

**norme européenne****NF EN ISO 14257**

Janvier 2002

norme française

Indice de classement : S 31-257

ICS : 13.140

Acoustique

**Mesurage et description paramétrique  
des courbes de décroissance sonore spatiale  
dans les locaux de travail en vue de  
l'évaluation de leur performance acoustique**

E : Acoustics — Measurement and parametric description of spatial sound distribution curves in workrooms for evaluation of their acoustical performance

D : Akustik — Messung und Parametrisierung von Schallausbreitungskurven in Arbeitsräumen zum Zweck der Beurteilung der akustischen Qualität der Räume

**Norme française homologuée**

par décision du Directeur Général d'AFNOR le 20 décembre 2001 pour prendre effet le 20 janvier 2002.

**Correspondance**

La Norme européenne EN ISO 14257:2001 a le statut d'une norme française. Elle reproduit intégralement la Norme internationale ISO 14257:2001.

**Analyse**

Le présent document spécifie pour un local donné :

- la (les) courbe(s) de décroissance sonore spatiale,
- deux caractéristiques qui sont le taux de décroissance spatiale des niveaux de pression acoustique par doublement de la distance et l'amplification du niveau de pression acoustique.

Il s'applique aux locaux de travail de toute forme de toutes dimensions prouvant que le nombre de positions microphoniques permettent le calcul de régression.

Il ne s'applique pas à l'évaluation de la qualité acoustique vis-à-vis de la communication parlée ou d'autres facteurs psychologiques.

**Descripteurs**

**Thésaurus International Technique** : acoustique, mesurage acoustique, salle, local de travail, bruit acoustique, pression sonore, puissance acoustique, niveau, calcul, source sonore, essai acoustique, diminution du bruit.

**Modifications****Corrections**

## Membres de la commission de normalisation

Président : M JEAN JACQUES

Secrétariat : MME RAMIREZ — AFNOR

M	AFLALO	BRUEL & KJAER DIV DE SPECTRIS FCE
M	ASSELINEAU	PEUTZ ET ASSOCIES
MME	AULETTA	MME AULETTA NELIDA
M	BADIA	APPAVE
M	BALANNEC	CRAMB
M	BARBARA	JEAN JACQUES BARBARA
M	CABARET	CRAM LANGUEDOC ROUSSILLON
M	CORLAY	CETIM
M	DELFOSSÉ	CRAMIF
M	DUSSART	BOET STOPSON SA
M	ESTEVE	RENAULT
M	FLEURY	ACOUSTIQUE & SERVICES
M	GAMBA	ACOUSTIQUE GAMBA ET ASSOCIES SA
MME	GAULUPEAU	BUREAU VERITAS
M	GUIGNOUARD	CIDB
M	HERNOT	LANGLOIS SOBRETI SA
MME	HUBERT	EUROGIP
M	JACQUES	JEAN JACQUES
M	LATOUCHE	THERMIBEL
M	LECOCQ	CIAL
MME	LECOINTRE	EDF R&D
M	LOUIT	DRT DION RELATIONS TRAVAIL
M	MEYER-BISCH	EXCEPT
M	MONDOT	ACOUPHEN SA
M	MONNET	MFP MICHELIN
M	MOUTARDIER	APPAVE
M	NEUBERT	CABINET NEUBERT
MME	ONDET	ACOUPHEN SA
M	PREVEL	CIMENTS CALCIA
DR	RAYMOND	MEDECINE DU TRAVAIL
M	SERVANT	SOCOTEC
M	SIGNORELLI	GENIE ACOUSTIQUE
M	THIERY	INRS
M	VOUAGNER	METRAVIB RDS

## Avant-propos national

### Références aux normes françaises

La correspondance entre les normes mentionnées à l'article «Références normatives» et les normes françaises identiques est la suivante :

ISO 3741	: NF EN ISO 3741 (indice de classement : S 31-022)
ISO 3744	: NF EN ISO 3744 (indice de classement : S 31-025)
ISO 3745	: NF EN ISO 3745 (indice de classement : S 31-026) <sup>1)</sup>
ISO 6926	: NF EN ISO 6926 (indice de classement : S 31-692)
CEI 60651	: NF EN 60651 (indice de classement : S 31-009)
CEI 60804	: NF EN 60804 (indice de classement : S 31-109)
CEI 61260	: NF EN 61260 (indice de classement : C 97-010)

---

1) En préparation.

