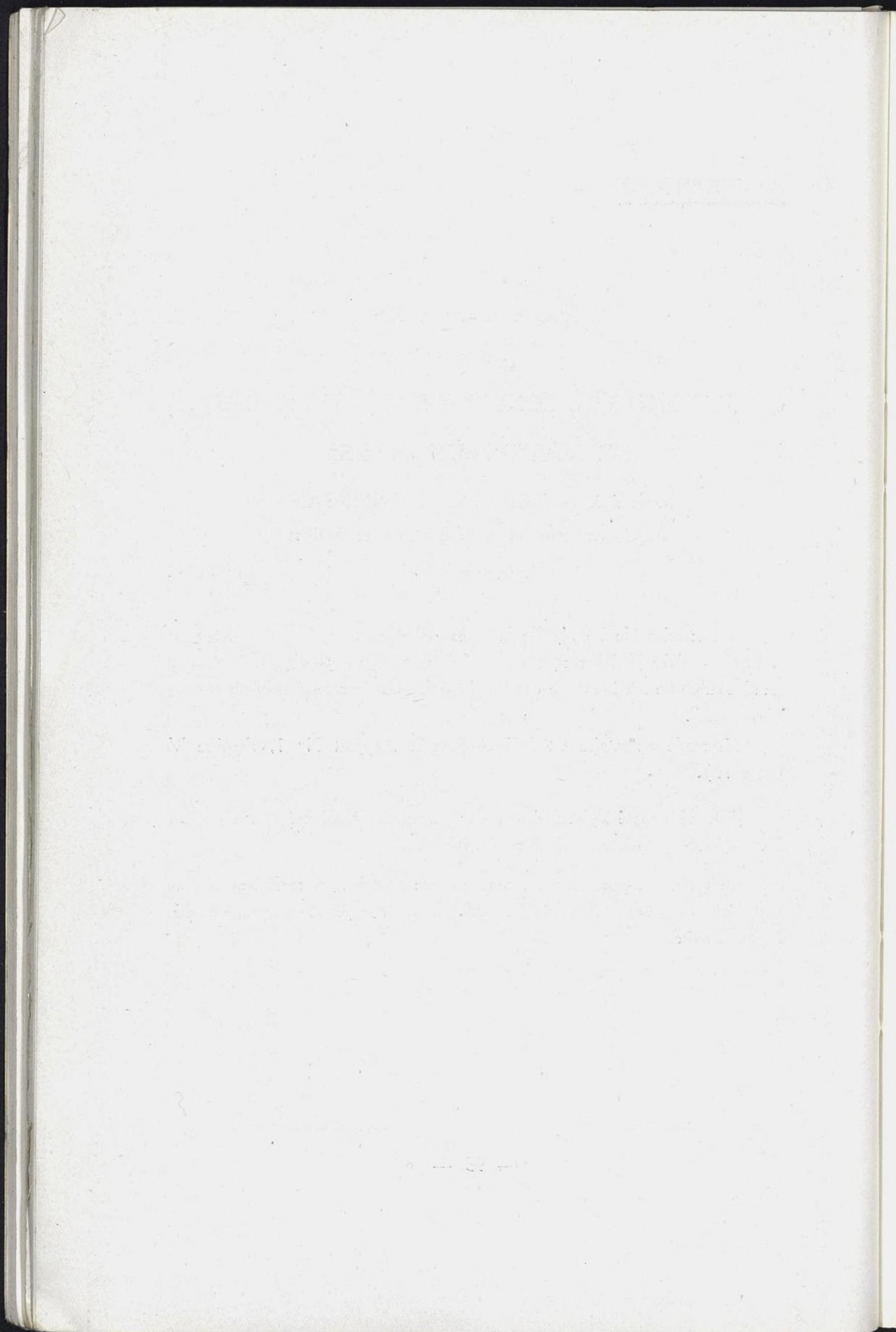


TABLEAU - ANNEXE
DES
COEFFICIENTS DE CONDUCTIBILITÉ CALORIFIQUE DÉTERMINÉS AU LABORATOIRE D'ESSAIS
du Conservatoire National des Arts et Métiers

