ISO

ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

RECOMMANDATION ISO R 354

Acoustique — MESURE DES COEFFICIENTS D'ABSORPTION
EN SALLE RÉVERBÉRANTE

1^{ère} ÉDITION

Décembre 1963

REPRODUCTION INTERDITE

Le droit de reproduction des Recommandations ISO et des Normes ISO est la propriété des Comités Membres de l'ISO. En conséquence, dans chaque pays, la reproduction de ces documents ne peut être autorisée que par l'organisation nationale de normalisation de ce pays, membre de l'ISO.

Seules les normes nationales sont valables dans leurs pays respectifs.

Imprimé en Suisse

Ce document est également édité en anglais et en russe. Il peut être obtenu auprès des organisations nationales de normalisation.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO/R 354:1963

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/568b82bb-1be7-45fc-badc-8e9251864493/iso-r-354-1963>

HISTORIQUE

La Recommandation ISO/R 354, *Mesure des coefficients d'absorption en salle réverbérante*, a été élaborée par le Comité Technique ISO/TC 43, *Acoustique*, dont le Secrétariat est assuré par la British Standards Institution (B.S.I.).

Les travaux relatifs à cette question furent entrepris par le Comité Technique en 1955 et aboutirent en 1961 à l'adoption d'un Projet de Recommandation ISO.

En novembre 1961, ce Projet de Recommandation ISO (N° 477) fut soumis à l'enquête de tous les Comités Membres de l'ISO. Il fut approuvé, sous réserve de quelques modifications d'ordre rédactionnel, par les Comités Membres suivants :

Allemagne	Finlande	Pays-Bas
Australie	Grèce	Portugal
Autriche	Inde	Royaume-Uni
Belgique	Indonésie	Suisse
Brésil	Irlande	Suède
Danemark	Nouvelle-Zélande	U.R.S.S.

Trois Comités Membres se déclarèrent opposés à l'approbation du Projet :

France, Japon, U.S.A.

Le Projet de Recommandation ISO fut alors soumis par correspondance au Conseil de l'ISO qui décida, en décembre 1963, de l'accepter comme RECOMMANDATION ISO.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO/R 354:1963

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/568b82bb-1be7-45fc-badc-8e9251864493/iso-r-354-1963>

MESURE DES COEFFICIENTS D'ABSORPTION EN SALLE RÉVERBÉRANTE

INTRODUCTION

Avec une source sonore fonctionnant dans un espace clos, le niveau atteint par le son provenant de la réverbération et ensuite la décroissance du son lorsque la source est arrêtée, dépendent des caractéristiques d'absorption acoustique des surfaces limites ou des objets qui se trouvent dans la salle. En général, la fraction de la puissance acoustique incidente qui est absorbée par une surface dépend de l'angle d'incidence. Afin de pouvoir fixer la durée de réverbération d'un auditorium ou la réduction de bruit qui serait entraînée par un traitement absorbant, dans un bureau ou un atelier par exemple, il est nécessaire de connaître les caractéristiques d'absorption des surfaces, ordinairement sous forme d'une moyenne convenable prise sur tous les angles d'incidence. Comme la distribution angulaire du son dans les enceintes habituelles est variable, il est commode de prendre comme base, en vue de la normalisation, la distribution angulaire la plus simple, c'est-à-dire une distribution uniforme, car il n'y a aucune raison de donner la préférence à des directions déterminées. C'est ce que l'on nomme *l'état diffus*.

Le but des mesures d'absorption acoustique des objets ou des coefficients d'absorption des surfaces en salle réverbérante est d'obtenir les valeurs adaptées à ces conditions. En raison de la difficulté d'obtenir une diffusion complète, les coefficients d'absorption déterminés en salle réverbérante peuvent ne pas être aussi précis que les coefficients d'absorption mesurés pour des angles d'incidence déterminés, notamment à l'incidence normale par la méthode du tube. Le fait que, à cause de la diffraction aux bords, l'aire d'absorption équivalente d'un échantillon plan n'est pas directement proportionnelle à son aire, contribue aussi à ce manque de précision. Cependant, les mesures en conditions réverbérantes sont nécessaires, parce que l'on ne peut qu'ainsi faire intervenir les effets des conditions pratiques de montage qui ne peuvent être simulées par la méthode du tube. De plus, c'est le seul moyen de déterminer l'absorption d'objets individuels.

