
NORME INTERNATIONALE 140 / II

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION • МЕЖДУНАРОДНАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ ПО СТАНДАРТИЗАЦИИ • ORGANISATION INTERNATIONALE DE NORMALISATION

Acoustique — Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction — Partie II : Spécifications relatives à la fidélité

*Acoustics — Measurement of sound insulation in buildings and of building elements —
Part II : Statement of precision requirements*

Première édition — 1978-07-15

CDU 534.833.522.4.08

Réf. n° : ISO 140/II-1978 (F)

Descripteurs : acoustique, mesurage acoustique, isolation acoustique, bâtiment, élément de construction, essai, conditions d'essai, précision, reproductibilité.

Prix basé sur 5 pages

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 confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique correspondant. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO, participent également aux travaux.

Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour approbation, avant leur acceptation comme Normes internationales par le Conseil de l'ISO.

La Norme internationale ISO 140/II a été élaborée par le comité technique ISO/TC 43, *Acoustique*, et a été soumise aux comités membres en mai 1976.

Les comités membres des pays suivants l'ont approuvée :

Afrique du Sud, Rép. d'	France	Pologne
Allemagne	Hongrie	Roumanie
Australie	Inde	Royaume-Uni
Autriche	Israël	Suède
Belgique	Italie	Suisse
Canada	Japon	Tchécoslovaquie
Corée, Rép. de	Mexique	Turquie
Danemark	Norvège	U.R.S.S.
Espagne	Nouvelle-Zélande	U.S.A.
Finlande	Pays-Bas	

Aucun comité membre ne l'a désapprouvée.

Les annexes A et B font partie intégrante de la présente Norme internationale.

Acoustique – Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction – Partie II : Spécifications relatives à la fidélité

0 INTRODUCTION

Il est impossible de spécifier complètement la construction des installations de laboratoires d'essai ou les caractéristiques des champs acoustiques obtenus. On doit donc laisser au choix de l'expérimentateur quelques détails de l'installation d'essai et du mode opératoire. Ces derniers, ajoutés au caractère statistique des champs acoustiques à l'intérieur des salles, conduisent à des incertitudes dans les résultats dues à des influences aléatoires et systématiques.

Les influences aléatoires peuvent être déterminées à l'aide de mesurages répétés dans des conditions essentiellement identiques, en introduisant des variations afin d'obtenir des échantillons représentatifs des conditions existantes (par exemple, position du haut-parleur et du microphone). La répétabilité obtenue est une indication de la confiance que l'on peut attribuer aux résultats, compte tenu des influences aléatoires.

Les influences systématiques (par exemple, la dimension et la configuration des salles d'essai, les conditions de montage et les matériaux d'essai, l'étalonnage de l'appareillage de mesure) ne peuvent être déterminées à l'aide d'un mode opératoire simple. Habituellement, des mesurages comparatifs dans différentes installations d'essai et la connaissance des incertitudes aléatoires dans ces conditions sont nécessaires pour évaluer les influences systématiques.

En accord avec les méthodes statistiques modernes, on utilise dans la présente Norme internationale les concepts de répétabilité et de reproductibilité de résultats complets, plutôt que la variance de grandeurs individuelles comprenant le résultat. La répétabilité et la reproductibilité offrent un moyen simple de contrôle et d'expression de la fidélité des mesurages.

1 OBJET ET DOMAINE D'APPLICATION

La présente Norme internationale spécifie des méthodes d'évaluation de l'incertitude, due aux influences non systématiques, des mesurages acoustiques décrits dans l'ISO 140, parties III à VIII.

Les résultats peuvent être utilisés pour contrôler différentes installations de mesure dans un laboratoire et pour comparer les installations dans des laboratoires différents ou avec les conditions *in situ*. On indique, dans l'annexe A, des valeurs minimales pour la fidélité exigée pour les essais exécutés conformément à l'ISO 140.

Les valeurs obtenues ne sont pas destinées à être utilisées pour caractériser la précision des mesurages réels dans les procès-verbaux d'essai. Cependant, on peut faire référence à la présente Norme internationale lorsque les conditions d'essai et l'appareillage sont conformes aux exigences contenues dans la présente norme.