**Version française**

**Acoustique —  
Mesurage et description paramétrique des courbes de décroissance sonore spatiale  
dans les locaux de travail en vue de l'évaluation  
de leur performance acoustique  
(ISO 14257:2001)**

Akustik — Messung und Parametrisierung  
von Schallausbreitungskurven in Arbeitsräumen zum  
Zweck der Beurteilung der akustischen Qualität  
der Räume  
(ISO 14257:2001)

Acoustics — Measurement and parametric description  
of spatial sound distribution curves in workrooms  
for evaluation of their acoustical performance  
(ISO 14257:2001)

La présente norme européenne a été adoptée par le CEN le 5 octobre 2001.

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 Secrétariat Central ou auprès des membres du CEN.

La présente norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version faite dans une autre langue par traduction sous la responsabilité d'un membre du CEN dans sa langue nationale, et notifiée au Secrétariat Central, 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, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

**CEN**

COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Europäisches Komitee für Normung  
European Committee for Standardization

**Secrétariat Central : rue de Stassart 36, B-1050 Bruxelles**

### **Avant-propos**

Le texte de la norme internationale ISO 14257:2001 a été élaboré par le Comité Technique ISO/TC 43 «Acoustique» en collaboration avec le Comité Technique CEN/TC 211 «Acoustique», dont le secrétariat est tenu par le DS.

Cette norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en avril 2002, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en avril 2002.

Selon le Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, les instituts de normalisation nationaux des pays suivants sont tenus de mettre le présent document en application : Allemagne, Autriche, Belgique, Danemark, Espagne, Finlande, France, Grèce, Irlande, Islande, Italie, Luxembourg, Norvège, Pays-Bas, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Suède et Suisse.

### **Notice d'entérinement**

Le texte de la norme internationale ISO 14257:2001 a été approuvé par le CEN comme norme européenne sans aucune modification.

## Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction.....	v
1 <b>Domaine d'application.....</b>	<b>1</b>
2 <b>Références normatives .....</b>	<b>1</b>
3 <b>Termes et définitions.....</b>	<b>2</b>
4 <b>Décroissance sonore dans une salle .....</b>	<b>3</b>
4.1 <b>Généralités .....</b>	<b>3</b>
4.2 <b>Courbes de décroissance sonore spatiale .....</b>	<b>3</b>
5 <b>Mesurage de la courbe de décroissance sonore spatiale.....</b>	<b>6</b>
5.1 <b>Spécifications relatives à la source sonore utilisée pour l'essai .....</b>	<b>6</b>
5.2 <b>Appareillage de mesure .....</b>	<b>7</b>
5.3 <b>Trajet et points de mesure .....</b>	<b>7</b>
5.4 <b>Procédure de mesurage.....</b>	<b>8</b>
5.5 <b>Représentation des résultats de mesure .....</b>	<b>9</b>
6 <b>Description paramétrique de la courbe de décroissance sonore spatiale en vue de l'évaluation de la performance acoustique des locaux de travail .....</b>	<b>9</b>
6.1 <b>Généralités .....</b>	<b>9</b>
6.2 <b>Plages de distances .....</b>	<b>9</b>
6.3 <b>Détermination du taux de décroissance spatiale du niveau de pression acoustique par doublement de la distance, <math>DL_2</math> .....</b>	<b>10</b>
6.4 <b>Détermination de l'amplification du niveau de pression acoustique, <math>DL_f</math>, par rapport à une courbe de décroissance sonore de référence.....</b>	<b>10</b>
6.5 <b>Évaluation des données de mesure.....</b>	<b>13</b>
7 <b>Informations à relever et à faire figurer dans le rapport d'essai.....</b>	<b>13</b>
<b>Annexe A (normative) Exigences relatives à la source sonore utilisée pour l'essai.....</b>	<b>15</b>
<b>Annexe B (normative) Correction des courbes de décroissance sonore mesurées pour tenir compte des différences de réflexion par le sol et de la directivité de la source.....</b>	<b>17</b>
<b>Annexe C (informative) Exemple d'utilisation de la présente Norme internationale.....</b>	<b>18</b>
<b>Bibliographie .....</b>	<b>26</b>

