
**Acoustique — Mesurage des paramètres
acoustiques des salles —**

Partie 2:
**Durée de réverbération des salles
ordinaires**

iTeh STANDARD PREVIEW
*Acoustics — Measurement of room acoustic parameters —
Part 2: Reverberation time in ordinary rooms*
(standards.iteh.ai)

[ISO 3382-2:2008](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/93f4464a-d904-4a14-9d28-4922e4f9d5dc/iso-3382-2-2008)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/93f4464a-d904-4a14-9d28-4922e4f9d5dc/iso-3382-2-2008>



PDF – Exonération de responsabilité

Le présent fichier PDF peut contenir des polices de caractères intégrées. Conformément aux conditions de licence d'Adobe, ce fichier peut être imprimé ou visualisé, mais ne doit pas être modifié à moins que l'ordinateur employé à cet effet ne bénéficie d'une licence autorisant l'utilisation de ces polices et que celles-ci y soient installées. Lors du téléchargement de ce fichier, les parties concernées acceptent de fait la responsabilité de ne pas enfreindre les conditions de licence d'Adobe. Le Secrétariat central de l'ISO décline toute responsabilité en la matière.

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

Les détails relatifs aux produits logiciels utilisés pour la création du présent fichier PDF sont disponibles dans la rubrique General Info du fichier; les paramètres de création PDF ont été optimisés pour l'impression. Toutes les mesures ont été prises pour garantir l'exploitation de ce fichier par les comités membres de l'ISO. Dans le cas peu probable où surviendrait un problème d'utilisation, veuillez en informer le Secrétariat central à l'adresse donnée ci-dessous.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 3382-2:2008](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/93f4464a-d904-4a14-9d28-4922e4f9d5dc/iso-3382-2-2008)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/93f4464a-d904-4a14-9d28-4922e4f9d5dc/iso-3382-2-2008>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2008

Droits de reproduction réservés. Sauf prescription différente, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie et les microfilms, sans l'accord écrit de l'ISO à l'adresse ci-après ou du comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 56 • CH-1211 Geneva 20
Tel. + 41 22 749 01 11
Fax. + 41 22 749 09 47
E-mail copyright@iso.org
Web www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	1
4 Conditions de mesurage	2
4.1 Généralités	2
4.2 Équipement	3
4.3 Positions de mesurage	4
5 Modes opératoires de mesurage	6
5.1 Généralités	6
5.2 Méthode du bruit interrompu	6
5.3 Méthode de réponse impulsionnelle intégrée	7
6 Évaluation des courbes de décroissance	7
7 Incertitude de mesure	8
7.1 Méthode du bruit interrompu	8
7.2 Méthode de réponse impulsionnelle intégrée	8
7.3 Limites inférieures pour des résultats fiables obtenus par un filtre et un détecteur	8
8 Moyenne spatiale	9
9 Expression des résultats	9
9.1 Tableaux et courbes	9
9.2 Rapport d'essai	10
Annexe A (informative) Incertitude de mesure	11
Annexe B (informative) Évaluation de courbes de décroissance non linéaires	14
Annexe C (informative) Formules pour l'ajustement au sens des moindres carrés	16
Bibliographie	17

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 3382-2 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 43, *Acoustique*, sous-comité SC 2, *Acoustique des bâtiments*.

L'ISO 3382-2, conjointement avec l'ISO 3382-1 et l'ISO 3382-3, annule et remplace l'ISO 3382:1997.

L'ISO 3382 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Acoustique — Mesurage des paramètres acoustiques des salles*:

- *Partie 1: Salles de spectacles*
- *Partie 2: Durée de réverbération des salles ordinaires*

La partie suivante est en cours d'élaboration:

- *Partie 3: Espace décloisonnés*

Introduction

La présente partie de l'ISO 3382 spécifie trois niveaux de précision du mesurage: contrôle, expertise et précision. La principale différence porte sur le nombre de positions de mesurage et donc sur la durée nécessaire aux mesurages. L'Annexe A contient certaines informations complémentaires relatives à l'incertitude de mesure de la durée de réverbération. En introduisant la possibilité de mesurage de contrôle, il est espéré que la durée de réverbération sera mesurée plus souvent dans les salles où cela est pertinent. Il semble évident que même un très simple mesurage est meilleur qu'aucun mesurage.