2 RÉFÉRENCES

ISO 140/III, *Acoustique – Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction – Partie III : Mesurage en laboratoire de l'isolation aux bruits aériens des éléments de construction.*

ISO 140/IV, *Acoustique – Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction – Partie IV : Mesurage sur place de l'isolation aux bruits aériens entre les pièces.*

ISO 140/V, *Acoustique – Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction – Partie V : Mesurage sur place de l'isolation aux bruits aériens des éléments de façade et des façades.*

ISO 140/VI, *Acoustique – Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction – Partie VI : Mesurage en laboratoire de l'isolation des sols aux bruits de chocs.*

ISO 140/VII, *Acoustique – Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction – Partie VII : Mesurage sur place de l'isolation des sols aux bruits de chocs.*

ISO 140/VIII, *Acoustique – Mesurage de l'isolation acoustique des immeubles et des éléments de construction – Partie VIII : Mesurage en laboratoire de la réduction des bruits de chocs par les revêtements de sol sur plancher normalisé.*

3 DÉFINITIONS

3.1 résultat : Valeur finale obtenue en suivant la série complète des instructions d'une méthode d'essai.

3.2 valeur vraie : Pour les besoins pratiques, valeur vers laquelle tend la moyenne des résultats isolés obtenus par n laboratoires, lorsque n tend vers l'infini.

Par conséquent, la valeur vraie est liée à chaque méthode d'essai particulière.

3.3 justesse : Étroitesse de l'accord entre la valeur vraie et la moyenne des résultats qui serait obtenue en appliquant la méthode d'essai un très grand nombre de fois.

Le procédé est d'autant plus juste que la partie systématique des erreurs expérimentales qui affectent les résultats est moindre.

3.4 fidélité : Étroitesse de l'accord entre les résultats obtenus en appliquant le procédé expérimental à plusieurs reprises, dans des conditions déterminées.

Le procédé est d'autant plus fidèle que la partie aléatoire des erreurs expérimentales qui affectent les résultats est moindre.

3.5 répétabilité : Qualitativement, étroitesse de l'accord entre les résultats successifs obtenus avec la même méthode, sur la même éprouvette et dans les mêmes conditions (même opérateur, même appareil, même laboratoire et court intervalle de temps).

D'une manière quantitative, valeur au-dessous de laquelle on peut prévoir que la valeur absolue de la différence entre deux résultats individuels d'essai (paire), obtenus dans les conditions ci-dessus, se trouvera avec une probabilité spécifiée. Cette grandeur est désignée par r .

3.6 reproductibilité : Qualitativement, étroitesse de l'accord entre les résultats individuels obtenus avec la même méthode, sur des échantillons d'essai identiques mais dans des conditions différentes (opérateurs différents, appareils différents, laboratoires différents et époques différentes).

D'une manière quantitative, valeur au-dessous de laquelle on peut prévoir que la valeur absolue de la différence entre deux résultats individuels d'essai (paire), sur des échantillons d'essai identiques, obtenus par des opérateurs dans différents laboratoires en utilisant le mode opératoire prescrit, se trouvera avec une probabilité spécifiée. Cette grandeur est désignée par Q .

3.7 moyenne arithmétique : La moyenne arithmétique \bar{x} pour une série donnée de résultats est définie par l'équation :

$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

où

n est le nombre de valeurs x_i observées;

\bar{x} est un estimateur de la valeur vraie de la moyenne.

3.8 variance : D'une manière qualitative, mesure de la dispersion d'une série de résultats aléatoires autour de leur moyenne arithmétique.

D'une manière quantitative, pour une série donnée de résultats, somme des carrés des écarts de chaque résultat par rapport à la moyenne arithmétique, divisée par le nombre de degrés de liberté. Dans le cas de n observations

consécutives (non groupées), la variance est calculée à l'aide de l'équation :

$$s^2 = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

où s^2 est un estimateur de la valeur vraie de la variance σ^2 .

3.9 écart-type : Racine carrée positive s de la variance, s étant un estimateur de la valeur vraie de l'écart-type σ .

