

FLEURY GIAC *

Norme

NF EN ISO 354

Septembre 2004

AFNOR

Association Française
de Normalisation

www.afnor.fr

1er tirage

S31-003

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

HENRY GIAC *

Norme

NF EN ISO 354

Septembre 2004

AFNOR

Association Française
de Normalisation

www.afnor.fr

1er tirage

S31-003

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

NORME FRANÇAISE HOMOLOGUÉE	ACOUSTIQUE MESURE DE LA DURÉE DE RÉVERBÉRATION DES AUDITORIUMS	NF S 31-012 Juillet 1973
-------------------------------	--	---------------------------------------

AVANT-PROPOS

On caractérise souvent les propriétés acoustiques d'un auditorium par ses durées de réverbération pour une série de fréquences. Il est nécessaire de spécifier soigneusement le mode opératoire des mesures pour que celles-ci soient significatives et reproductibles.

1. OBJET

La présente norme a pour objet de fixer les conditions de mesure de la durée de réverbération des auditoriums.

2. DÉFINITIONS

2.1 DURÉE DE RÉVERBÉRATION

Intervalle de temps nécessaire pour que le niveau de pression acoustique décroisse de 60 dB après l'arrêt de la source (voir norme **NF S 31-003** (*)).

NOTE : Cette définition est basée sur l'hypothèse que le niveau de pression acoustique dépend linéairement du temps.

Il y a au moins trois valeurs significatives pour la durée de réverbération des auditoriums, qui dépendent des différents états d'occupation.

2.2 ÉTAT VIDE

État de l'auditorium préparé en vue du spectacle et prêt à recevoir les exécutants et le public mais en l'absence de ces personnes.

2.3 ÉTAT DE STUDIO

État de la salle occupée par les exécutants seuls (sans public), par exemple à l'occasion des répétitions ou d'enregistrements. Le nombre des exécutants et des autres personnes telles que les techniciens doit correspondre au nombre usuel.

2.4 ÉTAT OCCUPÉ

État de la salle occupée par les exécutants et le public. Le nombre de personnes présentes doit correspondre au nombre usuel.

NOTE : La description précise de l'état d'occupation de l'auditorium est d'une importance décisive pour l'exploitation des résultats obtenus par la mesure de la durée de réverbération.

L'auditorium peut être considéré comme "occupé" lorsque 80 à 100 % du nombre de ses sièges sont occupés. La présence d'un chœur constituerait une occupation surabondante, au-dessus de la valeur normale. De plus le nombre des membres de l'orchestre doit correspondre au nombre usuel.

Pour les théâtres on doit faire une distinction entre rideau de fer levé et rideau de fer baissé, entre fosse d'orchestre ouverte et fosse d'orchestre fermée, orchestre installé sur la scène avec ou sans décor de concert. Dans tous ces cas il est utile de faire des mesures. Si le rideau de fer est levé, l'ameublement de la scène a son importance et doit être décrit.

(*) Norme **NF S 31-003** " Mesure du coefficient d'absorption acoustique en salle réverbérante".

Homologuée par arrêté du 26-06-73 J.O. du 30-06-73	AFNOR 1973 Droits de reproduction et de traduction réservés pour tous pays
--	---

3. MÉTHODE DE MESURE

3.1 À L'ÉTAT VIDE

3.1.1 Source sonore

Le son doit être produit de préférence par des haut-parleurs aussi peu directionnels que possible.

On doit utiliser comme signal sonore un bruit limité par des filtres de largeur de bande au plus égale à 1 octave et au moins égale à 1/3 d'octave, ou bien un son ululé. L'excursion de fréquence du son ululé doit être d'environ $\pm 10\%$ de la fréquence médiane avec une fréquence de modulation d'environ 6 Hz, sauf pour les fréquences supérieures à 500 Hz pour lesquelles une excursion de ± 50 Hz est suffisante.

La source sonore doit produire un niveau de pression acoustique d'au moins 40 dB au-dessus du bruit de fond dans la bande de fréquences correspondante. Elle doit être placée au plus près de la source réelle de son (scène, podium, chaire ou autres), mais plusieurs positions sont aussi possibles, par exemple fosse d'orchestre, scène et chœur.

NOTE : Dans les églises et les salles de concerts, on peut utiliser un orgue comme source sonore. Pour exciter autant de fréquences propres que possible, on doit actionner tous les demi-tons possibles dans chaque intervalle de fréquences correspondant.