DÉSIGNATION DES ÉCHANTILLONS DE MATERIAUX EXAMINÉS	DENSITÉ	COEFFICIENT DE CONDUCTIBILITÉ THERMIQUE		INTERVALLE DE TEMPÉRATURE $t_1 - t_2$ °C	TEMPÉRATURE MOYENNE $t_m = \frac{t_1 + t_2}{2}$	OBSERVATIONS
		en unités pratiques calorie, kilogramme m², heure, m., °C	en unités C. G. S. calorie, gramme cm², sec., cm., °C			
Liège aggloméré pur.....	0,14 à 0,20	0,031 à 0,038	0,000086 à 0,000105	17—55	36	
— — — expansé.....	0,110 à 0,126	0,033 à 0,038	0,00091 à 0,000105	19—59	39	
— — — expansé aggloméré au brai.....	0,12 à 0,20	0,033 à 0,041	0,00091 à 0,000113	11—68	38,5	
— — — naturel aggloméré à froid.....	0,26	0,048	0,00133	11—36	23,5	
— — — aggloméré au brai.....	0,13 à 0,15	0,046 à 0,048	0,000127 à 0,000133	11—68	38,5	
— — — à la caséine.....	0,12	0,044	0,000122	12—48	30	
— — — au ciment.....	0,71	0,091	0,000252	19—46	32,5	
— — — magnésien.....	0,36	0,084	0,000233	12—38	25	
	0,55	0,085	0,000236	13—42	27,5	
Briques isolantes (en diatomites).....	0,48	0,107	0,000297	19—258	138,5	
0,53	0,128	0,000355	37—339	188		
0,60	0,110	0,000305	14—53	33,5		
Briques rouges d'argile.....	»	0,966	0,00268	0—28	14	
— silico-ardoises	»	0,795	0,00220	0—24	12	
— blanches silico-calcaires	»	0,895	0,00248	0—24	12	
— de silice d'infusoires	0,295	0,086	0,000238	0—30	15	
Caoutchouc mousse.....	0,09 à 0,20	0,026 à 0,062	0,000072 à 0,000172	20—70	45	
Ebonite mousse.....	0,13 à 0,22	0,029 à 0,034	0,000080 à 0,000094	12—64	38	
Un tapis en caoutchouc	1,77	0,206	0,000572	0—26	13	
Laine minérale	0,20	0,038	0,000105	14—154	84	
Laine de scories.....	0,208	0,042	0,000116	100—290	195	
Terre floconneuse.....	0,23	0,056	0,000155	100—520	310	
Kieselguhr	0,30	0,045	0,000125	12—53	32,5	
Terre d'infusoires.....	0,150	0,068	0,000188	0—50	25	
Magnésie.....	0,20	0,047	0,000130	0—45	22,5	
Tourbe fibreuse	0,073	0,053	0,000147	0—44	22	
Cyanamide	0,93	0,037	0,000102	0—37,5	18,75	
Paroi de maçonnerie de 10 cm. d'épaisseur	1,470	0,430	0,001190	0—30	15	
Fibre d'amianté bleue.....	0,057	0,048	0,000133	0—35	17,5	
Fibre d'amianté blanche.....	0,057	0,054	0,000150	0—35	24	
Bourre d'amianté enveloppée dans une toile d'amianté.....	0,27	0,097	0,000269	14—60	37	
Bourre d'amianté enveloppée dans une toile de laiton	0,30	0,145	0,000402	18—54	36	
	0,060	0,000166	27—160	83,5		
	0,072	0,000200	40—232	136		
Verre filé en coquilles.....	0,079	0,000219	43—286	159,5		
	0,090	0,000250	56—349	202,5		
	0,098	0,000272	61—389	225		
Verre filé avec enveloppe en toile de laiton	0,12	0,053	0,000147	13—52	32,5	
Verre filé avec enveloppe en toile d'amianté	0,15	0,044	0,000122	14—62	38	
	0,060	0,000166	27—160	93,5		
	0,072	0,000200	40—232	136		
Soie de verre en coquilles.....	0,079	0,000219	43—286	164,5		
	0,090	0,000225	44—283	163,5		
	0,098	0,000250	56—389	222,5		
Kapok de Java.....	0,0157	0,034	0,000094	0—48	24	
	0,055	0,000152	20—64	42		
Bourrelet de jute.....	0,094	0,057	0,000158	22—93	57,5	
	0,059	0,000163	25—125	75		
Varech de roche	0,15	0,041	0,000113	17—84	50,5	
Roseaux comprimés assemblés par fils de fer.....	0,246	0,050	0,000188	0—49	24,5	
Paille comprimée.....	»	0,067	0,000186	0—30	15	
Carreau de plâtre	1,04	0,268	0,000744	0—43	21,5	
Planche de plâtre	0,513	0,305	0,000847	0—47,5	23,75	
Béton cellulaire.....	0,28	0,075	0,000208	17—119	68	
Fibre de bois comprimée.....	0,310	0,046	0,000127	0—37	18,5	
Feuilles de carton ondulé maintenues dans cadre en bois	0,129	0,055	0,000152	0—49	24,5	
Carbone pour électrodes.....	0,39	1,270	0,00352	100—120	110	
	0,39	0,960	0,00266	100—150	125	
Fibres de bois agglomérées au ciment magnésien et enduit de plâtre sur chaque face	0,78	0,146	0,000405	24—108	66	
Béton de laine de laitier de 13 mm. d'épaisseur et une plaque de fibrociment de 4 mm. d'épaisseur.....	0,95	0,100	0,000277	19—48	33,5	
Béton de laine de laitier de 25 mm. d'épaisseur interposé entre deux plaques de fibrociment de 4 mm. d'épaisseur	1,10	0,180	0,00050	25—63	44	
Matelas magnésie et amianté	0,19	0,111	0,000308	56—347	201,5	
Coquille magnésie et amianté	0,19	0,093	0,000258	49—337	193	
Paroi de maison métallique composée de deux tôles de 12/10° de millimètre d'épaisseur, de 0,70 m. × 0,70 m., réunies sur leur pourtour par des fers étirés en L et en T, l'ensemble formant une caisse close de 45 mm. d'épaisseur à l'intérieur de laquelle est placée de la laine minérale. Les faces intérieures et extérieures des tôles et fers sont peintes de deux couches de peinture anti-rouille.....	0,62	0,097	0,000269	20—82	51	
Une plaque de fibres végétales agglomérées au ciment magnésien avec un enduit de ciment sur chaque face	0,50	0,098	0,000272	0—55	27,5	
Briques creuses jointes au plâtre avec armatures métalliques intérieures	0,908	0,194	0,000538	26—51	38,5	
Parquet sans joints.....	1,146	0,195	0,000541	0—37	18,5	
Béton granulé en diatomées.....	0,859	0,174	0,000483	33—144	88,5	
Une plaque de liège entre deux plaques de fibrociment	0,45	0,057	0,000158	21—103	62	
Feutre amianté.....	0,401	0,063	0,000175	0—41,5	20,75	
Parquet sans joints.....	1,275	0,118	0,000327	0—35	17,5	
Agglomérés creux en béton	1,166	0,290	0,000805	0—24	12	
	1,251	0,581	0,001610	0—40	20	
	1,386	0,190	0,000527	0—34	17	
	1,199	0,178	0,000494	0—32	16	
	1,190	0,225	0,000625	0—33	16,5	
	1,228	0,205	0,000569	0—36	18	
	1,018	0,215	0,000597	0—25	12,5	
	1,023	0,186	0,000516	0—42	21	
	1,359	0,217	0,000602	0—25	12,5	
	1,174	0,444	0,000400	0—27	13,5	
Parquet sans joints	1,696	0,250	0,000694	0—21	10,5	
	1,302	0,158	0,000438	0—33	16,5	
	1,490	0,218	0,000655	0—24	12	
	1,023	0,201	0,000558	0—40	20	
	1,287	0,250	0,000694	0—26	13	
	1,520	0,327	0,000908	0—23	11,5	
	1,413	0,354	0,000983	0—24	12	
	1,414	0,234	0,000650	0—27	13,5	
Briques creuses en plâtre et mâcheron	0,850	0,217	0,000602	0—42	21	
Un liège de 5 cm. d'épaisseur recouvert sur une face d'un vernis bakélite et sur l'autre d'une plaque métallique de 2 mm. d'épaisseur	0,651	0,042	0,000116	0—48	24	
Lames de bois de sapin de 15 mm. d'épaisseur, sur une face enduit de plâtre de 6 mm. fixé sur toile métallique, un espace d'air de 5 cm. entre bois et plâtre	0,34	0,177	0,000491	0—43	21,5	
Plancher de 24 cm. d'épaisseur constitué par deux hourdis de céramique creux de 3 cm. d'épaisseur, séparés par un matelas d'air de 12,5 cm. d'épaisseur. Le hourdis supérieur est recouvert d'une couche de béton armé de 3,5 cm. d'épaisseur	»	0,580	0,00161	0—23	11,5	

Bib.
CNAM

Observation importante. — Le coefficient de conductibilité calorifique d'un matériau varie sensiblement avec le mode de