3.10 degrés de liberté : Le nombre ν de degrés de liberté est égal au nombre de termes indépendants contenus dans l'expression de la variance. Dans le cas de n observations consécutives (non groupées), on a :

$$\nu = n - 1$$

3.11 niveau de confiance : Probabilité pour qu'une proposition énoncée soit exacte. Dans la présente Norme internationale, on utilise le niveau de confiance de 95 %.

4 MODE OPÉRATOIRE

4.1 Remarques générales

En de nombreuses occasions, lors d'essais de routine, on n'effectue qu'un seul essai sur une éprouvette. Dans ce cas, on n'obtient aucune indication utile sur la confiance à accorder aux résultats. Pour obtenir une valeur utilisable, il serait, par conséquent, avantageux de réaliser deux essais et de comparer la différence des résultats à la valeur r de la répétabilité du mode opératoire. Si la différence est inférieure ou égale à r , l'expérimentateur peut considérer que son travail est correct et prendre la moyenne des deux résultats.

Avant d'entreprendre des essais de routine, la répétabilité du mode opératoire et l'installation d'essai doivent être contrôlées pour s'assurer des résultats sûrs et reproductibles. Ces contrôles devraient être répétés de temps en temps, spécialement lorsque l'on effectue des changements de mode opératoire, d'installation d'essai ou d'appareillage.

Il est recommandé que différents laboratoires d'essai collaborent pour contrôler mutuellement leurs résultats en ce qui concerne la reproductibilité.

4.2 Contrôle de la répétabilité

La méthode suivante doit être utilisée comme méthode normalisée de contrôle de répétabilité des mesurages des bruits aériens ou de chocs dans des conditions données.

Une série de six mesurages complets, par exemple de l'indice d'affaiblissement des bruits aériens R , de l'isolation acoustique normalisée D_{nT} ou du niveau de bruit d'impact normalisé L_n , respectivement, en fonction de la fréquence, est groupée par paires de mesurages consécutifs, sans changer l'ordre réel des essais. La différence des deux résultats de chaque paire est comparée, pour toutes les fréquences, aux spécifications du tableau 1 de l'annexe A. Si

ces valeurs sont supérieures à celles du tableau, à n'importe quelle fréquence, tous les résultats sont rejetés et la méthode de contrôle est entièrement reprise. Dans le cas où, pour la seconde fois, l'on ne réussit pas à obtenir les valeurs prescrites, le mode opératoire et/ou l'installation d'essai est/sont considéré(e)(s) comme inadapté(e) et doit/doivent être amélioré(e)(s) afin d'obtenir la répétabilité exigée.

NOTE — Lorsque l'on effectue des mesurages de contrôle de répé-

tabilité, on ne doit pas reprendre les détails du mode opératoire jusqu'à utiliser, par exemple, des positions identiques du microphone, des haut-parleurs ou de la machine à chocs, car on obtiendrait des valeurs de r impossibles à obtenir dans des conditions pratiques. Au contraire, on doit faire varier ces facteurs afin d'obtenir des échantillons indépendants et représentatifs des grandeurs affectant la répétabilité (c'est-à-dire les niveaux de pression acoustique moyens dans les salles).

ANNEXE A

SPÉCIFICATIONS RELATIVES À LA RÉPÉTABILITÉ

A.1 REMARQUES GÉNÉRALES

Comme le mode opératoire décrit dans la présente Norme internationale n'a pas encore été utilisé sur une grande échelle en acoustique des bâtiments, on ne dispose de valeurs numériques précises de l'écart-type de résultats complets que pour un seul laboratoire. À partir de ces valeurs, on a calculé des valeurs expérimentales de la répétabilité qui sont données dans le tableau 1. Il est proposé que différents organismes de recherche déterminent d'autres valeurs de répétabilité des mesurages, en laboratoire et sur place, de l'isolation aux bruits aériens et aux bruits de chocs, afin de confirmer ou de compléter les données existantes. Une méthode simplifiée pour réaliser des essais interlaboratoires de détermination de ces valeurs est décrite dans l'annexe B.

