

FLEURY GIAC *

Norme

NF EN ISO 354

Septembre 2004

AFNOR

Association Française
de Normalisation

1er tirage

S31-003

www.afnor.fr

Acoustique

Mesurage de l'absorption acoustique en salle
réverbérante

Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans le présent document, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part, les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées. La violation de ces dispositions impératives soumet le contrevenant et toutes personnes responsables aux poursuites pénales et civiles prévues par la loi.

Imprimé par AFNOR le
02 septembre 2004

pour
AFNOR SAGA

avec l'autorisation de l'Editeur

AFNOR

norme européenne

norme française

NF EN ISO 354

Septembre 2004

Indice de classement : S 31-003

ICS : 17.140.01 ; 91.120.20

Acoustique

Mesurage de l'absorption acoustique en salle réverbérante

E : Acoustics — Measurement of sound absorption in a reverberation room

D : Akustik — Messung der Schallabsorption in Hallräumen

Norme française homologuée

par décision du Directeur Général d'AFNOR le 5 août 2004 pour prendre effet le 5 septembre 2004.

Remplace la norme homologuée NF EN 20354, de septembre 1993 et son amendement A1, de septembre 1997.

Correspondance

La Norme européenne EN ISO 354:2003 a le statut d'une norme française. Elle reproduit intégralement la Norme internationale ISO 354:2003.

Analyse

Le présent document spécifie une méthode de mesurage en salle réverbérante du coefficient d'absorption acoustique de matériaux acoustiques utilisés pour le traitement de murs ou de plafonds, ou de la surface d'absorption acoustique équivalente d'objets distincts tels que meubles, personnes ou matériaux absorbants.

La méthode développée n'est pas applicable au mesurage des caractéristiques d'absorption de résonateurs faiblement amortis.

Descripteurs

Thésaurus International Technique : acoustique, absorption acoustique mesurage acoustique, coefficient d'absorption acoustique, réverbération acoustique, matériel d'essai, échantillon, conditions d'essai, température, humidité, durée d'essai, calcul, résultats d'essai.

Modifications

Par rapport aux documents remplacés, les principales modifications sont :

- introduction d'une méthode de réponse impulsionnelle intégrée ;
- ajout de l'exigence du mesurage d'un minimum de 36 décroissances ;
- introduction des conditions de montage du type B et du type J.

Corrections



Version française

Acoustique —
Mesurage de l'absorption acoustique en salle réverbérante
(ISO 354:2003)

Akustik —
Messung der Schallabsorption in Hallräumen
(ISO 354:2003)

Acoustics —
Measurement of sound absorption
in a reverberation room
(ISO 354:2003)

La présente Norme européenne a été adoptée par le CEN le 23 avril 2003.

Les membres du CEN sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à la Norme européenne.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Centre de Gestion ou auprès des membres du CEN.

La présente Norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version dans une autre langue faite par traduction sous la responsabilité d'un membre du CEN dans sa langue nationale et notifiée au Centre de Gestion, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CEN sont les organismes nationaux de normalisation des pays suivants : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Slovaquie, Suède et Suisse.

CEN

COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Europäisches Komitee für Normung
European Committee for Standardization

Centre de Gestion : rue de Stassart 36, B-1050 Bruxelles

Annexe ZA

(normative)

Références normatives aux publications internationales avec leurs publications européennes correspondantes

Cette Norme européenne comporte par référence datée ou non datée des dispositions d'autres publications. Ces références normatives sont citées aux endroits appropriés dans le texte et les publications sont énumérées ci-après. Pour les références datées, les amendements ou révisions ultérieurs de l'une quelconque de ces publications ne s'appliquent à cette Norme européenne que s'ils y ont été incorporés par amendement ou révision. Pour les références non datées, la dernière édition de la publication à laquelle il est fait référence s'applique (y compris les amendements).

Publication	Année	Titre	EN	Année
ISO 266	1997	Acoustique — Fréquences normales.	EN ISO 266	1997

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'ISO 354 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 43, *Acoustique*, sous-comité SC 2, *Acoustique des bâtiments*.

Cette deuxième édition annule et remplace la première édition (ISO 354:1985), qui a fait l'objet d'une révision technique comme suit:

- introduction d'une méthode de réponse impulsionnelle intégrée;
- ajout de l'exigence du mesurage d'un minimum de 36 décroissances;
- introduction des conditions de montage conformément à l'ISO 354:1985:Amd.1:1997 et des conditions de montage du type B et du type J.

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Principe	3
5 Intervalle de fréquences	3
6 Dispositif d'essai	3
6.1 Salle réverbérante et diffusion du champ acoustique	3
6.2 Éprouvettes	4
6.3 Température et humidité relative	5
7 Mesurage de la durée de réverbération	5
7.1 Généralités	5
7.2 Méthode du bruit interrompu	6
7.3 Méthode de la réponse impulsionnelle intégrée	8
7.4 Évaluation des durées de réverbération à partir des courbes de décroissance	9
8 Expression des résultats	10
8.1 Méthode de calcul	10
8.2 Fidélité	12
8.3 Expression des résultats	13
9 Rapport d'essai	13
Annexe A (normative) Diffusion du champ acoustique dans la salle réverbérante	14
Annexe B (normative) Montages des éprouvettes pour les essais d'absorption acoustique	15
Bibliographie	22

Introduction

Lorsqu'une source sonore fonctionne dans un espace clos, le niveau atteint par le son provenant de la réverbération et ensuite la décroissance de ce son réverbéré lorsque la source est arrêtée, dépendent des caractéristiques d'absorption acoustique des surfaces limites, de l'air remplissant le volume et des objets qui se trouvent dans le volume. En général, la fraction de la puissance acoustique incidente, qui est absorbée par une surface, dépend de l'angle d'incidence. Afin de relier la durée de réverbération d'un auditorium, d'un bureau, d'un atelier, etc. à la réduction du bruit qui serait entraînée par un traitement absorbant, il est nécessaire de connaître les caractéristiques d'absorption acoustique des surfaces, ordinairement sous forme d'une valeur moyenne appropriée pour tous les angles d'incidence. Comme la distribution des ondes acoustiques dans des locaux type comporte une large distribution angulaire en grande partie imprévisible, la distribution uniforme est prise comme base en vue de la normalisation. De plus, si l'intensité acoustique est uniforme dans le local, une telle distribution est appelée «champ acoustique diffus» et les ondes acoustiques atteignant les parois du local sont dites à incidence aléatoire.

Dans une salle réverbérante bien conçue, le champ acoustique est extrêmement proche d'un champ diffus. En conséquence, l'absorption acoustique mesurée dans une salle réverbérante est très proche de l'absorption acoustique qui serait mesurée dans les conditions de base supposées pour la normalisation.

La présente Norme internationale a pour but de favoriser l'uniformité dans les méthodes et les conditions de mesurage de l'absorption acoustique en salle réverbérante.

Acoustique — Mesurage de l'absorption acoustique en salle réverbérante

1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie une méthode de mesurage en salle réverbérante du coefficient d'absorption acoustique de matériaux acoustiques utilisés pour le traitement de murs ou de plafonds, ou de la surface d'absorption acoustique équivalente d'objets distincts tels que meubles, personnes ou matériaux absorbants. Elle n'est pas destinée à être employée pour le mesurage des caractéristiques d'absorption de résonateurs faiblement amortis.

Les résultats obtenus peuvent être utilisés pour effectuer des comparaisons et des calculs dans le domaine de l'acoustique des salles et du contrôle du bruit.

2 Références normatives

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence s'applique (y compris les éventuels amendements).

ISO 266, *Acoustique — Fréquences normales*

ISO 9613-1, *Acoustique — Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre — Partie 1: Calcul de l'absorption atmosphérique*

CEI 61260, *Électroacoustique — Filtres de bande d'octave et de bande d'une fraction d'octave*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

3.1

courbe de décroissance

représentation graphique de la décroissance du niveau de pression acoustique dans un local en fonction du temps, après l'arrêt de la source sonore

3.2

durée de réverbération

T

durée, en secondes, que prendrait le niveau de pression acoustique pour décroître de 60 dB après l'arrêt de la source sonore

NOTE 1 La définition de T avec une décroissance de 60 dB du niveau de pression acoustique peut être vérifiée par extrapolation linéaire de plages d'évaluation plus réduites.

NOTE 2 Cette définition est basée sur l'hypothèse que, dans le cas idéal, le niveau de pression acoustique est une fonction linéaire du temps et que le niveau de bruit de fond est suffisamment bas.