ANNEXE K

TABLEAU IV

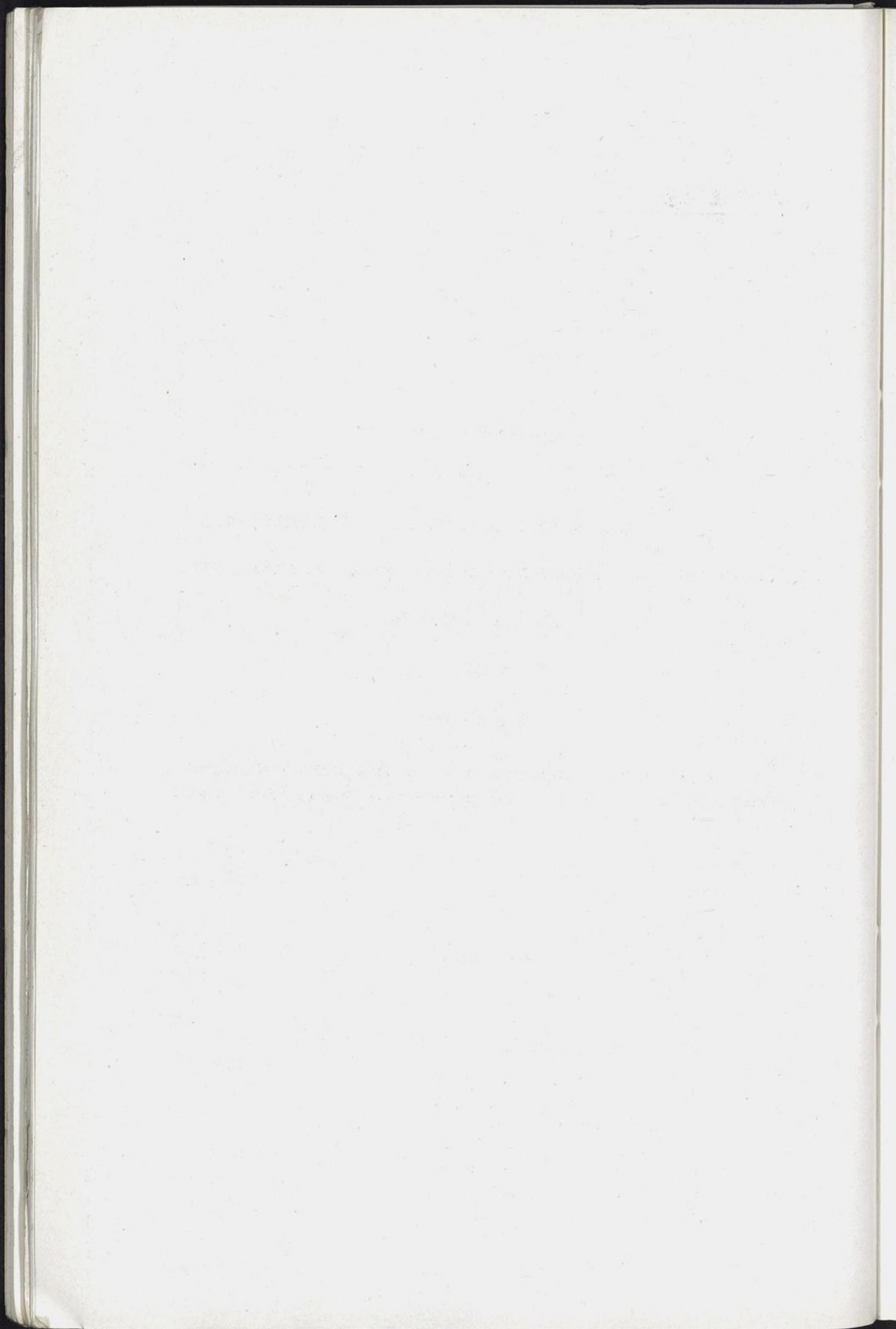
DES

RÉSULTATS DE LA SÉRIE D'EXPÉRIENCES EFFECTUÉES PAR LE
LABORATOIRE D'ESSAIS DU CONSERVATOIRE NATIONAL DES
ARTS ET MÉTIERS

SUR

CLOISONS

Ces cloisons ont été construites avec 11 matériaux dits « insonores »,
retenus par la Commission, et 6 matériaux de construction courants.



N° D'INSCRIPTION DU MATERIAU DANS LA 1 ^e SERIE D'EXPERIENCES ANNEXE H	N° D'ORDRE DE LA CLOISON DANS LA 2 ^e SERIE D'EXPERIENCES	EPATISSEUR DE LA CLOISON DANS LA 2 ^e SERIE D'EXPERIENCES (EN MM.)	DÉSIGNATION DU MATERIAU TEL QU'IL A ÉTÉ UTILISÉ DANS LA CLOISON EN ESSAIS	AFFAIBLISSEMENT EN DÉCIBELS	VIBRATIONS (VALEUR RELATIVE)	OBSERVATIONS

I. — Matériaux dits "insonores" retenus par la Commission
de la Lutte contre le Bruit

8	1	58	Fibres végétales imprégnées ciment magnésien enduit ciment sur les deux faces.	— 40	43	
6	2	74	Liège aggloméré enduit plâtre sur chaque face.	— 39	30	
2	4	50	Paille brute comprimée tenue par des fils de fer fortement serrés.	— 28	12	
10	11	80	Fibres bois imprégnées de ciment magnésien avec enduit plâtre sur les deux faces.	— 41	10	
18	12	100	— d° —	— 39	41	
5	Séparation C	100	Béton dit cellulaire.	— 24	"	Cerlains plâtres des joints fissurés
3	Séparation D	120	— d° —	— 41	27	Le panneau essayé au laboratoire avait seulement 100 % d'épaisseur
26	Séparation E	80	Agglomérés de ciment et de ponce, de couleur grisâtre.	50	"	

N° D'INSCRIPTION DU MATERIAU DANS LA 1 ^e SERIE D'EXPERIENCES	N° D'ORDRE DE LA CLOISON DANS LA 2 ^e SERIE D'EXPERIENCES	EPATIEUR DE LA CLOISON DANS LA 2 ^e SERIE D'EXPERIENCES (EN MM.)	DÉSIGNATION DU MATERIAU TEL QU'IL A ÉTÉ UTILISÉ DANS LA CLOISON EN ESSAIS	AFFAIBLISSEMENT EN DÉCIBELS	VIBRATIONS (VALEUR RELATIVE)	OBSERVATIONS
---	---	---	--	--------------------------------	---------------------------------	--------------

II. — Matériaux de construction courante

Séparation B	5	60	Planche de plâtre houardée et mâchefer.	-- 41	47	
	110		Carreau plâtre et mâchefer.	-- 50	41	
	9	55	Briques pleines sans enduit.	-- 22	"	
	16	55	Briques pleines tendres à la sciure sans enduit (montées de champ).	-- 34	"	
	17	110	Briques pleines tendres sans enduit (montées à plat).	-- 35	"	
	10	60	Briques pleines de Paris.	-- 47	"	

III. — Matériaux présentés avec enduit au Laboratoire
et sans enduit sur cloison

9	3	75	Fibres de bois imprégnées ciment.	-- 19	5	
21	6	52	Trois plaques fibres et bois imprégnées.	-- 12	30	
19	Séparation A	106	Fibres de bois imprégnées, ciment.	-- 15	20,5	