Dans les salles où les durées de réverbération sont longues (par exemple supérieures à 1,5 s en-dessous de 1 000 Hz), on peut aussi faire des mesures au moyen d'impulsions (sans réverbération propre) par exemple les impulsions produites par des coups. Cependant, comme la durée de réverbération diminue habituellement aux fréquences supérieures à 1 000 Hz, il est préférable d'utiliser à ces fréquences des signaux soutenus.

Lorsque l'on utilise une impulsion, on doit s'assurer qu'elle produit des niveaux suffisamment élevés aux basses et aux très hautes fréquences. Cependant il est judicieux d'effectuer, avant la mesure dans l'auditorium, une analyse en fréquences de l'impulsion en laboratoire, par exemple en salle réverbérante. On ne peut considérer la source sonore comme satisfaisante que si l'on peut en attendre, dans chaque bande de fréquences, un niveau de pression acoustique de 40 dB au-dessus du niveau de bruit de fond de l'auditorium.

3.1.2 Enregistrement de la réverbération

3.1.2.1 Appareil récepteur

L'appareil récepteur doit consister en un microphone aussi peu directionnel que possible, un amplificateur et un système d'enregistrement.

L'appareil récepteur doit être muni de filtres de 1/3 d'octave ou d'octave. Les filtres d'octave peuvent être suffisants si on émet des sons ululés ou des bandes de bruit d'un tiers d'octave. Les spécifications relatives aux filtres sont celles de la norme **NF S 31-002** (*).

Le système d'enregistrement peut être un enregistreur de niveau, un tube à rayons cathodiques muni d'un amplificateur logarithmique ou tout autre équipement convenable qui permette de vérifier la linéarité de la courbe du niveau en fonction du temps. L'échelle de temps du système d'enregistrement doit être réglée de façon que les courbes de décroissance aient une pente la plus proche possible de 45°.

On doit veiller à ce que le niveau d'enregistrement permette un rapport signal/bruit suffisant.

On ne doit admettre aucune surcharge à aucun étage de l'appareil de mesure.

NOTE : Quand on utilise des enregistrements magnétiques, il peut être utile de faire un enregistrement assez long pour que l'on puisse distinguer clairement le niveau de bruit de fond. Quand on repasse ces enregistrements on peut obtenir un tracé plus satisfaisant en inversant le sens de défilement de la bande, mais alors il faut lire la pente moyenne à la fin de la croissance du son.

3.1.2.2 Évaluation

L'enregistrement de la décroissance doit s'étendre sur un intervalle de 30 dB au moins dans le cas d'un champ acoustique stationnaire; cet intervalle doit s'étendre au moins de 5 à 35 dB au-dessous du niveau initial. Dans cet intervalle l'enregistrement de la décroissance doit s'approcher autant que possible d'une ligne droite. La pente de cette droite détermine la durée de réverbération. S'il y a une chute brusque au début de la décroissance, ne pas en tenir compte pour l'évaluation de la pente.

(*) Norme **NF S 31-002**. "Mesure en laboratoire et sur place, de la transmission des sons aériens et des bruits de choc dans les constructions".

NOTE : Lorsque la caractéristique de décroissance se présente sous la forme d'une ligne brisée formée de deux droites s'étendant chacune sur un intervalle de 20 dB au moins, on doit mentionner les durées de réverbération correspondant aux limites supérieure et inférieure. Les enregistrements qui présentent une courbure monotone doivent être écartés de l'évaluation.

3.1.2.3 **Nombre d'enregistrements**

La durée de réverbération doit être mesurée même dans les petites salles pour au moins 3 positions de microphone avec au moins 2 enregistrements pour chaque position et chaque fréquence. Dans les salles de grandes dimensions ou de forme complexe il peut être nécessaire de faire plus de mesures.

Dans les petites salles et aux basses fréquences, il peut être commode de placer le microphone à proximité des angles. Dans d'autres cas, le microphone peut occuper toute position appropriée dans la salle. Il doit cependant être placé suffisamment loin de la source pour ne pas être dans son champ acoustique direct. Dans les grands auditoriums, il doit être à au moins 5 m de la source sonore.

3.1.3 **Intervalle de fréquences pour les mesures**

La durée de réverbération doit être mesurée au moins dans l'intervalle de fréquences de 100 Hz à 5 000 Hz, fréquences considérées comme les fréquences médianes des intervalles de tiers d'octave.