3.3

méthode du bruit interrompu

méthode d'obtention de courbes de décroissance par enregistrement direct de la décroissance du niveau de pression acoustique après excitation d'un local avec un bruit à large bande ou un bruit limité en fréquences

3.4

méthode de la réponse impulsionnelle intégrée

méthode d'obtention de courbes de décroissance par intégration inverse du temps des réponses impulsionnelles au carré

3.5

réponse impulsionnelle

évolution temporelle de la pression acoustique observée en un point de la salle par suite de l'émission d'une impulsion de Dirac en un autre point de la salle

NOTE Dans la pratique, il est impossible de créer et de rayonner des fonctions delta de Dirac vraies, mais des sons transitoires courts (par exemple de coups de feu) peuvent fournir des approximations suffisamment proches pour les mesurages pratiques. Une autre technique de mesure consiste toutefois à prendre une période d'un signal de type séquentiel de longueur maximale, ou un autre signal certain à spectre plat, et à ramener la réponse mesurée à une réponse impulsionnelle.

3.6

aire d'absorption acoustique équivalente d'une salle

aire fictive d'une surface totalement absorbante sans effet de diffraction qui, si elle était le seul élément absorbant de la salle, donnerait la même durée de réverbération que cette salle

NOTE 1 L'aire est mesurée en mètres carrés.

NOTE 2 Pour la salle réverbérante vide, cette grandeur est désignée par A_1 ; pour la salle réverbérante contenant une éprouvette, elle est désignée par A_2 .

3.7

aire d'absorption acoustique équivalente d'une éprouvette

A_T
différence entre les aires d'absorption acoustique équivalentes de la salle réverbérante avec et sans l'éprouvette

NOTE L'aire est mesurée en mètres carrés.

3.8

aire de l'éprouvette

S
aire du sol ou du mur recouverte par l'éprouvette

NOTE 1 L'aire est mesurée en mètres carrés.

NOTE 2 Dans le cas d'une éprouvette entourée par une structure (montages de types E ou J), il s'agit de l'aire renfermée par la structure.

3.9

coefficient d'absorption acoustique

α_s
quotient de l'aire d'absorption acoustique équivalente d'une éprouvette sur l'aire de l'éprouvette

NOTE 1 Pour les absorbeurs où les deux côtés sont exposés, le coefficient d'absorption acoustique est égal à l'aire d'absorption acoustique équivalente de l'éprouvette divisée par l'aire des deux côtés de l'éprouvette.

NOTE 2 Le coefficient d'absorption acoustique déterminé d'après les mesurages de durée de réverbération peut prendre des valeurs plus grandes que 1,0 (du fait, par exemple, des effets de diffraction). Par conséquent, α_s n'est pas exprimé en pourcentage.

NOTE 3 L'utilisation de l'indice «s» évite la confusion avec le coefficient d'absorption acoustique défini comme le rapport de l'énergie acoustique non réfléchi à l'énergie acoustique incidente, quand une onde plane frappe un mur plan

sous un angle d'incidence particulier. Ce coefficient d'absorption acoustique «géométrique» est toujours plus petit que 1,0 et peut ainsi être exprimé en pourcentage.

4 Principe

La durée de réverbération moyenne dans la salle réverbérante est mesurée avec et sans l'éprouvette. À partir de ces durées de réverbération, l'aire d'absorption acoustique équivalente, A_T , de l'éprouvette est calculée à l'aide de l'équation de Sabine (voir 8.1.2.1).

Dans le cas d'une éprouvette qui recouvre uniformément une surface (un élément absorbant plan ou un groupe spécifié d'objets), le coefficient d'absorption acoustique s'obtient en divisant A_T par l'aire de la surface considérée, S (voir 3.8).

Quand l'éprouvette comprend plusieurs objets identiques, l'aire d'absorption acoustique équivalente, A_{obj} , d'un objet individuel s'obtient en divisant A_T par le nombre d'objets, n :

$$A_{obj} = A_T/n$$

5 Intervalle de fréquences

Les mesurages doivent être effectués dans les bandes de tiers d'octave, avec les fréquences centrales suivantes, en hertz, spécifiées dans l'ISO 266:

100	125	160	200	250	315
400	500	630	800	1 000	1 250
1 600	2 000	2 500	3 150	4 000	5 000

Des mesurages supplémentaires peuvent être réalisés dans les bandes de tiers d'octave avec les fréquences centrales spécifiées dans l'ISO 266 en dehors de cet intervalle. Aux basses fréquences notamment (inférieures à 100 Hz), il pourrait être très difficile d'obtenir des résultats de mesurage exacts du fait de la faible densité modale de la salle réverbérante.

6 Dispositif d'essai

6.1 Salle réverbérante et diffusion du champ acoustique

6.1.1 Volume de la salle réverbérante

Le volume de la salle réverbérante doit être d'au moins 150 m³. Dans le cas de nouvelles constructions, il est fortement recommandé que le volume soit d'au moins 200 m³. Lorsque le volume de la salle est supérieur à 500 m³ environ, il peut s'avérer impossible de mesurer avec précision l'absorption acoustique aux fréquences élevées du fait de l'absorption par l'air.

6.1.2 Forme de la salle réverbérante

La forme de la salle réverbérante doit être telle que la relation suivante soit vérifiée:

$$I_{\max} < 1,9V^{1/3} \quad (1)$$

où

l_{\max} est la longueur de la plus grande ligne droite que l'on peut tracer à l'intérieur de la salle (par exemple la diagonale principale dans le cas d'une pièce rectangulaire), exprimée en mètres;

V est le volume de la salle, exprimé en mètres cubes.

Afin d'obtenir une distribution uniforme des fréquences propres, notamment dans la bande des basses fréquences, le rapport de deux des dimensions de la salle ne doit pas être un petit nombre entier.

6.1.3 Diffusion du champ acoustique

Le champ acoustique dans la salle doit être suffisamment diffus au cours de sa décroissance. En général, pour obtenir une diffusion satisfaisante quelle que soit la forme de la salle, il est requis d'utiliser des diffuseurs suspendus ou fixes, ou des réflecteurs tournants (voir l'Annexe A).

6.1.4 Aire d'absorption acoustique

L'aire d'absorption acoustique équivalente, A_1 , de la salle vide, calculée selon 8.1.2.1, déterminée par bande de tiers d'octave, ne doit pas dépasser les valeurs données dans le Tableau 1.

Tableau 1 — Valeurs maximales de l'aire d'absorption acoustique équivalente pour une salle d'un volume $V = 200 \text{ m}^3$

Fréquence, Hz	100	125	160	200	250	315	400	500	630
Aire d'absorption acoustique équivalente, m^2	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5

Fréquence, Hz	800	1 000	1 250	1 600	2 000	2 500	3 150	4 000	5 000
Aire d'absorption acoustique équivalente, m^2	6,5	7,0	7,5	8,0	9,5	10,5	12,0	13,0	14,0

Quand le volume, V , de la salle diffère de 200 m^3 , les valeurs données dans le Tableau 1 doivent être multipliées par $(V/200 \text{ m}^3)^{2/3}$.

La courbe de l'aire d'absorption acoustique équivalente de la salle vide en fonction de la fréquence doit être régulière et elle ne doit pas présenter ni creux ni pics d'amplitude supérieure à 15 % de la moyenne des valeurs correspondant aux deux bandes de tiers d'octave adjacentes.

6.2 Épreuves

6.2.1 Absorbants plans

6.2.1.1 L'aire de l'éprouvette doit être comprise entre 10 m^2 et 12 m^2 . Quand le volume, V , de la salle est supérieur à 200 m^3 , la limite supérieure de l'aire de l'éprouvette doit être augmentée du facteur $(V/200 \text{ m}^3)^{2/3}$.

Le choix de l'aire dépend du volume de la salle ainsi que de la capacité d'absorption de l'éprouvette. Plus la salle est grande, plus il convient d'avoir une aire importante. Il est recommandé de choisir la limite supérieure pour les éprouvettes à faibles coefficients d'absorption.

6.2.1.2 L'éprouvette doit être de forme rectangulaire avec un rapport de la largeur à la longueur compris entre 0,7 et 1. Il convient de placer l'éprouvette de façon à ce que tout point de sa surface soit distant d'au moins 1 m des parois de la salle; la distance doit être d'au moins 0,75 m. De préférence, les côtés de l'éprouvette ne doivent pas être parallèles à la paroi la plus proche de la salle. Il est possible, si nécessaire, de monter les éprouvettes lourdes verticalement le long des parois de la salle et de les faire reposer directement sur le sol. Dans ce cas, il est permis de ne pas respecter l'exigence de 0,75 m de distance d'une paroi.

6.2.1.3 L'éprouvette doit être installée dans l'un des montages spécifiés à l'Annexe B, sauf exigence de montage différent stipulée dans les spécifications pertinentes du fabricant ou les détails d'application de l'utilisateur. Le mesurage de la durée de réverbération de la salle vide doit être effectué en l'absence du cadre ou des parois latérales de l'éprouvette, sauf pour la barrière située autour d'un montage du type J.