## 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 3.

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 de la présente Norme internationale 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.

La Norme internationale ISO 14257 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 43, *Acoustique*, sous-comité SC 1, *Bruit*.

Les annexes A et B constituent des éléments normatifs de la présente Norme internationale. L'annexe C est donnée uniquement à titre d'information.

## Introduction

Selon l'ISO 11690-1, la décroissance sonore spatiale dans un local de travail est décrite par une courbe donnant le niveau de pression acoustique dû à une source ponctuelle, de puissance acoustique connue, d'émission stable et omnidirectionnelle, en fonction de la distance à la source. La présente Norme internationale spécifie une méthode de détermination de la courbe de décroissance sonore spatiale et de deux caractéristiques (le taux de décroissance spatiale des niveaux de pression acoustique par doublement de la distance et l'amplification du niveau de pression acoustique) pour un local donné.

Les données résultant de l'application de la présente Norme internationale sont utiles pour:

- la qualification acoustique d'un local en vue de la réduction du bruit,
- la détermination de positions appropriées d'une machine et de postes de travail dans un local,
- l'évaluation de la nécessité d'accroître l'absorption sonore dans un local,
- l'estimation qualitative de la performance potentielle d'écrans installés dans un local,
- le calcul prévisionnel des niveaux sonores d'exposition, lorsque des machines d'émission sonore connue fonctionnent en des positions spécifiées dans un local.



# Acoustique — Mesurage et description paramétrique des courbes de décroissance sonore spatiale dans les locaux de travail en vue de l'évaluation de leur performance acoustique

## 1 Domaine d'application

La présente Norme internationale spécifie une méthode de mesurage de la (des) courbe(s) de décroissance sonore spatiale d'un local de travail donné. Une méthode est fournie pour déterminer, à partir des données mesurées, deux descripteurs de la performance acoustique d'un local de travail vis à vis de la réduction du bruit, à savoir l'amplification du niveau de pression acoustique par rapport au champ libre et le taux de décroissance spatiale du niveau de pression acoustique par doublement de la distance.

La présente Norme internationale ne traite pas de l'évaluation de la qualité acoustique vis-à-vis de la communication parlée ou d'autres facteurs psychologiques.

La présente Norme internationale s'applique aux locaux de travail de toute forme et de toutes dimensions pourvu que le nombre de positions microphoniques permette le calcul de régression.

## 2 Références normatives

Les documents normatifs suivants contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui y est faite, constituent des dispositions valables pour la présente Norme internationale. Pour les références datées, les amendements ultérieurs ou les révisions de ces publications ne s'appliquent pas. Toutefois, les parties prenantes aux accords fondés sur la présente Norme internationale sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des documents normatifs indiqués ci-après. Pour les références non datées, la dernière édition du document normatif en référence s'applique. Les membres de l'ISO et de la CEI possèdent le registre des Normes internationales en vigueur.