ANNEXE L

TABLEAU V

RÉCAPITULATIF

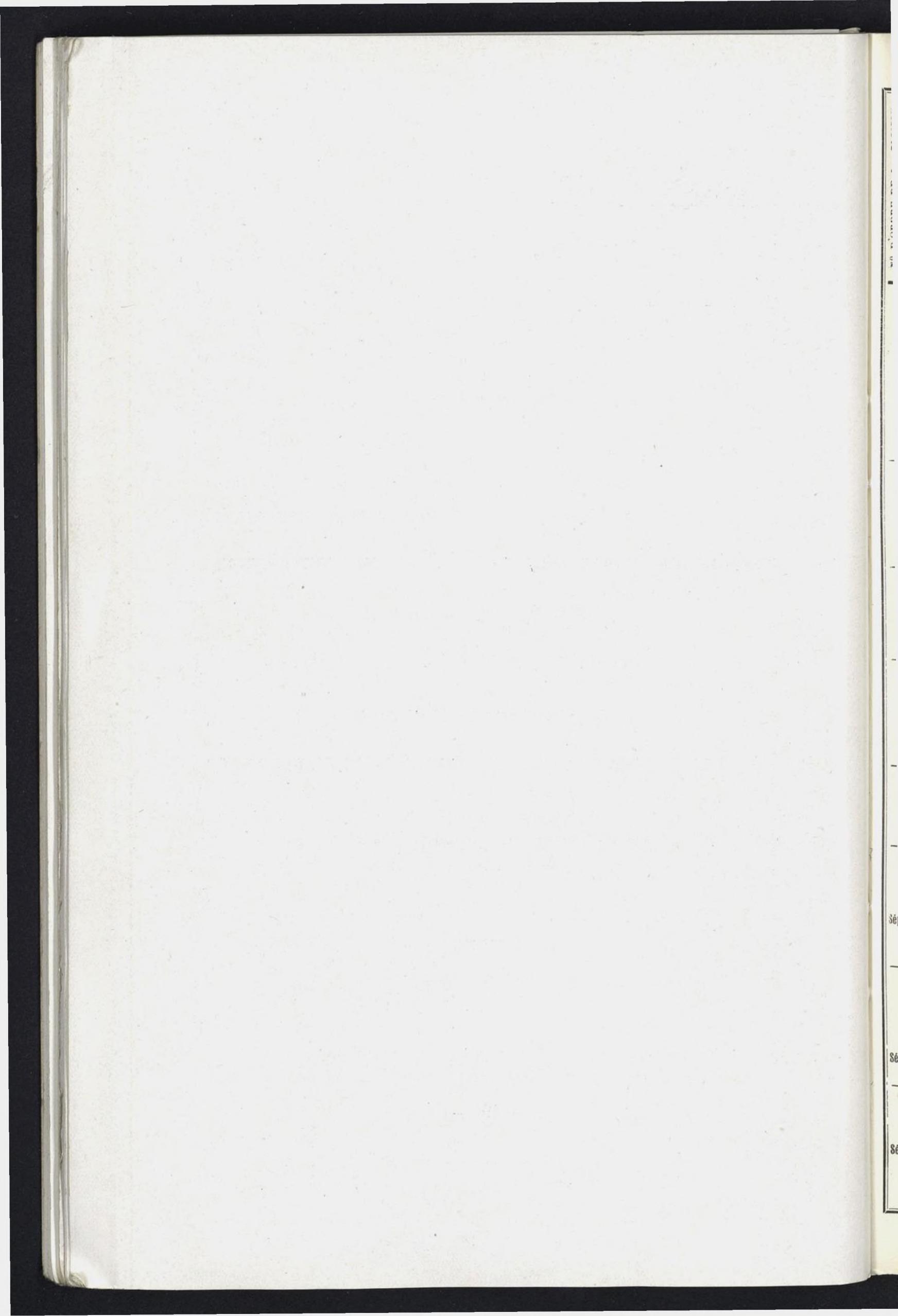
DES EXPÉRIENCES EN LABORATOIRE ET SUR CLOISONS, EFFECTUÉES
PAR LE LABORATOIRE D'ESSAIS DU CONSERVATOIRE NATIONAL

DES ARTS ET MÉTIERS

SUR 11 MATÉRIAUX DITS « INSONORES »

REtenus par la Commission

ET 6 MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION COURANTS



N° D'ORDRE DE LA CLOISON DANS LA 2 ^e SÉRIE D'EXPÉRIENCES SUR CLOISONS		N° D'INSCRIPTION DU MATERIAU DANS LA 1 ^e SÉRIE D'EXPÉRIENCES EN LABORATOIRE - ANNEXE H		DÉSIGNATION		LABORATOIRE D'ESSAIS		CLOISON		ININFLAMMABILITÉ INCOMBUSTIBILITÉ		RÉSISTANCE A LA COMPRESSION		ESSAI DU CLOU		OBSERVATIONS	
						σ	$\left(\frac{i}{l}\right)^2 \times 10^{-4}$	AFFAISSEMENT EN DÉCIBELS $n = 10 \log_{10} \sigma$	AFFAISSEMENT EN DÉCIBELS	VIBRATIONS	CONDUCTIBILITÉ CALORIFIQUE	RUPTURE	ÉCRASEMENT JUSQU'A 1/2 EP.				
I. — MATERIAUX DITS "INSONORES" RETENUS PAR LA COMMISSION POUR ESSAIS SUR CLOISONS																	
1	8	58 min. $D = 0,60$	Fibres végétales imprégnées ciment magnésien, enduit ciment sur les 2 faces et sur 1 cm. environ d'épaisseur.	128:5,2 435:1,6 768:1,0	—33 —38 —40	— 40	43	0,108	Ininflammable dans la flamme du brûleur. Se carbonise légèrement sans flamme sur la surface non enduite avec dégagement de fumées et est porté à l'incandescence qui cesse dès le retrait du brûleur. Pas de combustion apparente.			64,1		Enfoncement du clou sans difficulté, ni détérioration. Pas d'arrachement du clou après suspension de poids. Toutefois, pas fragile.			
2	6	74 mm. $D = 0,76$	Liège aggloméré enduit plâtre sur chaque face.	128:5,5 435:2,7 768:0,5	—33 —36 —43	— 39	30	0,107	Ininflammable. Pas de combustion apparente. Commencement apparent de désagrégation du liège sous une charge de 12,1 h.p.			24,6		— Idem —			
4	2	50 min. $D = 0,25$	Paille brute comprimée et tenue par des fils de fer fortement serrés.	128:18 435: 6 768:2,6	—28 —32 —36	— 28	12	0,079	Ininflammable. Se carbonise au contact de la flamme du brûleur sans s'enflammer. Après retrait du brûleur, pas de combustion apparente.			28,9		A tenu 10 minutes. Fibres de paille horizontales. Inclinaison du clou sous la charge de 10 kg.			
11	10	80 mm. $D = 0,74$	Fibres de bois imprégnées ciment magnésien avec enduit plâtre sur les deux faces et 1,5 cm. d'épaisseur environ.	128:5,6 435:2,1 768:0,9	—33 —37 —41	— 41	10	0,146	Ininflammable. Le bord inférieur du panneau (non enduit) se carbonise très légèrement au contact de la flamme du brûleur. Pas de combustion apparente après retrait du brûleur.			132		Enfoncement du clou sans difficulté, ni détérioration. Pas d'arrachement du clou après suspension de poids. Pas fragile.			
12	18	100 mm. $D = 0,62$	— Idem —	128:3,6 435:5,6 768:1,1	—34 —33 —40	— 39	31	0,132	— Idem —			60,9		— Idem —		Enduit ne s'étendant pas exactement jusqu'au bord inférieur de la cloison.	
Séparat. C	5	100 mm. $D = 0,29$	Béton dit cellulaire.	128:3,02 435:10,04 768:0,6	—35 —30 —42	— 24		0,075	Ininflammable Incombustible			4,2				Plâtre des joints fissurés sur la cloison.	
	3	100 mm. $D = 0,36$	Béton dit cellulaire Epaisseur du Panneau du Laboratoire Epaisseur de la Cloison	128: 3 435:16 768: 7	—35 —28 —32	— 41	27	0,085	— Idem —			3,6		— Idem —			
Séparat. E	26	80 mm. $D = 1,34$	Agglomérés de ciment et de ponce, d'aspect grèsâtre.	128:0,26 435:0,16 768:0,64	—45 —47 —42	— 50		0,254	Ininflammable Pas de combustion apparente			138,8				Enfoncement du clou difficile. Ne peut s'effectuer que sur une profondeur de 1 cm. environ. 10 minutes avec 10 kg., clou légèrement incliné.	