6.2.2 Absorbeurs acoustiques discrets

6.2.2.1 Des panneaux ou baffles absorbants rectangulaires doivent être placés dans un montage du type J comme spécifié à l'Annexe B.

6.2.2.2 Les objets discrets (par exemple chaises, écrans sur pieds ou personnes) doivent être installés pour l'essai comme ils sont installés ordinairement en pratique. Par exemple, les chaises ou les écrans sur pieds doivent être posés sur le plancher à plus de 1 m de toute autre paroi. Les absorbeurs volumiques doivent être montés à au moins 1 m de toute paroi ou diffuseur de la salle et à au moins 1 m des microphones. Les écrans de bureau doivent être montés comme des objets distincts.

6.2.2.3 Une éprouvette doit comporter un nombre suffisant d'objets distincts (en général, au moins trois) afin d'entraîner une différence mesurable de l'aire d'absorption acoustique équivalente de la salle supérieure à 1 m², mais inférieure à 12 m². Quand le volume, V , de la salle est supérieur à 200 m³, ces valeurs doivent être multipliées par le facteur $(V/200 \text{ m}^3)^{2/3}$. Les objets ordinairement considérés comme des objets distincts doivent être installés de façon aléatoire et être espacés d'au moins 2 m les uns des autres. Si l'éprouvette est un objet unique, elle doit être soumise à l'essai en trois endroits au moins, espacés d'au moins 2 m, et les résultats doivent être moyennés.

6.3 Température et humidité relative

6.3.1 Les variations de température et d'humidité relative au cours d'un mesurage peuvent avoir un effet important sur la durée de réverbération mesurée, notamment aux fréquences élevées et pour de faibles pourcentages d'humidité relative. Les variations sont décrites quantitativement dans l'ISO 9613-1.

6.3.2 Il convient de procéder aux mesurages dans la salle vide et dans la salle contenant l'éprouvette dans des conditions de température et d'humidité relative quasiment identiques, de façon que les ajustements dus à l'absorption de l'air ne diffèrent pas sensiblement. Dans tous les cas, l'humidité relative dans la salle doit être au minimum de 30 % et au maximum de 90 % et la température doit être au moins de 15 °C tout au long de l'essai. Pour tous les mesurages, les corrections tenant compte de la variation d'absorption d'air décrites en 8.1.2.3 doivent être appliquées.

Il convient de laisser l'éprouvette s'ajuster à la température et à l'humidité relative de la salle avant de procéder aux essais.

7 Mesurage de la durée de réverbération

7.1 Généralités

7.1.1 Introduction

La présente Norme internationale décrit deux méthodes de mesurage des courbes de décroissance: la méthode du bruit interrompu et la méthode de la réponse impulsionnelle intégrée. La courbe de décroissance mesurée selon la méthode du bruit interrompu est le résultat d'un processus statistique, et il est obligatoire de faire la moyenne de plusieurs courbes de décroissance ou de plusieurs durées de réverbération mesurées à une position du microphone ou du haut-parleur pour obtenir une bonne répétabilité. La réponse impulsionnelle intégrée d'une salle est une fonction certaine non assujettie à des écarts statistiques; aucun moyennage n'est donc nécessaire. Toutefois, elle nécessite des appareils et un traitement des données plus sophistiqués que la méthode du bruit interrompu.

7.1.2 Microphones et leurs positions

La caractéristique de directivité des microphones utilisés pour le mesurage doit être omnidirectionnelle. Les mesurages doivent être effectués en plaçant les microphones en différentes positions espacées l'une de l'autre d'au moins 1,5 m, à 2 m de toute source sonore et à 1 m de toute surface de la salle ainsi que de l'éprouvette. Les courbes de décroissance mesurées en différentes positions des microphones ne doivent en aucun cas être combinées.

7.1.3 Positions de la source sonore

Dans la salle réverbérante, le bruit doit être produit par une source sonore présentant un mode de rayonnement omnidirectionnel. Il faut utiliser différentes positions de la source sonore espacées l'une de l'autre d'au moins 3 m.

7.1.4 Nombre de positions des microphones et des haut-parleurs

Les courbes de décroissance indépendantes dans l'espace mesurées doivent être au moins au nombre de douze. Le nombre de positions de microphones multiplié par le nombre de positions de la source sonore doit être au moins égal à douze. Le nombre minimum de positions de microphones doit être de trois, le nombre minimum de positions de la source sonore devant être de deux. Il est permis d'utiliser simultanément plus d'une source sonore, à condition que les différences de puissance rayonnée s'inscrivent dans une plage de tolérance de 3 dB par bande de tiers d'octave. Si on utilise plus d'une source sonore pour une excitation simultanée, le nombre de courbes de décroissance indépendantes dans l'espace mesurées peut être réduit à six.

7.2 Méthode du bruit interrompu

7.2.1 Excitation de la salle

Il faut utiliser un haut-parleur et le signal que l'on y introduit doit provenir d'un bruit à large bande ou limité en fréquences présentant un spectre de fréquences continu. Dans le cas d'un bruit à large bande et de l'utilisation d'un analyseur en temps réel, le spectre du bruit utilisé doit être tel que les différences de niveaux de pression acoustique obtenues dans la salle soient inférieures à 6 dB dans les bandes de tiers d'octave adjacentes. Dans le cas d'un bruit limité en fréquences, la bande passante doit être au moins d'un tiers d'octave.

Avant la coupure, le signal d'excitation doit être suffisamment long pour produire un niveau stabilisé de pression acoustique dans toutes les bandes de fréquences considérées. Pour obtenir des conditions stables, la durée d'excitation doit être au moins égale à la moitié de l'estimation de la durée de réverbération prévue.

Le niveau du signal d'excitation avant la décroissance doit être suffisamment élevé pour que la limite inférieure de l'intervalle d'évaluation soit au moins supérieure de 10 dB au niveau du bruit de fond (voir 7.4.1).

En cas d'utilisation d'un signal de bande passante supérieure à un tiers d'octave, la partie inférieure de la courbe de décroissance peut être altérée par des durées de réverbération de différentes longueurs dans les bandes de fréquences adjacentes. Si les durées de réverbération dans les bandes adjacentes diffèrent d'un facteur supérieur à 1,5, les courbes de décroissance dans les bandes où les durées de réverbération sont les plus courtes doivent être mesurées séparément en utilisant un signal d'émission filtré par tiers d'octave.

7.2.2 Moyennage

Selon les explications données en 7.1.1, le moyennage de plusieurs mesurages effectués en une position de microphone/haut-parleur est obligatoire afin de réduire l'incertitude de mesure provoquée par les écarts statistiques. Les moyennages doivent être au moins au nombre de trois. Si la répétabilité recherchée doit se situer dans le même intervalle que la répétabilité fournie par la méthode de la réponse impulsionnelle intégrée, le nombre de moyennages doit être au moins de dix (voir 8.2). Deux méthodes de moyennage sont possibles. La première consiste à faire la moyenne des courbes de décroissance enregistrées à une position de microphone/haut-parleur selon la formule

$$L_p(t) = 10 \lg \left[\frac{1}{N} \sum_{n=1}^N 10^{\frac{L_{pn}(t)}{10}} \right] \quad (2)$$

où

$L_p(t)$ est le niveau de pression acoustique intégré à un temps t , calculé pour un nombre total de N décroissances;

$L_{pn}(t)$ est le niveau de pression acoustique de la $n^{\text{ième}}$ décroissance au temps t .

Cette méthode est généralement désignée sous le nom de «méthode globale de moyennage». Dans les cas où la méthode globale ne peut être appliquée, on applique la seconde méthode. Les courbes uniques de décroissance doivent être d'abord évaluées et les durées de réverbération qui en résultent doivent faire l'objet d'une moyenne arithmétique. Les courbes de décroissance enregistrées en différentes positions du microphone/haut-parleur ne doivent pas faire l'objet d'un moyennage.

NOTE Pour le mesurage en laboratoire, le moyennage des durées de réverbération fournit, en théorie, des résultats similaires à ceux de la méthode globale de moyennage. Lors de l'utilisation de dispositifs pilotés par ordinateur, il convient toutefois dans tous les cas d'appliquer la méthode globale de moyennage. La courbe de décroissance résultant de plusieurs décroissances intégrées est normalement «plus lisse» qu'une unique décroissance enregistrée. Cela donne une détection plus fiable de l'intervalle d'évaluation, ce qui se fait automatiquement dans la plupart des cas.

7.2.3 Appareillage d'enregistrement

L'appareillage d'enregistrement doit être un enregistreur de niveau ou tout autre appareillage adéquat permettant de déterminer la pente moyenne d'une courbe de décroissance ou la durée de réverbération correspondante, y compris les amplificateurs et filtres requis.