Le mesurage de la durée de réverbération d'une salle sert plusieurs objectifs. D'abord, le niveau de pression acoustique provenant de sources de bruit, l'intelligibilité du discours et la discrétion dans une salle dépendent fortement de la durée de réverbération. Les salles de séjour, les cages d'escalier, les ateliers, les halls industriels, les salles de classe, les bureaux, les restaurants, les salles d'exposition, les salles de sport ainsi que les gares et les aéroports sont autant d'exemples de lieux concernés. Ensuite, le mesurage de la durée de réverbération permet également d'établir le terme de correction de l'absorption d'une salle inhérent à beaucoup de mesurages acoustiques, tels que les mesurages de l'isolement acoustique selon l'ISO 140 (toutes les parties) et de la puissance acoustique conformément à l'ISO 3740.

Dans certains pays, les réglementations de construction précisent les durées de réverbération obligatoires dans les salles de classe et autres catégories de salle. Toutefois, dans la grande majorité des salles, il revient aux concepteurs de préciser et de prévoir une durée de réverbération adaptée à l'utilisation de la salle concernée. Il est espéré que la présente partie de l'ISO 3382 contribue à la compréhension et l'acceptation par tous de l'importance de la durée de réverbération pour la qualité et l'usage des salles.

Deux plages d'évaluation distinctes sont définies dans la présente partie de l'ISO 3382: 20 dB et 30 dB. Toutefois, la préférence revient à la plage d'évaluation de 20 dB, et ce pour plusieurs raisons:

- a) l'évaluation subjective de la réverbération est liée à la partie précoce de la décroissance;
- b) pour estimer le niveau acoustique stationnaire d'une pièce à partir de sa durée de réverbération, il est pertinent d'utiliser le stade initial de la décroissance;
- c) le rapport signal/bruit est souvent un problème dans les mesurages sur le terrain, et il s'avère souvent difficile, voire impossible, d'obtenir une plage d'évaluation supérieure à 20 dB. Cela nécessite un niveau signal/bruit d'au moins 35 dB.

La technique traditionnelle de mesurage repose sur l'inspection visuelle de chaque courbe de décroissance. Avec les équipements modernes de mesure, les courbes de décroissance ne s'affichent pas en général. Cela induit un risque d'utilisation de courbes de décroissance anormales pour déterminer la durée de réverbération. C'est la raison pour laquelle l'Annexe B introduit deux nouveaux critères permettant de quantifier le degré de non-linéarité et de courbure de la courbe de décroissance. Ces mesurages peuvent être utilisés pour signaler quand la courbe de décroissance n'est pas linéaire. Dans ce cas, le résultat doit être identifié comme moins fiable et comme ne présentant pas une réverbération unique.

Le groupe de travail a examiné l'utilisation de microphones rotatifs lors du mesurage des courbes de décroissance. Cette procédure semble ne pas présenter un sens physique clair. Elle n'est donc acceptée que pour la méthode du bruit interrompu et uniquement lorsque le résultat est utilisé pour un terme de correction.

Il existe déjà deux autres Normes internationales relatives au mesurage de la durée de réverbération: l'ISO 3382-1 pour les auditoriums et les salles de spectacle et l'ISO 354 pour les mesurages du coefficient d'absorption en salle réverbérante. Ni l'ISO 3382-1 ni l'ISO 354 n'est pertinente pour les mesurages des salles mentionnées ci-dessus. La présente partie de l'ISO 3382 comble donc un vide parmi les Normes internationales relatives aux mesurages des propriétés acoustiques des bâtiments.

La présente partie de l'ISO 3382 ne reprend pas les détails techniques de l'ISO 3382-1, mais traite du mesurage de la durée de réverbération, uniquement, de tous les types de salles.

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 3382-2:2008

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/93f4464a-d904-4a14-9d28-4922e4f9d5dc/iso-3382-2-2008>

Acoustique — Mesurage des paramètres acoustiques des salles —

Partie 2: Durée de réverbération des salles ordinaires

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 3382 spécifie des méthodes de mesurage de la durée de réverbération des salles. Elle décrit le mode opératoire de mesurage, l'équipement nécessaire, le nombre requis de positions de mesurage et la méthode d'évaluation des données et de présentation du rapport d'essai.