Le but de cette Recommandation ISO est d'apporter l'uniformité dans les méthodes et les conditions de mesure des coefficients d'absorption en salle réverbérante, pour que les valeurs déterminées dans différents laboratoires s'accordent autant que possible.

Cependant il doit être noté que pour atteindre les objectifs mentionnés ci-dessus, il faut réaliser des conditions de diffusion plus strictes que celles qui existent normalement dans la plupart des auditoriums et certaines autres restrictions, par exemple le volume de la salle réverbérante, sont nécessaires. En conséquence, les coefficients d'absorption déterminés par la méthode décrite peuvent ne pas être directement applicables au calcul d'avant-projets dans certains cas.

On espère que ces recommandations ne restreindront en aucune façon le développement de nouvelles techniques de mesure de l'absorption du son. A certains égards, les présentes méthodes peuvent rester en deçà des buts déclarés, et les propositions ci-dessous pourront être révisées lorsque des méthodes meilleures entreront en usage.

1. OBJET

La présente Recommandation ISO décrit le mode d'utilisation d'une salle réverbérante pour la mesure, dans des conditions spécifiées, des coefficients d'absorption acoustique des matériaux acoustiques utilisés pour le traitement des murs ou du plafond, ou l'aire d'absorption équivalente d'objets distincts, tels que meubles, personnes ou matériaux absorbants isolés. Le principe général est que l'échantillon est introduit dans la salle et que l'absorption qu'il ajoute est calculée d'après des mesures de durées de réverbération de la salle (ou de taux de décroissance du son réverbéré) avant et après l'introduction de l'échantillon.

La présente Recommandation ISO spécifie certaines caractéristiques de dimensions et de forme de la salle, les dimensions et la disposition de l'échantillon d'essai, les méthodes de mesure de la durée de réverbération (ou du taux de décroissance du son réverbéré) et de calcul des résultats, les fréquences à utiliser et le mode de présentation des résultats.

2. EXPLICATION DES TERMES ET PRINCIPE DES MESURES

2.1 Réverbération. Pour les besoins de la présente Recommandation ISO, on entend par réverbération la décroissance de l'énergie acoustique dans une enceinte après que la source a été arrêtée.

Dans la plupart des cas, pour une fréquence donnée ou une bande de fréquences données, cette décroissance se produit à peu près exponentiellement en fonction du temps après les premières réflexions. Si tel est le cas, le processus de réverbération peut être caractérisé quantitativement de l'une des deux manières suivantes :

- a) par le *taux de décroissance* d , c'est-à-dire le taux de décroissance du niveau de pression acoustique mesuré en fonction du temps, exprimé en décibels par seconde (voir paragraphe 2.2 ci-dessous);
- b) par la *durée de réverbération* T , c'est-à-dire le temps en secondes nécessaire pour que le niveau de pression acoustique mesuré décroisse de 60 dB.

$$T = \frac{60}{d} \quad (1)$$

2.2 Le taux de décroissance d comprend deux parties additives :

- 1) La première est due à une dissipation d'énergie acoustique au cours de la propagation dans l'air et peut être caractérisée par le coefficient d'atténuation d'énergie m

$$d_a = (10/\ln 10) c \cdot m = 4,34 c \cdot m \quad (2a)$$

où c est la vitesse du son dans l'air;

- 2) la seconde dépend de l'absorption de l'énergie acoustique due aux réflexions partielles sur les murs limites de la salle et les objets qui s'y trouvent.

Cette partie définit l'aire d'absorption équivalente A de la salle d'après la formule suivante :

$$d_b = [10/(4 \ln 10)] c \cdot A/V = 1,086 c \cdot A/V \quad (2b)$$

où V est le volume de la salle.

- 2.2.1 L'aire d'absorption équivalente A peut être évaluée d'après le taux de décroissance mesuré ou la durée de réverbération mesurée, d'après les équations:

$$d = d_a + d_b = 1,086 c (4 m + A/V) = 60/T \quad (2c)$$

$$\text{qui donnent } A = (0,92 \frac{d}{c} - 4 m) V \quad \text{ou} \quad A = \left(\frac{55,3}{cT} - 4 m \right) V \quad (2d)$$