L'appareillage permettant d'enregistrer (et d'afficher et/ou d'évaluer) la décroissance du niveau de pression acoustique peut utiliser

- une intégration exponentielle, donnant en sortie une courbe continue, ou
- une intégration exponentielle, donnant en sortie une série de points échantillonnés discrets à partir de l'intégration continue, ou
- une intégration linéaire, donnant en sortie des intégrations linéaires successives discrètes avec, dans certains cas, des délais importants entre les intégrations.

La constante de temps d'intégration d'un dispositif d'intégration exponentielle (ou d'un dispositif équivalent, voir la Note 2) doit être inférieure à $T/20$, mais aussi proche que possible de cette valeur.

La constante de temps d'intégration d'un dispositif d'intégration linéaire doit être inférieure à $T/12$.

Pour un appareillage qui donne les enregistrements de la décroissance sous la forme d'une succession de points discrets, l'intervalle entre les points sur l'enregistrement doit être inférieur à la constante de temps d'intégration de l'appareillage ($\leq T/12$).

Dans tous les cas où l'enregistrement de la décroissance doit être évalué visuellement, il convient d'ajuster l'échelle temporelle de l'affichage de façon que la pente de l'enregistrement soit aussi proche que possible de 45° .

NOTE 1 Les enregistreurs de niveau disponibles dans le commerce qui donnent graphiquement le niveau de pression acoustique en fonction du temps sont approximativement équivalents à des dispositifs à intégration exponentielle.

NOTE 2 Quand on utilise un dispositif à intégration exponentielle, il y a peu d'avantage à régler le temps d'intégration sur des valeurs très inférieures à $T/20$. En cas d'utilisation d'un dispositif d'intégration linéaire, il n'y a aucun avantage à régler l'intervalle entre les points sur des durées très inférieures à $T/12$. Dans certaines méthodes de mesurage séquentiel,

il est possible de modifier de façon appropriée la constante de temps d'intégration dans chaque bande de fréquences. Dans d'autres méthodes, cela n'est pas possible et il est fortement recommandé d'utiliser une constante de temps d'intégration ou un intervalle, choisi comme ci-dessus en référence à la durée de réverbération la plus faible, pour les mesurages dans toutes les bandes de fréquences.

Les filtres de tiers d'octave intégrés dans l'appareillage de mesurage en réception doivent satisfaire aux exigences spécifiées dans la CEI 61260.

7.3 Méthode de la réponse impulsionnelle intégrée

7.3.1 Méthode directe

La réponse impulsionnelle peut être mesurée directement à l'aide d'une source d'impulsions telle qu'un coup de pistolet, l'éclatement d'un ballon, un éclateur, ou toute autre source sonore produisant une impulsion ayant une largeur de bande et une énergie suffisantes pour satisfaire aux exigences de 7.2.1.

NOTE Généralement, les haut-parleurs ne conviennent pas pour produire des impulsions à large bande avec une énergie suffisante. Il est toutefois possible de produire des impulsions filtrées en fréquences. Une méthode qui donne de bons résultats consiste à entrer dans le système de haut-parleurs une réponse impulsionnelle inverse du temps d'un filtre passe-bande, c'est-à-dire un filtre passe-bande de tiers d'octave.

7.3.2 Méthode indirecte

Il est permis d'utiliser des signaux sonores spéciaux qui ne donnent la réponse impulsionnelle qu'après un traitement particulier du signal du microphone. Cela peut améliorer le rapport signal/bruit. Des balayages sonores ou un bruit pseudo-aléatoire (par exemple des séquences de longueur maximale) peuvent être utilisés si les exigences relatives aux caractéristiques spectrales de la source sont satisfaites. Du fait du gain du rapport signal/bruit, il est possible de réduire considérablement les exigences dynamiques de la source par rapport à 7.3.1. Dans le cas d'une intégration synchronisée (par exemple pour améliorer le rapport signal/bruit), il est nécessaire de vérifier que la réponse impulsionnelle reste identique tout au long des mesurages. Les signaux peuvent être produits par des dispositifs qui consisteront en un matériel et logiciel externes ou feront partie intégrante du dispositif de mesure.

La largeur de bande du signal doit être supérieure à un tiers d'octave. Il convient que le spectre soit raisonnablement plat dans la bande de tiers d'octave réelle à mesurer. Ou bien, le spectre du bruit à large bande peut avoir une forme donnant un spectre approximativement rose dans l'intervalle couvrant les bandes de tiers d'octave avec des fréquences centrales comprises entre 100 Hz et 5 kHz, la durée de réverbération étant mesurée simultanément dans différentes bandes de tiers d'octave. Le signal d'essai doit permettre à la courbe de décroissance obtenue pour la bande de fréquences respective de satisfaire aux exigences de niveau figurant en 7.2.1.

7.3.3 Appareillage d'enregistrement

L'appareillage d'enregistrement doit se composer de microphones et d'amplificateurs satisfaisant aux exigences en 7.1.2 et 7.2.3 ainsi que d'un dispositif supplémentaire permettant de numériser le signal enregistré et d'effectuer tout le traitement des données nécessaire, y compris l'intégration de la réponse impulsionnelle et l'évaluation de la courbe de décroissance. Dans le cas de 7.3.2, l'appareillage d'enregistrement peut également renfermer le matériel et le logiciel nécessaires au traitement de la réponse impulsionnelle provenant du signal enregistré et également à la production du signal d'essai.

La réponse impulsionnelle doit être filtrée en bandes de tiers d'octave. Le filtrage peut être effectué avant ou après la numérisation de la réponse impulsionnelle mais, dans tous les cas, avant l'intégration. Il est permis d'utiliser des filtres analogiques ou numériques. Ces filtres doivent être conformes à la CEI 61260.

NOTE L'utilisation de signaux d'essai particuliers, tels que les séquences de longueur maximale, nécessite non seulement un traitement des données plus sophistiqué mais également de plus grandes connaissances théoriques afin d'obtenir des résultats corrects. Une présentation détaillée de ces techniques sortirait du domaine d'application de la présente Norme internationale; il est donc recommandé à l'utilisateur de se reporter aux publications appropriées.

7.3.4 Intégration de la réponse impulsionnelle

La réponse impulsionnelle filtrée doit être ré-intégrée. Le résultat est théoriquement équivalent à un nombre infini de décroissances intégrées, obtenues selon la méthode du bruit interrompu. Plusieurs systèmes du commerce intégrant une fonction de ré-intégration, l'utilisateur n'aura normalement pas à programmer l'intégration. La méthode de base est la suivante.

Pour chaque bande de fréquences, produire la courbe de décroissance par ré-intégration de la réponse impulsionnelle au carré. Dans une situation idéale sans bruit de fond, l'intégration commencerait à la fin de la réponse impulsionnelle ($t \rightarrow \infty$) et continuerait jusqu'au début de la réponse impulsionnelle au carré. La décroissance en fonction du temps est donc

$$E(t) = \int_0^{\infty} p^2(\tau) d\tau - \int_0^t p^2(\tau) d\tau = \int_t^{\infty} p^2(\tau) d\tau = \int_{\infty}^t p^2(\tau) d(-\tau) \quad (3)$$

où

$E(t)$ est la réponse impulsionnelle au carré ré-intégrée;

$p(\tau)$ est la réponse impulsionnelle à la pression acoustique.

Utiliser la technique de mise en œuvre suivante afin de réduire autant que possible l'influence du bruit de fond sur la dernière partie de la réponse impulsionnelle:

Si le niveau de bruit de fond est connu, déterminer le point de départ de l'intégration t_1 comme étant l'intersection entre une ligne horizontale passant par le bruit de fond et la pente passant par une partie représentative de la courbe de décroissance de la réponse impulsionnelle au carré. Poursuivre la ré-intégration jusqu'au début de la réponse impulsionnelle et calculer la courbe de décroissance à partir de

$$E(t) = \int_{t_1}^t p^2(\tau) d(-\tau) + C \quad (4)$$

où ($t < t_1$) et C est une correction facultative de la réponse impulsionnelle intégrée au carré entre t_1 et l'infini. Le résultat le plus fiable est obtenu lorsque C est calculé dans l'hypothèse d'une décroissance exponentielle de l'énergie, le taux étant celui donné par la réponse impulsionnelle au carré entre t_0 et t_1 , où t_0 est le temps correspondant à un niveau supérieur de 10 dB à celui obtenu à t_1 .

Si C est égal à zéro, le point de départ fini de l'intégration entraîne une sous-estimation systématique de la durée de réverbération. Pour une sous-estimation maximale de 5 % de la durée de réverbération, la ré-intégration doit commencer à un niveau inférieur au niveau maximum de la réponse impulsionnelle au carré, qui est au moins de 15 dB, plus l'intervalle dynamique dans lequel T doit être évalué.