TABLEAU V (suite)

N° D'ORDRE DE LA CLOISON DANS LA 2 ^e SÉRIE D'EXPÉRIENCES SUR CLOISONS	N° D'INSCRIPTION DU MATÉRIAU DANS LA 1 ^{re} SÉRIE D'EXPÉRIENCES EN LABORATOIRE - ANNEXE H	ÉPAISSEUR (ENDUIT COMPRIS) mm. DENSITÉ - kg./dm ³	DÉSIGNATION	LABORATOIRE D'ESSAIS	σ $(\frac{i}{1})^2 \times 10^{-4}$	AFFAISSEMENT EN DÉCIBELS $n = 10 \log \sigma$	CLOISON	ININFLAMMABILITÉ INCOMBUSTIBILITÉ	RÉSISTANCE A LA COMPRESSION	RUPTURE	ÉGRASSEMENT JUSQU'A 1/2 ép.	ESSAI DU CLOU	OBSERVATIONS
--	--	--	-------------	-------------------------	--	---	---------	--------------------------------------	--------------------------------	---------	--------------------------------	---------------	--------------

II. — MATÉRIAUX DE CONSTRUCTION COURANTS

5	60 mm. D = 1,1	Planche de plâtre hourdée et mâchefer.	128:2,9 435:1,8 768:0,6	-35 -37 -42	-41	47	0,270	Ininflammable et incombustible				Enfoncement du clou sans difficulté, ni détérioration. Pas d'arrachement du clou après suspension d'un poids de 10 kg. pendant 10 minutes.	(1) Les coefficients de conductibilité calorifique relatifs aux matériaux courants (briques, plâtres, etc.) n'ont pas été déterminés sur ces échantillons, mais sont des moyennes relatives à ce genre de matériaux.
Séparat. B	110 mm. D = 1,1	Carreau plâtre et mâchefer.			-50	41	0,270	— Idem —					
9	55 mm. D = 1,3	Briques pleines sans enduit.			-22		0,950	— Idem —	150			Enfoncement du clou sans difficulté, ni détérioration. Pas d'arrachement du clou après suspension d'un poids de 10 kg. pendant 10 minutes.	Joint laissant à désirer sur la cloison.
16	55 mm. D = 1,2	Briques pleines tendres à la sciure montées de champ sans enduit.			-34			— Idem —	80		— Idem —		
17	110 mm. D = 1,2	Briques pleines tendres montées à plat sans enduit.			-35			— Idem —	100		— Idem —		
10	60 mm. D = 1,41	Briques de Paris, briques pleines type courant avec enduit plâtre.	128:9,6 435:4,5 768:0,6	-30 -34 -42	-47		0,800	— Idem —	125		— Idem —		

III. — MATÉRIAUX DITS "INSONORES" PRÉSENTÉS AVEC ENDUIT AU LABORATOIRE ET SANS ENDUIT SUR CLOISON

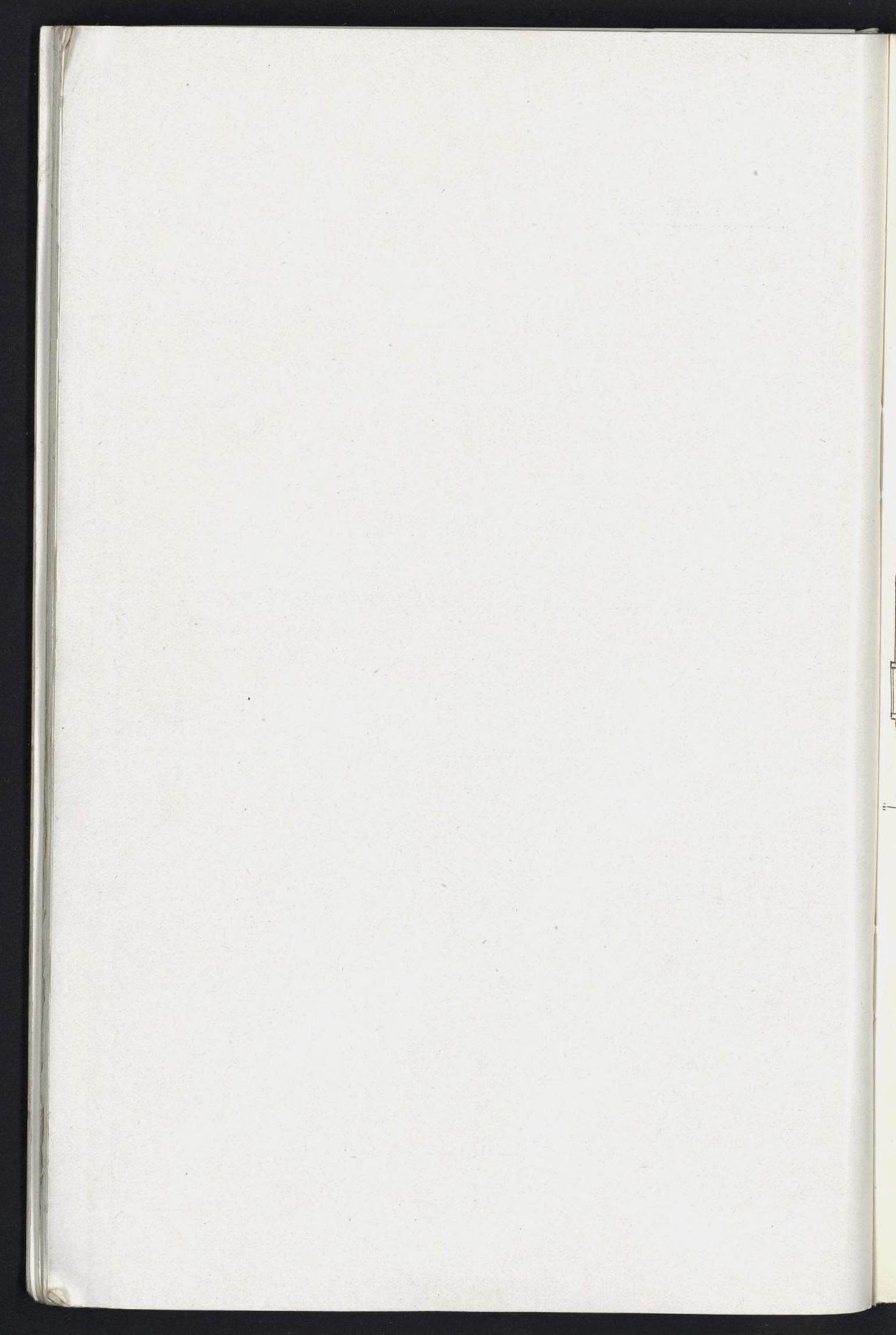
3	9	75 mm. D = 0,64	Fibres de bois imprégnées ciment.	128:2,2 435:5,8 768:0,3	-37 -32 -45	-19	5	0,117	Ininflammable. Le bord inférieur du panneau (non enduit) se carbonise très légèrement au contact de la flamme du brûleur. Pas de combustion apparente après retrait du brûleur.		168,7	Enfoncement du clou sans difficulté, ni détérioration. Pas d'arrachement du clou après suspension de poids. Pas fragile.	
6	21	52 mm. D = 0,42	Trois plaques en fibres et pâte de bois.	128:11,3 435:1,4 768:1,8	-29 -39 -37	-12	30	0,060	Ininflammable. Se consume sans flamme en se carbonisant au contact de la flamme du brûleur. Après retrait du brûleur, continue à se consumer sans flamme jusqu'à complète carbonisation des deux plaques extérieures.		33,7	— Idem —	
Séparat. A	19	106 mm. D = 0,53	Fibres de bois.	128:3,6 435:5,6 768:1,1	-33 -34 -40	-15	20,5	0,471	Ininflammable. Le bord inférieur du panneau (non enduit) se carbonise très légèrement au contact de la flamme du brûleur. Pas de combustion apparente après retrait du brûleur.		52	— Idem —	