A.2 MESURAGES EN LABORATOIRE

Le mode opératoire doit être choisi, dans le cadre des méthodes de l'ISO 140, parties III à VIII, de telle sorte que la répétabilité évaluée suivant 4.2 ne dépasse pas les valeurs données au tableau 1.

A.3 MESURAGES SUR PLACE

Pour les mesurages sur place, les conditions acoustiques de l'essai ne sont pas sous le contrôle de l'expérimentateur et doivent être, dans la plupart des cas, acceptées telles qu'elles sont.

Si l'on utilise un appareillage et un mode opératoire contrôlés par des mesurages en laboratoire, la répétabilité due à ces influences seules peut être considérée essentiellement

comme identique à celle obtenue par des mesurages effectués en laboratoire. Cependant, la répétabilité globale *in situ* ne peut être établie, car les valeurs appropriées de l'écart-type ne sont pas connues pour la situation donnée et peuvent dépasser considérablement les valeurs de laboratoire dans des conditions défavorables.

TABLEAU 1 – Spécifications de la répétabilité r

Fréquences médianes des bandes de tiers d'octave	r pour l'indice d'affaiblissement des bruits aériens R	r pour le niveau de bruit d'impact normalisé L_n
Hz	dB	dB
100	5	3
125	5	2
160	5	2
200	5	2
250	3	2
315	2	2
400	2	2
500	2	2
630	1	1
800	1	1
1 000	1	1
1 250	1	1
1 500	2	1
2 000 et au-dessus	2	1

ANNEXE B

DÉTERMINATION INTERLABORATOIRE DE LA RÉPÉTABILITÉ

La répétabilité réalisable dans des conditions d'essai données s'obtient, en partant de l'écart-type obtenu à partir de nombreux mesurages effectués dans des conditions identiques, par l'équation suivante :

$$r = 1,96 \sqrt{2} \sigma^2$$

Pour un nombre suffisamment grand de résultats, on obtient une valeur approchée de r par l'équation :

$$r \approx ts \sqrt{2}$$

où t est le facteur dérivé d'une distribution de Student, pour un niveau de confiance de 95 % et le nombre approprié de degrés de liberté (voir tableau 2).

La détermination de la répétabilité selon cette méthode dans un seul laboratoire est très laborieuse, car environ trente-cinq degrés de liberté sont considérés comme nécessaires pour un calcul suffisamment exact de s .

De plus, on obtiendra une valeur plus sûre de l'écart-type du mode opératoire normalisé si un certain nombre de mesurages, réalisés avec des éprouvettes différentes de même construction, sont effectués dans différents laboratoires. Dans ce cas, l'écart-type pour le calcul de la répétabilité est donné par l'équation :

$$s = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2 + \dots + (n_i - 1)s_i^2 + \dots + (n_k - 1)s_k^2}{(n_1 + n_2 + \dots + n_i + \dots + n_k) - k}}$$

où

s_j est l'écart-type évalué dans le $j^{\text{ème}}$ laboratoire, à partir de n_j résultats consécutifs (non groupés);

k est le nombre de laboratoires en cause.

Le nombre de laboratoires et le nombre de résultats obtenus dans chaque laboratoire doivent être choisis de telle sorte que le nombre de degrés de liberté, donné par le dénominateur de l'expression sous la racine dans l'équation ci-dessus, soit au moins égal à 35. Cependant, pour chaque laboratoire individuel, cinq résultats au moins sont nécessaires. Les conditions d'essai pour la détermination de s doivent être aussi proches que possible des exemples donnés dans l'ISO 140, parties III à VIII.

TABLEAU 2 — Facteur t du calcul de la répétabilité pour un niveau de confiance de 95 %

Nombre de degrés de liberté, ν	t
1	12,706
2	4,303
3	3,182
4	2,776
5	2,571
6	2,447
7	2,365
8	2,306
9	2,262
10	2,228
11	2,201
12	2,179
13	2,160
14	2,145
15	2,131
16	2,120
17	2,110
18	2,101
19	2,093
20	2,086
21	2,080
22	2,074
23	2,069
24	2,064
25	2,060
26	2,056
27	2,052
28	2,048
29	2,045
30	2,042
40	2,021
60	2,000
120	1,980
∞	1,960