7.4 Évaluation des durées de réverbération à partir des courbes de décroissance

7.4.1 Intervalle d'évaluation

Pour chaque bande de fréquences spécifiée à l'Article 5, l'évaluation de la courbe de décroissance doit commencer 5 dB en dessous du niveau initial de pression acoustique. L'intervalle d'évaluation doit être de 20 dB. La limite inférieure de cet intervalle doit être au moins de 10 dB au-dessus du bruit de fond global de l'appareil de mesure.

7.4.2 Méthode d'évaluation

En cas d'utilisation d'un appareillage d'enregistrement piloté par ordinateur, le calcul d'une droite de régression par la méthode des moindres carrés sur l'intervalle d'évaluation constituera une méthode adéquate pour déterminer la durée de réverbération. Il est permis d'utiliser d'autres algorithmes qui donnent des

résultats similaires. En cas d'utilisation du graphique direct d'un enregistreur de niveau, une droite doit être ajustée manuellement aussi près que possible de la courbe de décroissance. En cas d'évaluation de points discrets, il convient de disposer d'un nombre de points suffisant afin, par exemple, d'appliquer un algorithme de la droite de régression par la méthode des moindres carrés.

8 Expression des résultats

8.1 Méthode de calcul

8.1.1 Calcul des durées de réverbération T_1 et T_2

La durée de réverbération de la salle dans chaque bande de fréquences est égale à la moyenne arithmétique du nombre total de mesures de durées de réverbération relevées par bande de fréquences.

Les durées de réverbération moyennes de la salle dans chaque bande de fréquences, avec et sans l'éprouvette, désignées respectivement T_1 et T_2 , doivent être calculées à au moins deux décimales près.

8.1.2 Calcul de A_1 , A_2 et A_T

8.1.2.1 L'aire d'absorption acoustique équivalente, A_1 , en mètres carrés, de la salle réverbérante vide doit être calculée selon la formule

$$A_1 = \frac{55,3V}{cT_1} - 4V m_1 \quad (5)$$

où

V est le volume de la salle réverbérante vide, exprimé en mètres cubes;

c est la vitesse de propagation du son dans l'air, exprimée en mètres par seconde;

T_1 est la durée de réverbération de la salle réverbérante vide, exprimée en secondes;

m_1 est le coefficient d'atténuation de puissance, exprimé en mètres⁻¹, calculé selon l'ISO 9613-1 dans les conditions climatiques existant dans la salle réverbérante vide pendant le mesurage. La valeur de m peut être calculée à partir du coefficient d'atténuation, α , qui est utilisé dans l'ISO 9613-1, selon la formule

$$m = \frac{\alpha}{10 \lg(e)}$$

NOTE Pour des températures comprises entre 15 °C et 30 °C, c peut se calculer selon la formule

$$c = (331 + 0,6t / ^\circ\text{C}) \text{ m/s} \quad (6)$$

où t est la température de l'air, exprimée en degrés Celsius.

8.1.2.2 L'aire d'absorption acoustique équivalente de la salle réverbérante contenant une éprouvette, A_2 , exprimée en mètres carrés, doit être calculée selon la formule

$$A_2 = \frac{55,3V}{cT_2} - 4V m_2 \quad (7)$$

où

c et V ont la même signification qu'en 8.1.2.1;

T_2 est la durée de réverbération de la salle réverbérante après introduction de l'éprouvette, exprimée en secondes;

m_2 est le coefficient d'atténuation de puissance, exprimé en mètres⁻¹, calculé selon l'ISO 9613-1 dans les conditions climatiques existant dans la salle réverbérante vide pendant le mesurage. La valeur de m peut être calculée à partir du coefficient d'atténuation, α , qui est utilisé dans l'ISO 9613-1, selon la formule

$$m = \frac{\alpha}{10 \lg(e)}$$

8.1.2.3 L'aire d'absorption acoustique équivalente de l'éprouvette, A_T , exprimée en mètres carrés, doit être calculée selon la formule

$$A_T = A_2 - A_1 = 55,3V \left(\frac{1}{c_2 T_2} - \frac{1}{c_1 T_1} \right) - 4V(m_2 - m_1) \quad (8)$$

où

c_1 est la vitesse de propagation du son dans l'air à la température t_1 ;

c_2 est la vitesse de propagation du son dans l'air à la température t_2 ;

A_1 , V , T_1 et m_1 ont la même signification qu'en 8.1.2.1;

A_2 , T_2 et m_2 ont la même signification qu'en 8.1.2.2.

8.1.3 Calcul de α_s

Le coefficient d'absorption acoustique, α_s , d'un absorbeur plan ou d'un groupe spécifié d'objets doit être calculé selon la formule

$$\alpha_s = \frac{A_T}{S} \quad (9)$$

où

A_T est l'aire d'absorption acoustique équivalente de l'éprouvette calculée conformément à 8.1.2.3, exprimée en mètres carrés;

S est l'aire couverte par l'éprouvette (voir 3.8), exprimée en mètres carrés.

8.1.4 Calcul de l'aire d'absorption acoustique équivalente d'absorbeurs discrets

Dans le cas d'absorbeurs discrets, le résultat est généralement exprimé en aire d'absorption acoustique équivalente par objet, qui s'obtient en divisant A_T par le nombre d'objets soumis à l'essai.

Dans le cas d'un groupe spécifié d'objets, le résultat est donné sous forme du coefficient d'absorption acoustique.

8.2 Fidélité

8.2.1 Généralités

Deux effets influencent l'incertitude de mesure globale des coefficients d'absorption. Le premier est donné par l'incertitude des durées de réverbération mesurées. Cet effet revêt une importance toute particulière lorsque l'on utilise la méthode du bruit interrompu (voir 8.2.2). Le second facteur d'incertitude est décrit par les limites de la reproductibilité. Il est dû au montage complet de mesure qui inclut la chambre de réverbération et le mode de montage. Les variations causées par le montage du laboratoire sont étudiées par des essais inter-laboratoires (voir 8.2.3).

8.2.2 Répétabilité des durées de réverbération mesurées

L'écart-type relatif de la durée de réverbération, T_{20} , évalué sur un intervalle de décroissance de 20 dB, peut être calculé par la formule suivante (voir l'ISO/TR 140-13 pour plus d'informations)

$$\varepsilon_{20}(T)/T = \sqrt{\frac{2,42 + 3,59/N}{fT}} \quad (10)$$

où

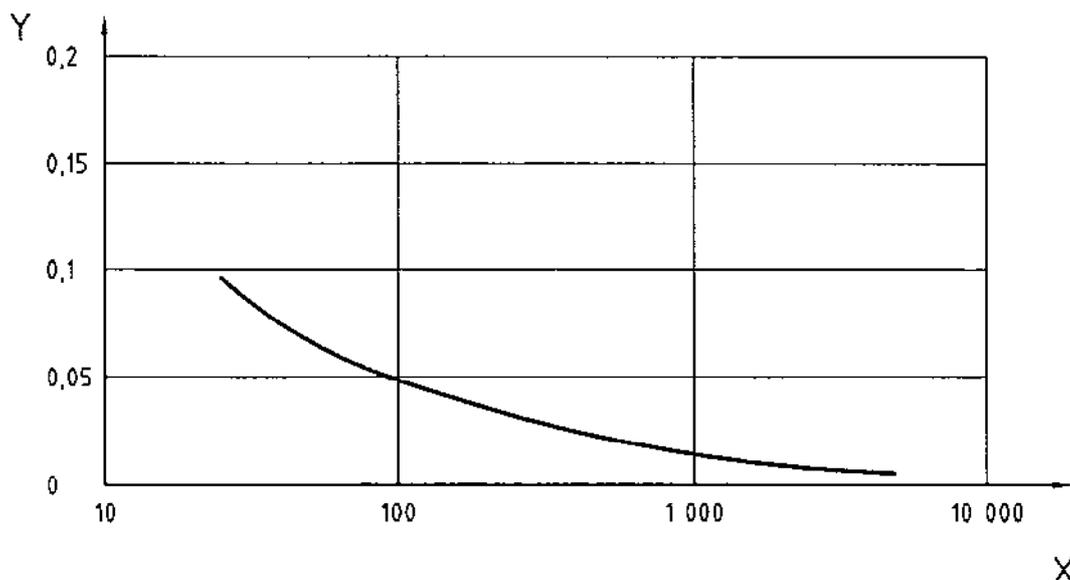
$\varepsilon_{20}(T)$ est l'écart-type de la durée de réverbération T_{20} ;

T est la durée de réverbération mesurée;

f est la fréquence centrale de la bande de tiers d'octave;

N est le nombre de courbes de décroissance évaluées.

La Figure 1 illustre un exemple de l'écart-type de mesure de T_{20} en 12 positions, avec 3 répétitions d'enregistrement de la décroissance à chaque position.