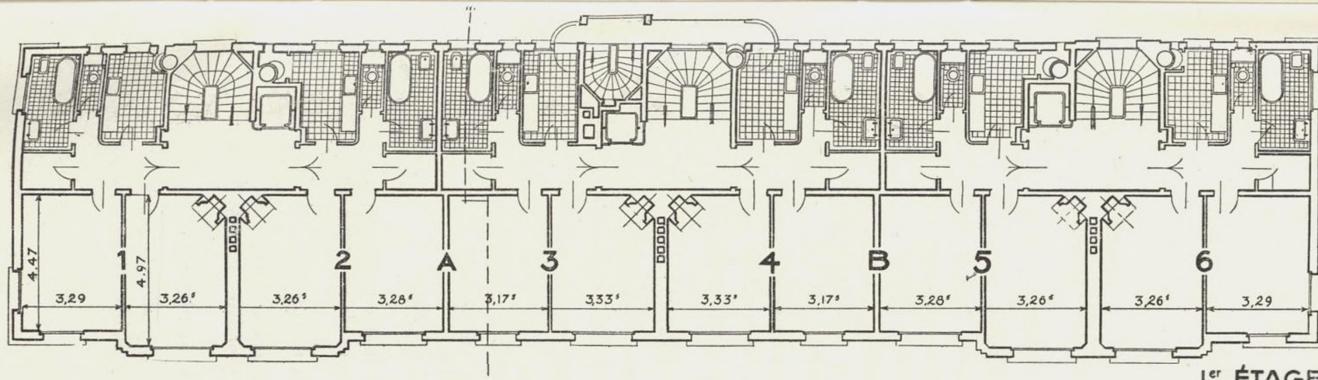
Bib.
CNAM

ANNEXE M

PLAN DE L'IMMEUBLE

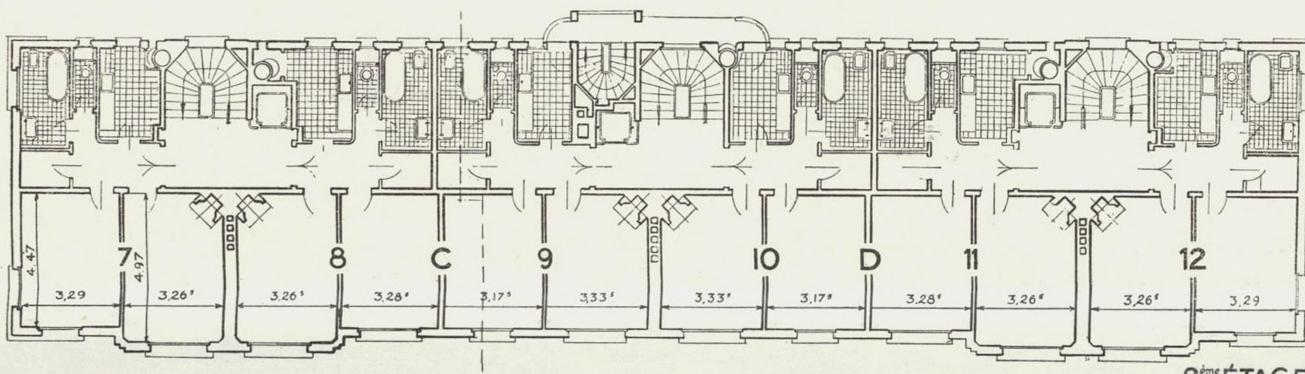
AYANT ÉTÉ UTILISÉ POUR LES ÉTUDES PHONIQUES DES CLOISONS





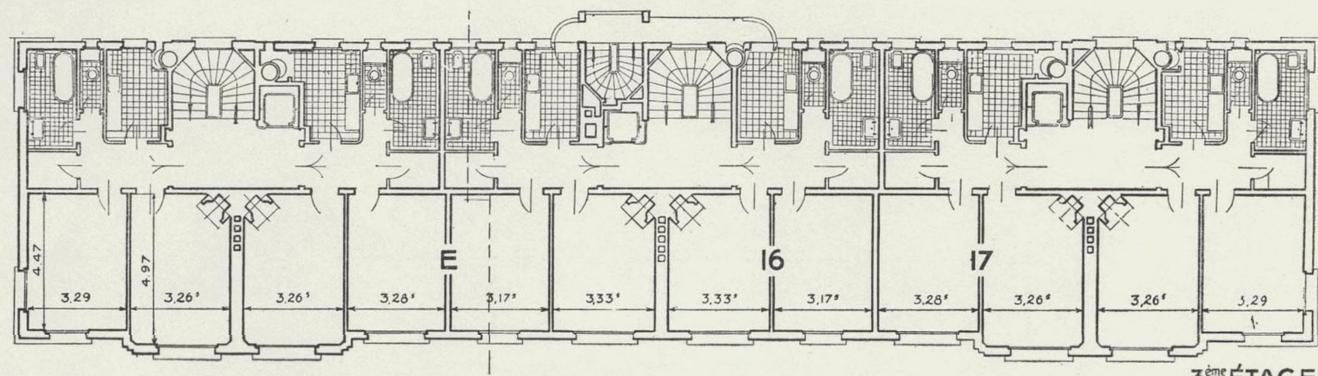
1^{er} ÉTAGE
Haut' 2^m70

Cloison 1.....	Matériau n° 8.	Séparation B..	Matériau : Carreau plâtre et mâchefer.
Cloison 2.....	— n° 6.	Cloison 5.....	Planche de plâtre houardée
Cloison 3.....	— n° 9.		et mâchefer.
Séparation A.....	— n° 19.	Cloison 6.....	N° 21.
Cloison 4.....	— n° 2.		



**2^{ème} ÉTAGE
Haut^r 2^m70**

Cloison 9.....	Matériau : Briques pleines de 55 $\frac{m}{m^3}$,		Séparation D.....	Matériau N° 3.
	sans enduit.			
Séparation C..	—	N° 5.	Cloison 11.....	— N° 10.
Cloison 10....	—	Briques pleines de Paris, de 60 $\frac{m}{m^3}$, sans enduit.	Cloison 12.....	— N° 18.



**3^{ème} ÉTAGE
Haut' 2^m70**

Séparation E... Matériaux n° 26.