ISO 3741, *Acoustique — Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique — Méthodes de laboratoire en salles réverbérantes*

ISO 3744:1994, *Acoustique — Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique — Méthode d'expertise dans des conditions approchant celles du champ libre sur plan réfléchissant*

ISO 3745, *Acoustique — Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique — Méthodes de laboratoire pour les salles anéchoïque et semi-anéchoïque*

ISO 6926, *Acoustique — Prescriptions relatives aux performances et à l'étalonnage des sources sonores de référence pour la détermination des niveaux de puissance acoustique*

CEI 60651: *Sonomètres*

CEI 60804: *Sonomètres intégrateurs-moyenneurs*

CEI 61260: *Électroacoustique — Filtres de bande d'octave et de fractions de bande d'octave*

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins de la présente Norme internationale, les termes et définitions suivants s'appliquent.

#### 3.1 niveau de pression acoustique

$L_p$   
dix fois le logarithme décimal du rapport du carré de la pression acoustique émise par une source sonore,  $p$ , au carré de la pression acoustique de référence,  $p_0$  ( $p_0 = 20 \mu\text{Pa}$ )

NOTE 1 Le niveau de pression acoustique est exprimé en décibels.

NOTE 2 Il convient d'indiquer la pondération en fréquence ou la largeur de la bande de fréquence utilisée, et la pondération temporelle (S, F ou I, voir CEI 60651).

#### 3.2 niveau de puissance acoustique

$L_W$   
dix fois le logarithme décimal du rapport de la puissance acoustique émise par une source sonore à la puissance acoustique de référence,  $P_0$  ( $P_0 = 10^{-12} \text{ W}$ )

NOTE 1 Le niveau de puissance acoustique est exprimé en décibels.

NOTE 2 Il convient d'indiquer la pondération en fréquence ou la largeur de la bande de fréquence utilisée. Par exemple, le niveau de puissance acoustique pondéré A est  $L_{WA}$ .

#### 3.3 courbe de décroissance sonore spatiale

courbe qui montre la décroissance du niveau de pression acoustique dû à une source sonore de référence, quand la distance entre celle-ci et le point de réception augmente

NOTE 1 Ces courbes dépendent de la fréquence et caractérisent les propriétés acoustiques des salles. Dans certains cas, plusieurs courbes de décroissance sonore spatiale sont nécessaires pour caractériser une salle.

À partir de cette courbe, et pour un domaine donné de distances à partir de la source, on détermine deux grandeurs principales:

- le taux de décroissance spatiale du niveau de pression acoustique par doublement de la distance ( $DL_2$ ), et
- l'amplification du niveau de pression acoustique ( $DL_f$ ).

Trois domaines de distance sont normalement intéressants: les régions proche, intermédiaire et lointaine. Les deux grandeurs  $DL_2$  et  $DL_f$  sont utiles pour évaluer la qualité acoustique d'une salle.

NOTE 2 Basée sur ISO 11690-1:1996, définition 3.4.11.

#### 3.4 valeur de la décroissance sonore,

$D_j(r)$   
différence, en décibels, entre le niveau de pression acoustique, dans une bande d'octave donnée et à une position de microphone située à une distance donnée de la source sonore de référence, et le niveau de puissance acoustique de la source sonore de référence dans la même bande d'octave, donnée par:

$$D_j(r) = L_{pj}(r) - L_{Wj} \quad (1)$$

où

$L_{Wj}$  est le niveau de puissance acoustique de la source sonore de référence utilisée pour l'essai;

$L_{pj}$  est le niveau de pression acoustique à chaque point de mesure placé à la distance  $r$  de la source sonore;

$j$  est le numéro de la bande d'octave.

NOTE La valeur de la décroissance sonore pour un spectre donné de puissance acoustique peut être calculée en utilisant l'équation (3).

### 3.5

#### taux de décroissance spatiale du niveau de pression acoustique par doublement de la distance

$DL_2$

penne, en décibels, de la courbe de décroissance sonore spatiale dans une plage de distances donnée, lorsque la distance à la source double

### 3.6

#### amplification du niveau de pression acoustique

$DL_f$

valeur moyenne, en décibels, de la différence, sur une plage de distances donnée, entre la courbe de décroissance sonore spatiale du local et la courbe de décroissance sonore spatiale en champ libre

NOTE La décroissance sonore spatiale en champ libre est de 6 dB par doublement de la distance.