Légende

X fréquence, Hz

Y écart-type relatif

Figure 1 — Exemple d'écart-type

8.2.3 Reproductibilité

La reproductibilité du mesurage du coefficient d'absorption est en cours d'étude.

8.3 Expression des résultats

À toutes les fréquences de mesurage, les résultats suivants doivent être donnés sous forme de tableau et de graphique:

- a) pour les absorbeurs plans, le coefficient d'absorption acoustique, α_s ;
- b) pour les objets isolés, l'aire d'absorption acoustique équivalente par objet, A_{obj} ;
- c) pour un groupe spécifié d'objets, le coefficient d'absorption acoustique, α_s .

L'aire d'absorption acoustique équivalente d'une éprouvette doit être arrondie à 0,1 m² près et le coefficient d'absorption acoustique à 0,01 près.

NOTE Il convient de garder à l'esprit que la fidélité des résultats peut être inférieure à ce que l'on pourrait conclure des pas décimaux donnés ci-dessus.

Dans la représentation graphique, les résultats des mesurages doivent être reliés par des segments de droite, la fréquence devant être portée en abscisse sur une échelle logarithmique et l'aire d'absorption acoustique équivalente ou le coefficient d'absorption acoustique devant figurer en ordonnée sur une échelle linéaire. La distance en ordonnée entre $A_T = 0$ et $A_T = 10$ m² ou entre $\alpha_s = 0$ et $\alpha_s = 1$ doit être égale aux deux tiers de la longueur correspondant à 5 octaves en abscisse. Pour des résultats de mesurage avec $A_T \leq 3$ m², il est possible de choisir une distance en ordonnée entre $A_T = 0$ et $A_T = 5$ m².

En outre, il est possible d'inclure un indice d'évaluation unique, calculé selon l'ISO 11654. Tel que spécifié dans l'ISO 11654, les valeurs de bande d'octave sont déduites en déterminant la moyenne arithmétique des trois coefficients d'absorption acoustique de tiers d'octave contenus dans l'octave.

9 Rapport d'essai

Le rapport d'essai doit faire référence à la présente Norme internationale et contenir les indications suivantes:

- a) le nom de l'organisme qui a effectué l'essai;
- b) la date de l'essai;
- c) la description de l'éprouvette, son aire d'essai, S , son montage et sa disposition dans la salle réverbérante, de préférence à l'aide de dessins;
- d) la forme de la salle réverbérante, son traitement de diffusion (nombre et dimensions des diffuseurs), le nombre de positions de microphones et de sources sonores;
- e) les dimensions de la salle réverbérante, son volume, V , et l'aire totale des parois (murs, plafond et plancher), S_t ;
- f) la température et l'humidité relative pendant les mesurages de T_1 et T_2 ;
- g) les durées moyennes de réverbération T_1 et T_2 pour chaque fréquence;
- h) les résultats d'essai présentés conformément à 8.3.

Annexe A (normative)

Diffusion du champ acoustique dans la salle réverbérante

A.1 Diffuseurs

On peut réaliser une diffusion acceptable en utilisant des diffuseurs fixes et/ou des réflecteurs tournants. Il convient que ces éléments diffusants soient idéalement des plaques ayant une faible absorption acoustique et ayant une masse surfacique d'environ 5 kg/m^2 . Il est recommandé d'utiliser des diffuseurs ayant des aires différentes, comprises entre $0,8 \text{ m}^2$ et 3 m^2 environ (pour une face). Les faces peuvent être légèrement incurvées et elles doivent être orientées de façon aléatoire et réparties dans toute la salle.

Si on utilise des réflecteurs tournants, le rapport de la fréquence de répétition des décroissances mesurées et de la fréquence de rotation des réflecteurs ne doit pas être un petit nombre entier.

A.2 Contrôle de la diffusion

Choisir une éprouvette appropriée, à savoir constituée d'un matériau absorbant, poreux, homogène et d'épaisseur comprise entre 5 cm et 10 cm, dont le coefficient d'absorption acoustique, mesuré dans des conditions optimales, est supérieur à 0,9 entre 500 Hz et 4 000 Hz (certaines laines de verre, laines de roche ou mousses de polyuréthane répondent à ce critère).

Monter l'éprouvette conformément à 6.2.

Effectuer des mesurages d'absorption acoustique de l'éprouvette comme suit:

- a) sans diffuseurs;
- b) avec un petit nombre de diffuseurs fixes (aire d'environ 5 m^2); et
- c) en augmentant la quantité de diffuseurs fixes par pas d'aire de 5 m^2 environ.

Calculer, pour chaque série de mesurages, la valeur moyenne des coefficients d'absorption acoustique dans l'intervalle de 500 Hz à 5 000 Hz et reporter ces valeurs sur un graphique en fonction du nombre (aire totale) de diffuseurs utilisés dans chaque cas.

On constatera qu'en augmentant la quantité de diffuseurs (l'aire), le coefficient d'absorption acoustique moyen tend vers une valeur maximale puis reste constant.

Le nombre optimal (aire) de diffuseurs est celui pour lequel cette valeur constante est atteinte.

Si on utilise des réflecteurs tournants, il faut établir que la diffusion résultante équivaut à celle obtenue selon la méthode décrite ci-dessus.

NOTE On a montré expérimentalement que, dans des salles rectangulaires, l'aire (des deux faces) des diffuseurs requise pour obtenir une diffusion satisfaisante représente approximativement 15 % à 25 % de l'aire totale de la salle.

Annexe B (normative)

Montages des éprouvettes pour les essais d'absorption acoustique

B.1 Généralités

Les propriétés d'absorption acoustique d'un matériau dépendent du montage adopté pour son essai. La présente annexe spécifie plusieurs montages normalisés qui doivent être utilisés lors d'un essai d'absorption acoustique. Généralement, pour une éprouvette donnée, seul l'un des montages spécifiés est utilisé.

Les dénominations utilisées pour les montages du type E et du type G comprennent un suffixe numérique, par exemple E-400 ou G-100. Ce suffixe est égal à une distance caractéristique du montage, en millimètres, arrondie aux 5 mm les plus proches.

NOTE Dans la mesure du possible, les dénominations utilisées pour chaque type de montage ont été choisies pour correspondre à celles utilisées dans l'ASTM E 795, «*Standard Practices for Mounting Test Specimens During Sound Absorption Tests*», qui existait déjà lors de l'élaboration de la présente annexe.

B.2 Montage du type A

L'éprouvette est montée ou placée directement contre une surface de la salle réverbérante, par exemple son plancher. Si nécessaire, il est permis d'utiliser des adhésifs ou des éléments de fixation mécaniques qui ne laissent pas d'espace libre pour maintenir l'éprouvette en place pendant l'essai. Le rapport d'essai doit comporter une description complète des éléments de fixation et de leur emplacement ou de la méthode de préparation de la surface et de l'adhésif utilisé pour maintenir l'éprouvette.

Lorsque deux éléments de matériau ou plus (ou plusieurs panneaux distincts) sont aboutés pour former l'éprouvette, il peut s'avérer nécessaire de recouvrir les joints entre éléments adjacents à l'aide d'un ruban adhésif, d'une pâte pour calfeutrage ou d'un autre matériau non absorbant. Le recouvrement des joints sert à empêcher toute absorption acoustique par les bords latéraux des différents éléments constituant l'éprouvette. En cas de recouvrement des joints, le rapport d'essai doit préciser la méthode et le produit utilisés.

Les bords de l'éprouvette doivent être colmatés ou recouverts pour empêcher toute absorption acoustique par les bords. Si ceux-ci sont exposés lorsque le matériau est installé normalement dans le cadre de son application pratique, ils ne doivent être ni colmatés ni recouverts pendant l'essai. Si les bords ne sont pas recouverts, leur aire doit être incluse dans le calcul de l'aire de l'éprouvette.

Le traitement des bords de l'éprouvette doit être décrit dans le rapport d'essai. Si l'aire des bords a été incluse dans le calcul de l'aire de l'éprouvette, cela doit figurer dans le rapport d'essai.

Les bords de l'éprouvette peuvent être colmatés ou recouverts à l'aide d'un cadre bâti en matériau réfléchissant. Ce cadre doit être solide, non creux et il ne doit y avoir aucun espace libre entre l'éprouvette et le cadre ni entre la paroi de la salle et le cadre. Pour la construction du cadre, il est possible d'utiliser de l'acier de 1,0 mm d'épaisseur, des plaques de plâtre de 12,5 mm d'épaisseur ou de bois de 12,5 mm d'épaisseur (épaisseurs minimales). Le cadre doit être parfaitement abouté à l'éprouvette et scellé sur la surface de la salle sur laquelle il est monté. La face exposée du cadre doit être de niveau avec la surface de l'éprouvette.