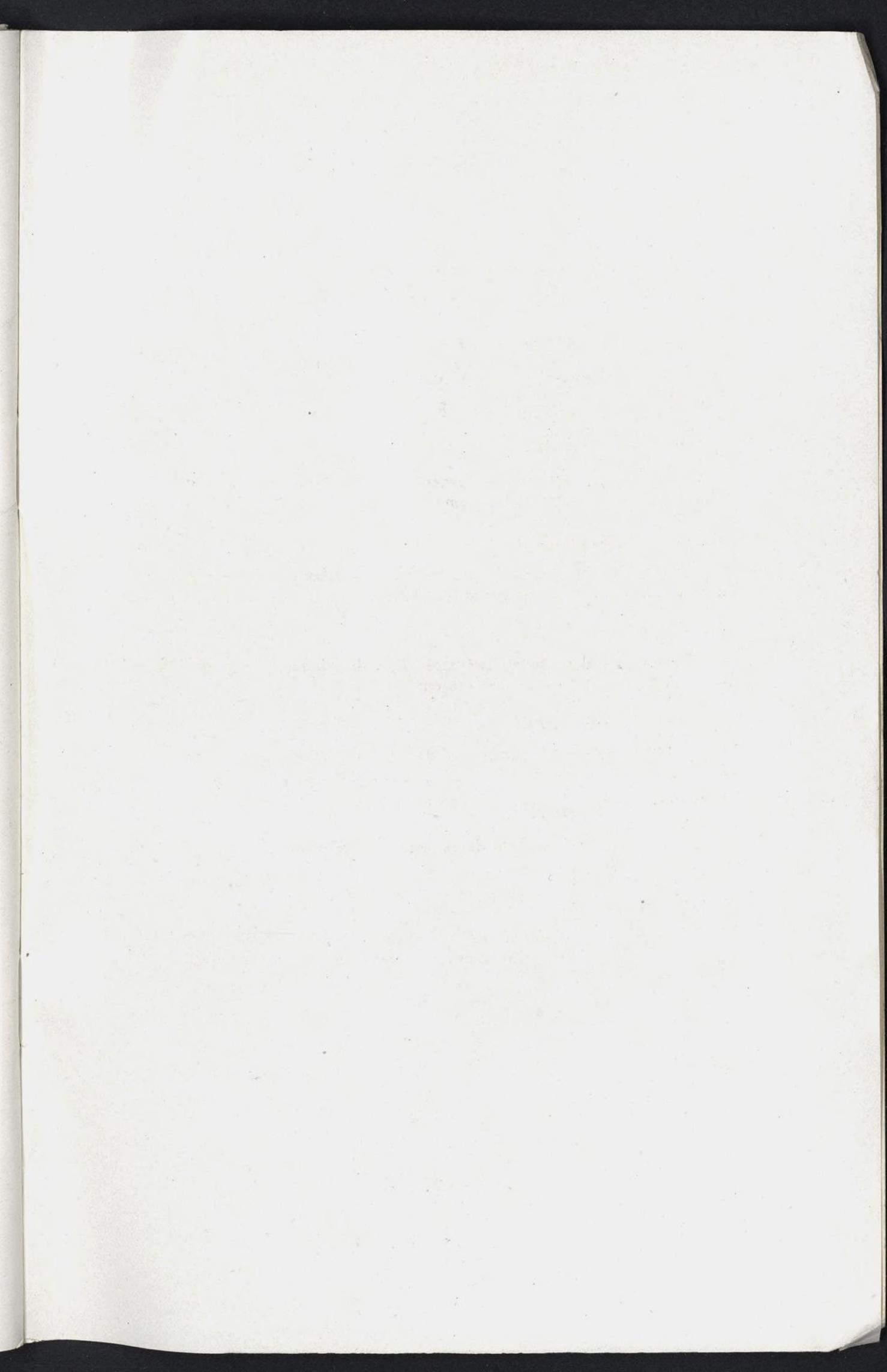
Cloison 16..... — Briques pleines tendres de champ, 55 m^3/m .
 Cloison 17..... — Briques pleines tendres à plat, 110 m^3/m .