Les résultats du mesurage peuvent être utilisés pour corriger d'autres mesurages acoustiques (le niveau de pression acoustique provenant de sources sonores ou les mesurages de l'isolement acoustique, par exemple) et pour la comparaison avec les exigences en matière de durée de réverbération des salles.

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 3382-1:—¹⁾, *Acoustique — Mesurage des paramètres acoustiques des salles — Salles de spectacles*

ISO 18233, *Acoustique — Application de nouvelles méthodes de mesurage dans l'acoustique des bâtiments et des salles*

CEI 61260, *Électroacoustique — Filtrés 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

[ISO 354:2003, 3.1]

NOTE Cette décroissance peut être mesurée après la coupure réelle d'une source acoustique continue dans la salle, ou extraite de l'intégration rétrograde du carré de la réponse impulsionnelle de la salle (voir l'Article 5).

1) À publier. (Révision de l'ISO 3382:1997)

3.2

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

[ISO 354:2003, 3.3]

3.3

méthode de la réponse impulsionnelle intégrée

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

[ISO 354:2003, 3.4]

3.4

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

[ISO 354:2003, 3.5]

NOTE Dans la pratique, il est impossible de créer et d'émettre de véritables impulsions de Dirac, mais de courts sons transitoires (un coup de feu, par exemple) peuvent offrir des approximations suffisantes pour procéder à des mesurages. Toutefois, une technique de mesurage alternative consiste à utiliser un signal de type séquence de longueur maximale, ou tout autre signal déterministe et à spectre plat (un balayage sinusoïdal, par exemple) et à transformer la réponse mesurée en réponse impulsionnelle.

ITeH STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

3.5

durée de réverbération

T
(paramètres acoustiques d'une salle) durée nécessaire pour que l'énergie volumique acoustique moyenne dans une enceinte décroisse de 60 dB après l'arrêt de l'émission de la source

NOTE 1 La durée de réverbération est exprimée en secondes.

NOTE 2 La durée de réverbération, T , peut être évaluée en se fondant sur une plage dynamique inférieure à 60 dB puis en extrapolant au temps correspondant à une décroissance de 60 dB. Elle est ensuite notée en conséquence. Ainsi, si T est dérivée du premier instant où la courbe de décroissance atteint 5 dB et 25 dB au-dessous du niveau initial, elle est notée T_{20} . Si des valeurs de décroissance de 5 dB à 35 dB au-dessous du niveau initial sont utilisées, elle est notée T_{30} .

3.6

volume de salle important

volume de salle supérieur à 300 m³

4 Conditions de mesurage

4.1 Généralités

Dans beaucoup de salles, le nombre de personnes présentes peut influencer fortement la durée de réverbération. Il convient donc de mesurer la durée de réverbération lorsque la salle est inoccupée. Toutefois, sauf exigences contraires, il peut être en général admis qu'une salle est inoccupée quand deux personnes au plus s'y trouvent. Si le résultat du mesurage est utilisé pour corriger un niveau de pression acoustique mesuré, il convient de faire en sorte que le nombre de personnes présentes dans la salle soit identique pour ce dernier mesurage.

Dans les salles de volume important, l'atténuation par l'air peut contribuer de manière significative à l'absorption acoustique à des fréquences élevées. Pour des mesurages de précision, la température et l'humidité relative de l'air de la salle doivent être en principe mesurées.

L'importance de la contribution de l'absorption de l'air est faible si la durée de réverbération est inférieure à 1,5 s à 2 kHz et inférieure à 0,8 s à 4 kHz. Dans ce cas, il n'est pas nécessaire de mesurer la température et l'humidité relative.

4.2 Équipement

4.2.1 Source acoustique

Il convient de faire en sorte que la source soit aussi omnidirectionnelle que possible. Pour procéder à des mesurages de précision, la directivité de la source acoustique doit répondre aux exigences de l'ISO 3382-1:—, A.3.1. Pour les mesurages de contrôle et les mesurages d'expertise, la directivité ne fait l'objet d'aucune exigence. La source doit produire un niveau de pression acoustique suffisant pour générer des courbes de décroissance avec la plage dynamique minimale requise sans contamination par le bruit de fond.

4.2.2 Microphones et équipement d'analyse

Des microphones omnidirectionnels doivent être utilisés pour capter la pression acoustique et la sortie peut être prélevée:

- directement vers un amplificateur, un ensemble de filtres et un système d'affichage des courbes de décroissance ou un équipement d'analyse permettant de calculer les réponses impulsionnelles; ou
- vers un enregistreur de signal pour une analyse ultérieure.