Si l'aire d'absorption équivalente de la salle réverbérante vide est accrue par l'aire d'absorption additionnelle ΔA d'objets introduits dans cette salle, on peut évaluer ΔA d'après la différence des taux de décroissance de la réverbération d_2 après et d_1 avant l'introduction des objets, suivant la formule:

$$\Delta A = 0,92 \frac{V}{c} (d_2 - d_1) = 55,3 \frac{V}{c} \left(\frac{1}{T_2} - \frac{1}{T_1} \right) \quad (3a)$$

si la température et l'humidité, qui influencent le coefficient d'atténuation d'énergie m , ne se sont pas modifiées notablement entre les deux mesures. Sinon, pour les fréquences élevées, il faut tenir compte de termes additionnels:

$$\Delta A = \left[\frac{0,92}{c} (d_2 - d_1) - 4 (m_2 - m_1) \right] V \quad (3b)$$

De plus, il est supposé que l'introduction d'objets additionnels n'altère pas de façon appréciable l'aire d'absorption équivalente de la salle vide du fait de recouvrement d'une partie des murs, planchers, etc.

- 2.3 **Coefficient d'absorption.** Dans le cas d'un matériau absorbant plan monté sur le plancher, un mur ou le plafond de la salle, on peut diviser ΔA par l'aire S de l'échantillon à l'essai et déterminer ainsi une quantité particulière, le coefficient d'absorption:

$$\alpha_s = \Delta A/S \quad (4)$$

Dans le cas d'un matériau peu absorbant (par exemple le plâtre), il peut être nécessaire de considérer que ΔA est réellement la différence entre l'aire d'absorption équivalente du matériau à l'essai et celle de la portion de mur ou de plancher couverte. La formule (4) doit alors être modifiée comme suit:

$$\alpha_s = \Delta A/S + \alpha_{s1} \quad (5)$$

où α_{s1} est le coefficient d'absorption du mur ou du plancher recouvert. On doit noter, cependant, que cette grandeur ne peut être mesurée que grossièrement par l'évaluation du taux de décroissance d_1 ou de la durée de réverbération T_1 de la salle vide (voir Annexe, paragraphe A.2.3).

3. CONDITIONS DE MESURE

3.1 Salle

- 3.1.1 Le volume de la salle réverbérante doit être supérieur à 180 m³. Il est en outre recommandé, pour le cas des nouvelles constructions, que le volume soit aussi voisin que possible de 200 m³ (voir Annexe, paragraphe A.3.1.1).

- 3.1.2 La forme de la salle doit être telle que

$$l_{\max} < 1,9 V^{1/3},$$

où $l_{\max}$ est la longueur de la plus grande ligne droite que l'on puisse tracer dans les limites de la salle (par exemple, dans une salle rectangulaire, c'est la diagonale principale).

- 3.1.3 La salle doit être telle que le champ acoustique décroissant soit suffisamment diffus (voir Annexe, paragraphe A.3.1.3). Les fréquences naturelles dans la région des basses fréquences doivent être aussi uniformément espacées que possible.

3.1.4 Les durées de réverbération de la salle vide doivent être supérieures aux valeurs suivantes :

	5,0	5,0	5,0	4,5	3,5	2,0	secondes
à	125	250	500	1000	2000	4000	Hz

(voir Annexe, paragraphes A.3.1.1 et A.3.1.4).

De plus, la courbe des durées de réverbération en fonction de la fréquence ne doit pas être irrégulière aux basses fréquences.

3.2 Matériaux absorbants plans à l'essai

- 3.2.1 Le matériau à l'essai doit couvrir une seule surface S , comprise entre 10 et 12 m².
- 3.2.2 Cette surface doit être rectangulaire, le rapport de la largeur à la longueur étant compris entre 0,7 et 1, et doit être placée de façon qu'aucune partie ne se rapproche de moins de 1 m d'une arête quelconque de la salle.
- 3.2.3 Le montage du matériau à l'essai doit de préférence être conforme aux spécifications de ce matériau.
Les bords de l'échantillon d'essai doivent être entourés de surfaces réfléchissantes de largeur inférieure ou égale à 1 cm et d'épaisseur égale à celle de l'échantillon.

3.3 Production du champ acoustique

Le son doit être produit par des haut-parleurs placés dans la salle réverbérante. Les haut-parleurs doivent donner un champ acoustique aussi diffus que possible. On doit utiliser un bruit blanc limité par des filtres de $1/3$ d'octave ou au maximum de $1/2$ octave, ou bien un son ululé. L'excursion des fréquences du son ululé doit être de $\pm 10\%$ au moins de la fréquence moyenne avec une fréquence de modulation d'environ 6 Hz, sauf pour les fréquences supérieures à 500 Hz où une excursion de fréquences de ± 50 Hz est suffisante.