3.2 **A L'ÉTAT DE STUDIO ET A L'ÉTAT OCCUPÉ**

3.2.1 **Source sonore**

La source sonore doit de préférence être identique à celle qui est indiquée en 3.1.1 mais, comme pour ces états on ne peut en général attendre que l'assistance supporte une mesure au moyen de bruit filtré et de sons ululés pour 18 fréquences, on peut utiliser un bruit non filtré; ce signal doit être à 40 dB au-dessus du bruit de fond de l'auditorium dans toutes les bandes de fréquence. Un bruit d'égale énergie dans les bandes d'octave peut convenir.

En outre on peut utiliser l'orchestre comme source sonore. Les passages fortissimo de compositions musicales suivis de pauses suffisamment longues conviennent. On doit prendre soin d'éviter les perturbations causées par les instruments qui ont une réverbération propre (timbales non amorties, contrebasses à cordes libres, cymbales) ou par les applaudissements.

NOTE : Il est possible d'amortir les instruments cités immédiatement après l'interruption, mais les bois et les cuivres sont préférables à ce point de vue.

3.2.2 **Enregistrement de la réverbération**

3.2.2.1 **Appareil récepteur**

Les spécifications sont celles du paragraphe 3.1.2.1.

Pour la reproduction du son enregistré, on devra analyser la réverbération au moyen de filtres de tiers d'octave.

3.2.2.2 **Évaluation**

Voir paragraphe 3.1.2.2.

3.2.2.3 **Nombre d'enregistrements**

On doit placer le microphone au moins en deux positions différentes dans la salle, choisies en fonction de l'utilisation de la salle. Il doit être placé à au moins 1 m au-dessus de la tête des spectateurs et, dans les grands auditoriums, à au moins 5 m de la source sonore ou du bord du podium.

Si l'on utilise des sources de sons soutenus, on doit faire deux enregistrements à chaque position; pour les bruits impulsifs, on doit faire au moins quatre enregistrements à chaque position; pour les émissions de musique, on doit faire au moins six enregistrements à chaque position.

3.2.3 **Intervalles de fréquences pour les mesures**

Voir paragraphe 3.1.3.

4. COMPTE RENDU DES RÉSULTATS

4.1 TABLEAUX ET COURBES

Prendre la moyenne des durées de réverbération évaluées pour chaque fréquence de mesure et porter ces valeurs à des intervalles de 1/3 d'octave sous forme de diagramme. En outre porter dans un tableau les durées de réverbération en soulignant les résultats correspondant à la série normale d'octave : 125, 250 4 000 Hz (voir norme **NF S 30-002**) (*).

Si, cependant, il y a des différences prononcées entre les durées de réverbération des diverses parties de l'auditorium (par exemple les balcons inférieurs), on doit évaluer et présenter séparément la valeur moyenne correspondant à chaque partie.

Si l'on fait un diagramme, on reliera les points par des lignes droites. Les fréquences seront portées en abscisse selon une échelle logarithmique, et les durées de réverbération en ordonnée selon une échelle logarithmique telle qu'un doublement de la durée de réverbération corresponde à deux octaves en abscisse. On peut aussi porter en ordonnée une échelle linéaire de temps telle qu'une seconde corresponde à une décade en abscisse. Il est recommandé d'adopter l'échelle de 15 mm par octave.

4.2 PROCÈS-VERBAL D'ESSAIS

Le procès-verbal doit indiquer que les mesures ont été faites en conformité avec le présent document. Il doit en outre indiquer :

- 1) La désignation de la salle soumise aux essais.
- 2) Le volume de la salle.
- 3) Le nombre et le type de sièges (par exemple s'ils sont capitonnés ou non).
- 4) L'état de la salle (vide, état de studio avec indication du nombre et de l'emplacement des sources et des autres occupants, état occupé avec indication du pourcentage d'occupation de la salle).
- 5) L'état de l'équipement variable tel que les tentures.
- 6) Pour les théâtres, l'indication si le rideau de fer ou le rideau décoratif est levé ou baissé.
- 7) Une description de l'ameublement de la scène, en y comprenant la fosse d'orchestre, s'il y a lieu.
- 8) La température et l'humidité relative dans l'auditorium.
- 9) Le type et la position des sources sonores utilisées.
- 10) Une description du signal sonore, en particulier s'il est soutenu ou impulsif (en cas d'emploi de motifs musicaux, on doit indiquer le titre et le nombre de mesures).
- 11) L'emplacement des microphones, indiqué de préférence sur un plan et une section longitudinale.
- 12) La description des appareils de mesure et, en particulier, la mention de l'emploi d'enregistreur à ruban.
- 13) La date de la mesure et la désignation de l'organisme qui l'a réalisée.

(*) Norme **NF S 30-002** "Fréquences normales pour les mesures acoustiques".