En cas d'utilisation, sur l'éprouvette, d'un métal perforé, déployé, ou d'un autre matériau de parement comportant des ouvertures, le rapport d'essai doit donner une description complète du matériau utilisé.

B.3 Montage du type B

Ce montage est utilisé pour les produits collés directement sur une surface dure à l'aide d'une colle pour panneau acoustique, cette application laissant normalement un petit espace libre entre le produit et la surface à laquelle il adhère.

Coller l'éprouvette sur une plaque de plâtre posée directement contre la surface de la salle. L'épaisseur de la plaque n'est pas déterminante. Appliquer la colle conformément à la spécification du fabricant. En l'absence d'instructions, appliquer quatre points de colle au dos de chaque élément de l'éprouvette. Des cales de 3 mm d'épaisseur et de 25 mm sur 25 mm sont placées aux quatre angles de chaque élément afin d'assurer l'espace libre. Les bords de l'éprouvette doivent être colmatés ou recouverts à l'aide d'un cadre bâti en matériau réfléchissant. Le cadre doit être solide, non creux et il ne doit y avoir aucun espace libre entre l'éprouvette et le cadre ni entre la paroi de la salle et le cadre. Pour la construction du cadre, il est possible d'utiliser de l'acier de 1,0 mm d'épaisseur, des plaques de plâtre de 12,5 mm d'épaisseur ou de bois de 12,5 mm d'épaisseur (épaisseurs minimales). Le cadre doit être parfaitement abouté à l'éprouvette et scellé sur la surface de la salle sur laquelle il est monté. La face exposée du cadre doit être de niveau avec la surface de l'éprouvette.

B.4 Montage du type E

L'éprouvette est montée avec un espace libre à l'arrière. Le suffixe de la dénomination (par exemple type E-400) doit être la distance, arrondie au multiple entier de 5 mm le plus proche, entre la face exposée de l'éprouvette et la surface de la salle à l'arrière de l'éprouvette. Avec un montage du type E, la configuration d'essai de l'éprouvette doit être E-400, E-300 ou E-200. D'autres espaces libres que les distances 200 mm, 300 mm ou 400 mm peuvent être utilisés.

Le châssis du montage doit être construit en métal, en bois ou à l'aide d'un autre matériau non poreux ayant une masse surfacique minimale de 20 kg/m². L'espace libre, à l'arrière de l'éprouvette, ne doit pas comporter de cloisons intérieures, à moins que celles-ci ne fassent partie de l'éprouvette. Le joint entre le châssis et la surface de la salle doit être colmaté pour éviter toute fuite d'air entre l'espace clos et l'extérieur. Le châssis doit enfermer les bords de l'éprouvette. Les joints entre le châssis et la paroi de la salle et entre la fixation et l'éprouvette doivent être colmatés afin d'empêcher toute fuite d'air entre l'espace clos et l'extérieur.

Les montages du type E peuvent être placés sur le sol de la salle, l'éprouvette étant face au plafond, sauf si la construction de l'éprouvette modifie l'absorption acoustique par l'influence de la pesanteur.

B.5 Montage du type G

L'éprouvette, comme un rideau, des tentures ou un store, est suspendue parallèlement à la surface de la salle. Le suffixe de la dénomination du montage (par exemple type G-100) doit être la distance entre la face de l'éprouvette et la surface de la salle. En cas d'utilisation d'un montage du type G, la configuration d'essai de l'éprouvette doit être du type G-100. D'autres espaces libres que la distance de 100 mm peuvent être utilisés.

Toute autre distance utilisée doit être un multiple entier de 50 mm. L'éprouvette peut être soumise à essai avec ou sans cadre d'enfermement, suivant l'utilisation qui en est faite dans la pratique. Le cadre, s'il est utilisé, doit être abouté à l'éprouvette et scellé sur la surface de la salle.

D'autres dispositions de rideaux sont possibles et peuvent être soumises à essai. Le rapport d'essai doit donner une description détaillée de la disposition choisie.

B.6 Montage du type I

Ce montage est utilisé pour les matériaux appliqués par pulvérisation ou à la truelle, comme le plâtre. Ce matériau doit être appliqué sur un support approprié. Des dispositions doivent être prises pour éviter la

déformation du support pendant la prise du matériau appliqué. Le montage d'essai de l'éprouvette doit être du type A, avec un cadre d'enfermement autour de l'éprouvette.

B.7 Montage du type J

Ce montage doit être utilisé pour la spécification générale de l'absorption acoustique par unité de panneaux ou baffles absorbants rectangulaires. Les panneaux ou baffles absorbants doivent être montés avec un bord reposant contre ou touchant une surface de la salle. Il est admis d'utiliser d'autres montages disposant d'un dégagement. Il ne doit pas y avoir d'espace libre entre le bord du baffle et la surface de la salle. L'aire traitée du sol doit être comprise entre 10 m² et 15 m².

Les baffles doivent être disposés en deux ou trois rangées parallèles. Il ne doit pas y avoir d'espace libre entre les divers baffles d'une rangée. La plus courte distance entre un baffle et une surface de la salle autre que la surface que les baffles touchent doit être d'au moins 1 m, sauf si ces surfaces font partie de l'écran.

Le groupe de baffles ou de panneaux doit être entouré d'un écran non absorbant. Un ou deux murs de la salle réverbérante peuvent faire partie de l'écran, comme le montrent respectivement les Figures B.1 et B.2. La partie de la barrière parallèle à l'aire absorbante des baffles ou panneaux doit être de $d/2$ à partir de l'axe médian de la rangée de baffles ou de panneaux la plus proche, où d représente la distance entre les rangées parallèles. La partie de l'écran perpendiculaire aux rangées de baffles ou de panneaux doit être de niveau avec les extrémités des baffles ou panneaux. Pour la hauteur de l'écran, deux conceptions sont possibles.

a) Approche du puits.

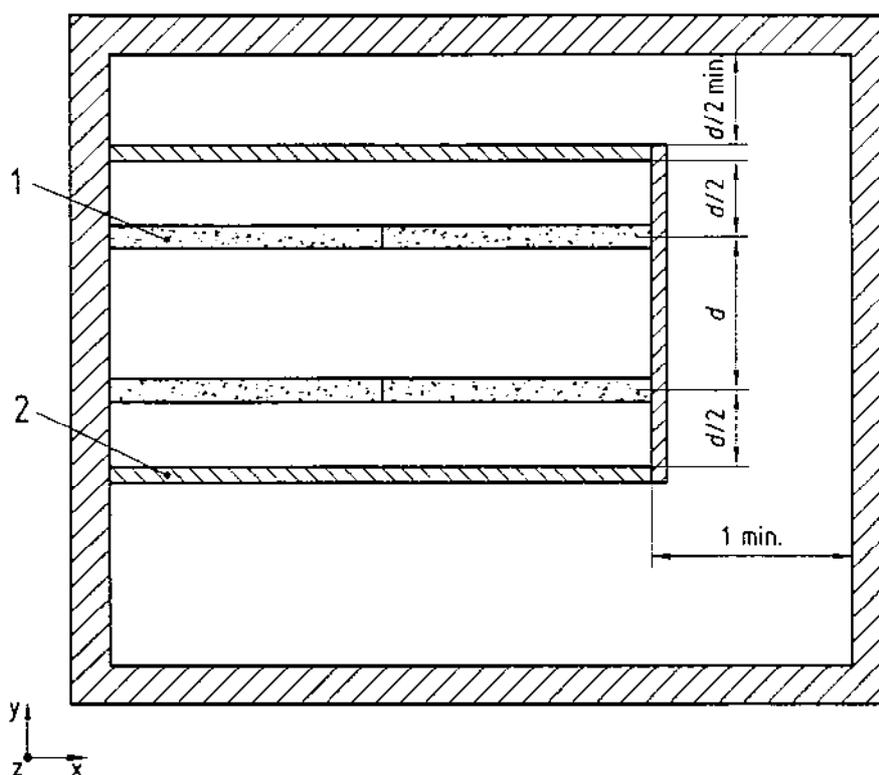
La hauteur de l'écran doit être identique à la hauteur des baffles ou panneaux, comme le montre la Figure B.3.

b) Approche du puits profond.

La hauteur de l'écran doit dépasser celle des baffles ou panneaux de 0,8 m, mais elle ne doit pas dépasser la moitié de la hauteur de la salle réverbérante, comme indiqué sur la Figure B.4.

L'écran ne doit pas être retiré de la salle pour les mesurages en salle vide.