4.2.2.1 Microphone et filtres

ISO 3382-2:2008

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/93f4464a-d904-4a14-9d28-4a191671c333>

Il convient que le microphone soit aussi petit que possible et de préférence équipé d'un diaphragme de 14 mm de diamètre. Les microphones de diamètres atteignant 27 mm sont admis, s'ils correspondent au type réponse en pression, ou au type réponse de champ libre à condition qu'ils soient équipés d'un correcteur d'incidence aléatoire. Les filtres d'octave ou de tiers d'octave doivent être conformes à la CEI 61260.

4.2.2.2 Équipement de formation de l'enregistrement de décroissance du niveau

L'équipement permettant de former (et d'afficher et/ou évaluer) l'enregistrement de décroissance doit utiliser l'un des éléments ci-dessous:

- a) moyennage exponentiel, avec sortie sous forme de courbe continue;
- b) moyennage exponentiel, avec sortie sous forme de points d'échantillonnage discrets successifs, à partir de la moyenne continue;
- c) moyennage linéaire, avec sortie sous forme de moyennes linéaires discrètes successives.

Le temps d'intégration, c'est-à-dire la constante de temps d'un dispositif à moyennage exponentiel, doit être inférieur à $T/30$, mais aussi proche que possible de cette valeur. De même, le temps d'intégration d'un dispositif à moyennage linéaire doit être inférieur à $T/12$. Ici, T est la durée de réverbération en cours de mesurage.

Dans les équipements dont l'enregistrement de décroissance se présente sous la forme d'une succession de points discrets, l'intervalle de temps entre les points de l'enregistrement doit être inférieur à 1,5 fois le temps d'intégration du dispositif.

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

NOTE 1 Le temps d'intégration d'un dispositif de calcul de la moyenne exponentielle est égal à 4,34 [= 10 lg (e)] divisé par le taux de décroissance en décibels par seconde du dispositif.

NOTE 2 Les enregistreurs de niveaux disponibles dans le commerce, qui enregistrent graphiquement le niveau de pression acoustique en fonction du temps, sont en général équivalents aux dispositifs à moyennage exponentiel.

NOTE 3 Lorsqu'un dispositif à moyennage exponentiel est utilisé, un temps d'intégration nettement inférieur à T/30 n'offre que peu d'avantages. Lorsqu'un dispositif à moyennage linéaire est utilisé, définir un intervalle entre les points nettement inférieur à T/12 n'a aucun intérêt. Dans certains modes opératoires de mesurage séquentiel, il est possible de définir correctement le temps d'intégration pour chaque bande de fréquence. Cela n'est pas le cas dans d'autres modes opératoires, et un temps d'intégration ou un intervalle choisi comme ci-dessus en rapport avec la durée de réverbération la plus courte d'une bande doit servir aux mesurages des autres bandes.

4.2.2.3 Surcharge

Aucune surcharge ne doit être admise à quelque stade que ce soit de l'équipement de mesurage. Si des sources acoustiques impulsionnelles sont utilisées, des dispositifs de mesure des niveaux de crête doivent être utilisés pour détecter les surcharges.

4.3 Positions de mesurage

4.3.1 Généralités

Le nombre minimal de positions de mesurage permettant d'obtenir une couverture appropriée de la salle est donné dans le Tableau 1. Il convient de prévoir un nombre plus important de positions de mesurage dans les salles à géométrie complexe. La répartition des microphones doit être choisie afin d'anticiper les principales influences susceptibles d'être à l'origine de différences de durée de réverbération dans toute la salle.

iTeh STANDARD PREVIEW
 (standards.iteh.ai)
 ISO 3382-2:2008
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/93f4464a-d904-4a14-9d28-4937-101554763337/iso-3382-2-2008>

Tableau 1 — Nombre minimal de positions et de mesurages

	Contrôle	Expertise ^a	Précision
Combinaisons de source et de microphone	2	6	12
Positions de source ^b	≥ 1	≥ 2	≥ 2
Positions de microphone ^c	≥ 2	≥ 2	≥ 3
Nombre de décroissances dans chaque position (méthode du bruit interrompu)	1	2	3

^a Lorsque le résultat est utilisé pour un terme de correction dans d'autres mesurages du niveau d'expertise, une seule position de la source et trois positions de microphone sont nécessaires.