3.4 Enregistrement de la réverbération

- 3.4.1 L'appareil récepteur doit consister en un ou plusieurs microphones aussi peu directionnels que possible, les amplificateurs nécessaires, éventuellement un mélangeur, et un système d'enregistrement.
Le système d'enregistrement peut être un enregistreur de niveaux, un tube à rayons cathodiques à amplificateur logarithmique ou tout autre équipement convenable avec lequel il soit possible de vérifier la linéarité de la courbe du niveau en fonction du temps. Le système d'enregistrement doit être adapté à des taux de décroissance d'au moins 300 dB/s.
Il est recommandé d'inclure des filtres d'octave dans le système d'enregistrement, si on utilise des sons ululés, et des filtres de $1/3$ d'octave ou de $1/2$ octave, si on utilise un bruit blanc filtré. Les spécifications des filtres sont les mêmes que dans la Recommandation ISO/R 140, *Mesure sur place et en laboratoire de la transmission des sons aériens et des bruits de choc*.
- 3.4.2 *Evaluation de la durée de réverbération.* Représenter approximativement l'enregistrement du taux de décroissance obtenu soit sous forme de courbe, soit par des points isolés, par une ligne droite dans la région comprise entre 5 et au moins 35 dB en dessous du niveau stationnaire. La pente de cette ligne droite représente le taux de décroissance en décibels par seconde et détermine la durée de réverbération.
Les enregistrements qui présentent une courbure monotone doivent être écartés.
- 3.4.3 *Nombre d'enregistrements.* Chaque évaluation du taux de décroissance ou de la durée de réverbération pour une bande de fréquences donnée doit être basée sur au moins 6 enregistrements, sauf dans les cas où l'expérience montre qu'il suffit d'un plus petit nombre d'enregistrements (voir Annexe, paragraphe A.3.4.3 pour les conditions convenables).

3.5 Echelle de fréquences à utiliser pour les mesures

Les mesures doivent être effectuées au moins pour les fréquences moyennes suivantes échelonnées par intervalles d'octave:

125 250 500 1000 2000 4000 Hz

Si l'on désire effectuer des mesures pour d'autres fréquences moyennes, on doit choisir celles-ci dans la série de $1/3$ d'octave suivante:

100 125 160 200 4000 Hz etc.

4. EXPRESSION DES RÉSULTATS

4.1 Tableaux et courbes

L'aire d'absorption équivalente des objets à l'essai ou le coefficient d'absorption évalué d'après le taux de décroissance ou les durées de réverbération au moyen des formules (3) ou (4) doivent être exprimés, pour les fréquences indiquées en 3.5, soit sous forme d'un tableau, soit sous forme d'une courbe ou d'un graphique.

Dans le premier cas, le tableau doit donner les résultats pour les fréquences échelonnées par intervalles d'octave de 125 à 4000 Hz.

Dans la représentation graphique, les points obtenus par mesure doivent être reliés par des lignes droites, en portant en abscisse les fréquences selon une échelle logarithmique, et en ordonnée les aires d'absorption équivalentes ou les coefficients d'absorption selon une échelle linéaire. Dans ce dernier cas, le rapport de la distance sur l'axe des ordonnées des points d'ordonnée $\alpha_s = 0$ à $\alpha_s = 1,0$ à la distance d'abscisse correspondant à 5 octaves, doit être égal à 2:3

4.2 Données complémentaires à indiquer

Le procès-verbal de mesure doit en outre indiquer:

- a) le type de son utilisé;
- b) les dimensions de la salle réverbérante, notamment son volume V et son aire totale S_1 (murs, plancher, plafond);
- c) les durées de réverbération approximatives de la salle vide;
- d) la forme de la salle, son traitement diffusant et la disposition des microphones et des haut-parleurs;
- e) la description de l'échantillon soumis à l'essai et son montage, de préférence au moyen de dessins;
- f) le nombre d'objets absorbants ou l'aire du matériau à l'essai, leur position dans la salle réverbérante (voir aussi Annexe, paragraphe A.2.3);
- g) tout écart mineur avec la méthode prescrite, lorsque ces écarts sont jugés inévitables, et les raisons qui ont conduit à ces écarts.