Dimensions en mètres



Légende

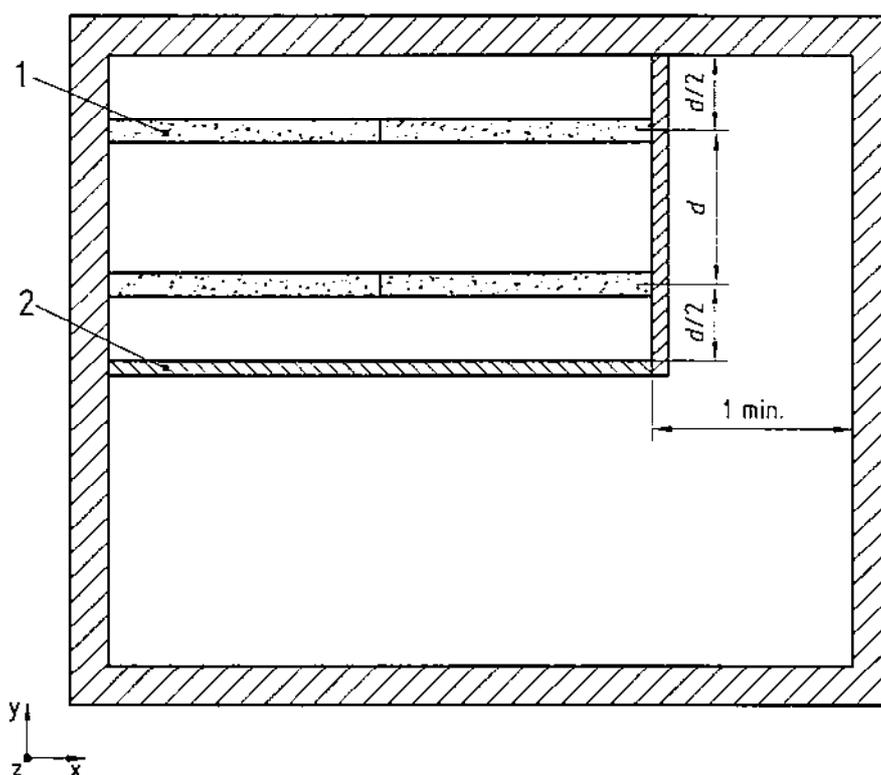
1 baffles

2 écran

 d est la distance entre les rangées parallèles

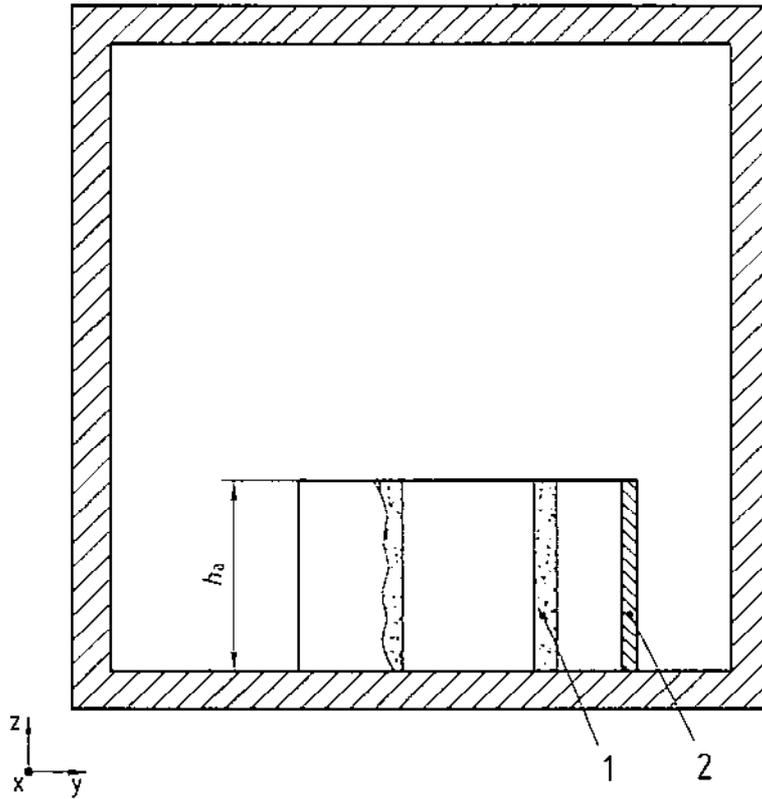
Figure B.1 — Exemple de montage du type J entouré d'un écran non absorbant (vue en plan)

Dimensions en mètres

**Légende**

- 1 baffles
- 2 écran
- d est la distance entre les rangées parallèles

Figure B.2 — Exemple de montage du type J entouré d'un écran non absorbant (vue en plan)



Légende

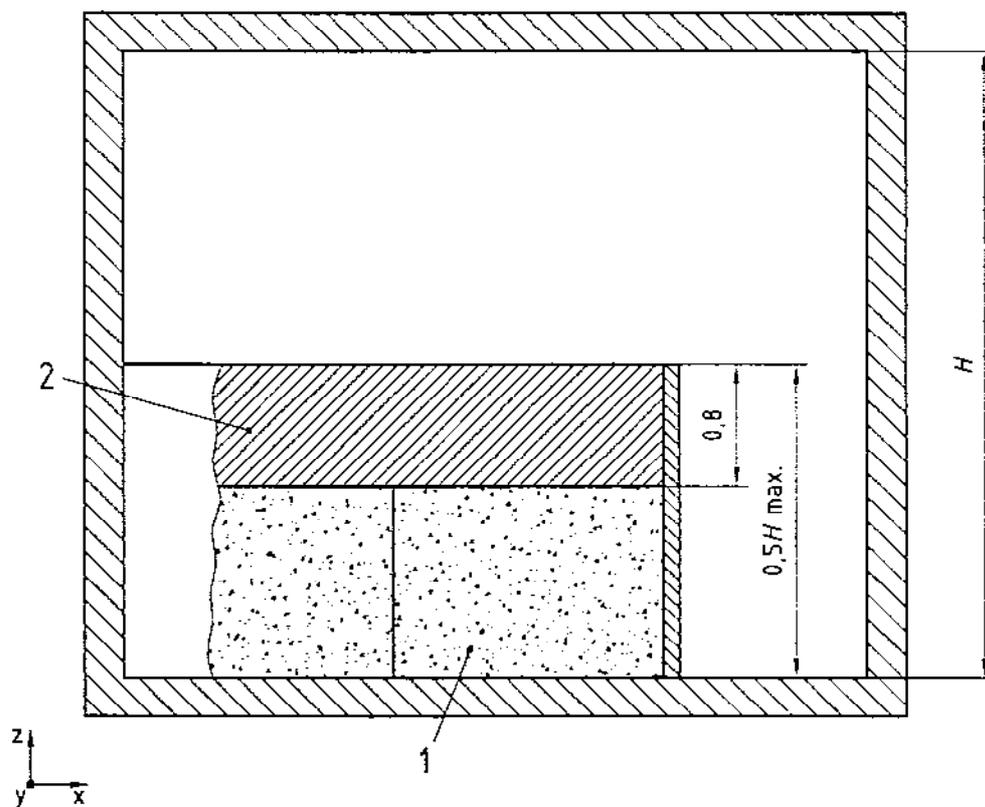
1 baffles

2 écran

h_a est la hauteur de l'élément absorbant

Figure B.3 — Exemple de montage du type J «approche du puits»

Dimensions en mètres

**Légende**

1 baffles

2 écran

 H est la hauteur de la salle réverbérante**Figure B.4 — Exemple de montage du type J «approche du puits profond»**

Bibliographie

- [1] ISO/TR 140-13, *Acoustique — Mesurage de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction — Partie 13: Lignes directrices*
- [2] ISO 11654, *Acoustique — Absorbants pour l'utilisation dans les bâtiments — Évaluation de l'absorption acoustique*
- [3] ISO 3382, *Acoustique — Mesurage de la durée de réverbération des salles en référence à d'autres paramètres acoustiques*
- [4] BARRON, M. Impulse Response Testing Techniques for Auditoria. *App. Acoust.*, **17**, 1984, pp. 165ff.
- [5] SCHROEDER, M.R. New method of measuring reverberation time. *J. Acoust. Soc. Am.*, **37**, 1965, pp. 409ff.
- [6] VORLÄNDER, M. BIETZ, H. Comparison of Methods for Measuring Reverberation Time. *Acustica*, **80**, 1994, pp. 205ff.
- [7] KUTTRUFF, H. *Room Acoustics*. 4th edition, Elsevier Applied Science, London and New York, 1991, Chapter VIII
- [8] YOSHITO HIDAKA, HIROO YANO, HIDEKI TACHIBANA. Correction for the effect of atmospheric sound absorption on the sound absorption coefficients of materials measured in a reverberation room. *J. Acoust. Soc. Jpn. (E)*, **19**, 1998, pp. 217-223
- [9] FUKUSHI KAWAKAMI, TAKESHI SAKAI. Deep-well approach for canceling the edge effect in random incident absorption measurement. *J. Acoust. Soc. Jpn. (E)*, **19**, 1998, pp. 327-338