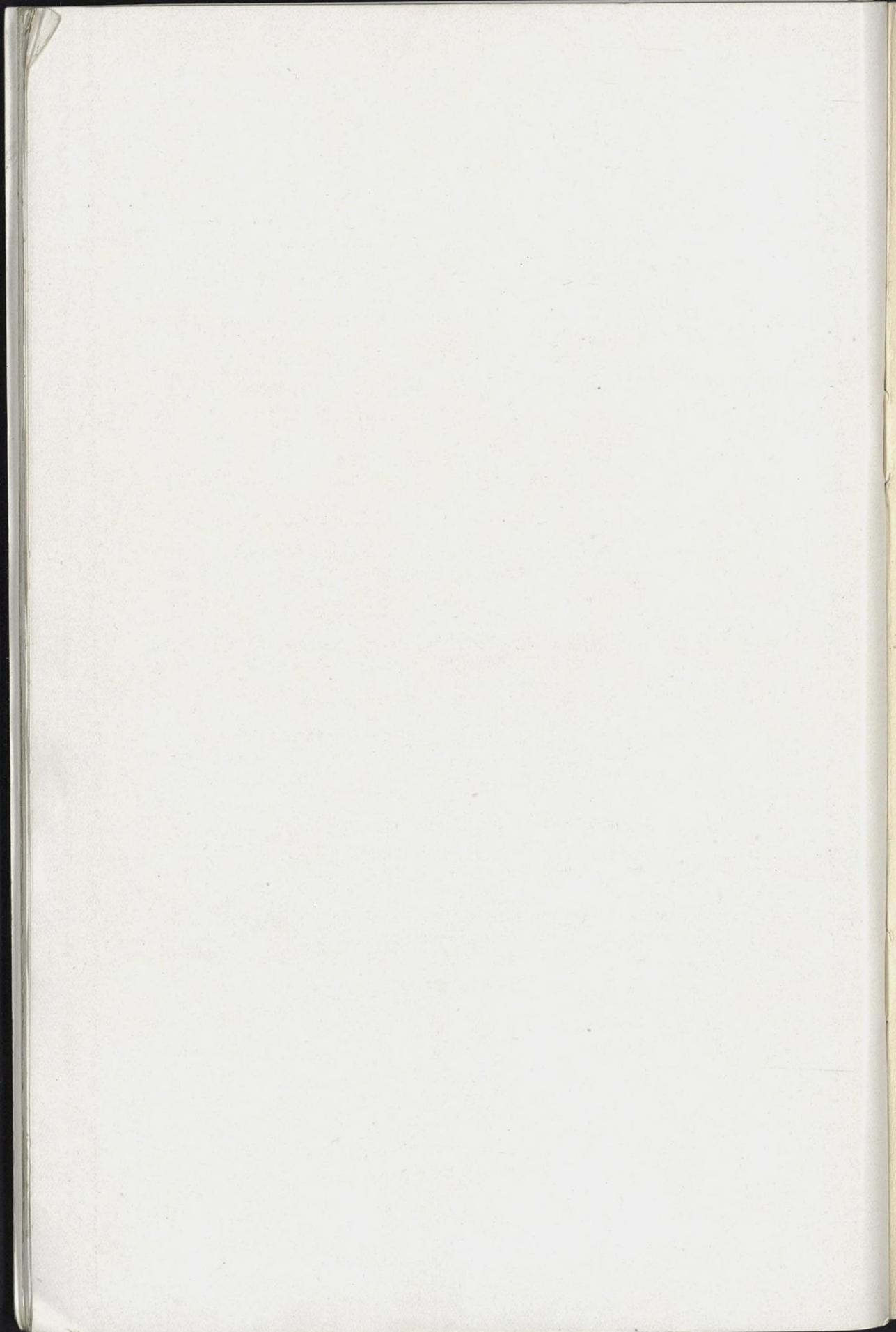
TABLE DES MATIÈRES

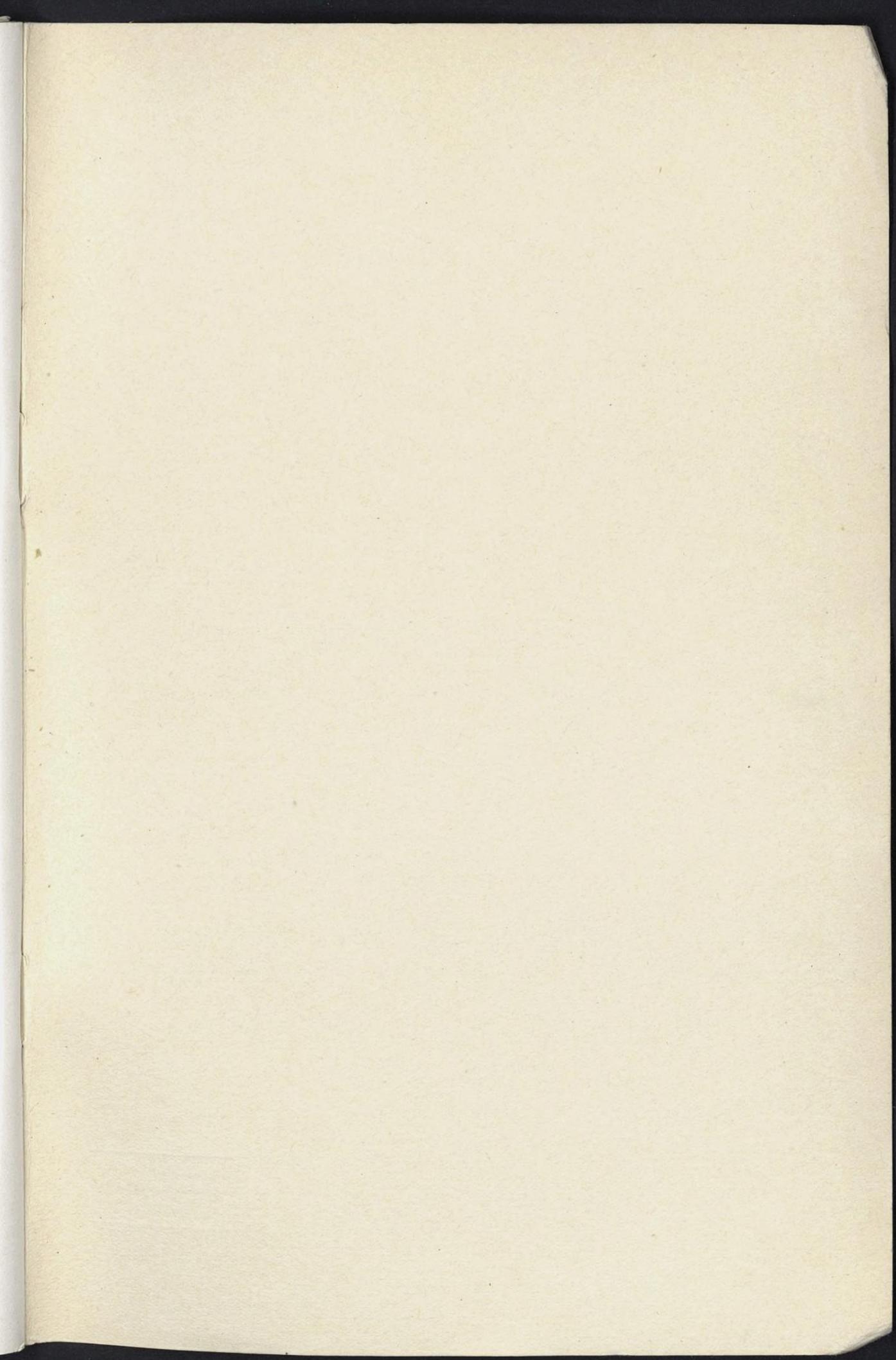
	Pages
Introduction	3
Constitution d'une Sous-Commission des Matériaux dits insonores.	5
 <i>Rapport n° 1 :</i>	
I. Note préliminaire	7
II. Rappel d'études antérieures.....	11
III. Sélection des matériaux présentés pour l'emploi sur le chantier. Bruits	13
IV. Essais de transmission des sons à travers un matériau.....	15
V. Etude des diverses caractéristiques physiques et mécaniques des matériaux dits insonores.....	19
VI. Résultats des expériences de laboratoire.....	25
VII. Observations générales du Rapport n° 1.....	27
VIII. Propositions d'essais pratiques sur cloisons.....	32
 <i>Rapport n° 2 :</i>	
I. Echantillons admis aux expériences <i>sur cloisons</i>	33
II. Règlement de la série d'expériences <i>sur cloisons</i>	39
III. Exécution des essais sur cloisons.....	43
IV. Résultats	46
V. Observations générales.....	47
VI. Conclusions du Rapport n° 2.....	49
 <i>Annexe A :</i>	
Composition de la Commission de la Lutte contre le Bruit du Touring-Club de France.....	51
 <i>Annexe B :</i>	
Les bruits perçus à l'intérieur des constructions. Rapport de M. POIRRIER, architecte	53
 <i>Annexe C :</i>	
Rapport de la Chambre Nationale de l'Hôtellerie Française (bruits dans les hôtels), rédigé par M. Jacques GUILLAUME.....	57

	Pages
<i>Annexe D :</i>	
Rapport de la Sous-Commission des Etudes des Matériaux	63
<i>Annexe E :</i>	
Extrait de la <i>Revue du Touring-Club de France</i> (décembre 1930).	69
<i>Annexe F :</i>	
La Sonde phonique, par M. J.-F. CELLERIER.	73
<i>Annexe G :</i>	
Tableau I des résultats des expériences de laboratoire effectuées sur les matériaux retenus par la Commission	81
<i>Annexe H :</i>	
Tableau II des résultats des expériences de laboratoire effectuées sur les matériaux non retenus par la Commission	83
<i>Annexe I :</i>	
Tableau III des résultats des expériences de laboratoire effectuées sur les matériaux de construction courants	89
<i>Annexe J :</i>	
Tableau-annexe des coefficients de conductibilité calorifique des matériaux divers	93
<i>Annexe K :</i>	
Tableau IV des résultats de la série d'expériences effectuées sur cloisons	95
<i>Annexe L :</i>	
Tableau V récapitulatif des expériences effectuées en laboratoire et sur cloisons sur onze matériaux dits insonores et six matériaux de construction courants	99
<i>Annexe M :</i>	
Plan de l'immeuble ayant été utilisé pour les études phoniques des cloisons	101









IMPRIMERIE WOLF
13 et 15, rue de la Pie
ROUEN