^b Pour la méthode du bruit interrompu, des sources non corrélées peuvent être utilisées simultanément.

^c Pour la méthode du bruit interrompu, et lorsque le résultat est utilisé pour un terme de correction, une perche de microphone rotatif peut être utilisée à la place de plusieurs positions de microphone.

Pour la méthode du bruit interrompu, le nombre total de décroissances est en général obtenu par un nombre de décroissances répétées dans chaque position. Toutefois, il est également admis de prendre une nouvelle position pour chaque décroissance, à condition que le nombre total de décroissances soit celui demandé.

Les positions de la source peuvent être les positions normales en fonction de l'utilisation de la salle. Dans les petites salles (les locaux d'habitation, par exemple) ou lorsqu'il n'existe aucune position normale, il convient de placer une position de la source dans un coin de la salle. Il convient que les positions de microphone se trouvent éloignées d'au moins une demi longueur d'onde, c'est-à-dire à une distance minimale de 2 mètres pour la plage de fréquence usuelle. Il convient de placer les microphones à au moins un quart de longueur d'onde (environ 1 mètre) de la surface réfléchissante la plus proche, y compris le sol. Il convient d'éviter les positions symétriques. En cas d'utilisation d'un microphone sur bras rotatif, le rayon de balayage doit être de 0,7 m au moins. Le plan de balayage ne doit pas se trouver à moins de 10° d'un plan de la salle (mur, sol, plafond). La durée d'une période de balayage ne doit pas être inférieure à 15 s.

Il est essentiel que les microphones ne soient pas trop proches. Sinon, le nombre de positions indépendantes est inférieur au nombre réel des positions de mesurage. Les valeurs minimales données dans le Tableau 1 sont les nombres de positions indépendantes.

Aucune position de microphone ne doit être trop proche de la position de la source, afin d'éviter une influence trop importante du son direct. La distance minimale d_{\min} , en mètres, peut être calculée à l'aide de l'Équation (1):

$$d_{\min} = 2 \sqrt{\frac{V}{c\hat{T}}} \quad (1)$$

où

V est le volume, en mètres cubes;

c est la vitesse du son, en mètres par seconde;

\hat{T} est une estimation de la durée de réverbération attendue, en secondes.

4.3.2 Méthode de contrôle

ISO 3382-2:2008

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/93f4464a-d904-4a14-9d28-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/93f4464a-d904-4a14-9d28-4922e4f9d5dc/iso-3382-2-2008)

[4922e4f9d5dc/iso-3382-2-2008](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/93f4464a-d904-4a14-9d28-4922e4f9d5dc/iso-3382-2-2008)

La méthode de contrôle est appropriée pour l'évaluation de la quantité d'absorption de la salle à des fins de contrôle du bruit, et pour les mesurages de contrôle de l'isolation aux bruits aériens et aux bruits de choc. Il convient de l'utiliser pour les mesurages de l'ISO 10052. Les mesurages de contrôle sont réalisés en bandes d'octave uniquement. La précision nominale est supposée supérieure à 10 % pour les bandes d'octave (voir l'Annexe A).

Procéder aux mesurages de la durée de réverbération avec au moins une position de source. Déterminer la moyenne des résultats à partir de deux positions de microphone au moins (voir le Tableau 1).

4.3.3 Méthode d'expertise

La méthode d'expertise est appropriée pour la vérification des performances des bâtiments par rapport aux spécifications de la durée de réverbération ou de l'absorption de la salle. Il convient de l'utiliser pour les mesurages dans toutes les parties de l'ISO 140 qui mentionnent les mesurages de la durée de réverbération. La précision nominale est supposée supérieure à 5 % dans les bandes d'octave et à 10 % dans les bandes de tiers d'octave (voir l'Annexe A).

Procéder aux mesurages de la durée de réverbération en au moins deux positions de la source. Au moins six combinaisons source/microphone sont requises (voir le Tableau 1).

4.3.4 Méthode de précision

La méthode de précision est appropriée lorsqu'une précision de mesurage élevée est exigée. La précision nominale est supposée supérieure à 2,5 % dans les bandes d'octave et à 5 % dans les bandes de tiers d'octave (voir l'Annexe A).