## 4 Décroissance sonore dans une salle

### 4.1 Généralités

Pour l'information de base sur la propagation du son dans une salle et sur les courbes de décroissance sonore spatiale, voir ISO 11690-1, ISO/TR 11690-3 et les autres références données dans la bibliographie.

### 4.2 Courbes de décroissance sonore spatiale

#### 4.2.1 Courbe de décroissance sonore spatiale de référence

La courbe de référence est la courbe de décroissance sonore spatiale qui serait rencontrée en champ libre, en l'absence de toute surface réfléchissante ou objet diffusant. Pour chaque position de microphone, les valeurs  $D_{réf}$  prises sur cette courbe sont données par la formule suivante:

$$D_{réf}(r) = 10 \lg \left( \frac{r_0^2}{4\pi r^2} \right) \text{dB} = \left( 20 \lg \frac{r_0}{r} - 11 \right) \text{dB} \quad (2)$$

où

$r$  est la distance entre la source sonore et le point de mesure considéré, en mètres;

$r_0$  est la distance de référence (= 1 m).

L'expérience montre que les réflexions par le sol et la directivité de la source influencent la courbe de décroissance sonore mesurée si l'influence du local est faible. C'est le cas des très grands locaux et/ou des locaux à parois fortement absorbantes. Ceci peut être pris en compte en appliquant la méthode de correction décrite à l'annexe B.

Il est recommandé de tracer la courbe de référence dans tout diagramme où sont représentées des courbes de décroissance sonore spatiale (voir Figure 1).

**4.2.2 Courbes de décroissance sonore spatiale par bandes de fréquence et pour un spectre de fréquences donné**

Dans le cadre de la présente Norme internationale, les courbes de décroissance sonore spatiale sont mesurées par bandes d'octave.

NOTE Dans des bandes de fréquence plus étroites (telles que les bandes de tiers d'octave), des effets d'interférence peuvent se produire. Ceux-ci peuvent affecter les courbes de décroissance sonore spatiale de manière complexe au point qu'un grand savoir-faire est requis pour une interprétation correcte. C'est pourquoi de tels mesurages ne sont pas recommandés.

La courbe de décroissance sonore spatiale pour une bande d'octave et un trajet donnés se détermine à partir de l'équation (1).

La courbe de décroissance sonore pour une bande d'octave  $j$  est la représentation graphique des valeurs  $D_j(r)$  de la décroissance sonore avec une échelle logarithmique pour  $r$  (voir Figure 1).

En pratique, il y a souvent un intérêt particulier pour la courbe de décroissance sonore spatiale correspondant à un spectre  $S$  de puissance acoustique donné, par exemple le spectre d'une machine spécifique. Cette courbe est déterminée à partir des données par bandes d'octave au moyen de la formule suivante qui donne la valeur  $D_S$  de  $D$  à la distance  $r$ :

$$D_S(r) = 10 \lg \frac{\sum_j 10^{(D_j(r) + L_{W \text{ mach } j})/10}}{\sum_j 10^{L_{W \text{ mach } j}/10}} \text{ dB} \tag{3}$$

où

$D_j(r)$  est la valeur de  $D$  dans la bande d'octave  $j$  à la position  $r$ ;

$L_{W \text{ mach } j}$  est le niveau de puissance acoustique de la machine dans la bande d'octave  $j$ .

**4.2.3 Courbe de décroissance sonore spatiale normalisée en fréquence**

À moins que le spectre de fréquences des machines qui fonctionnent ou fonctionneront dans le local de travail considéré soit connu, il est souvent suffisant et utile de déterminer la ou les courbe(s) de décroissance sonore spatiale d'un local de travail donné pour un spectre de fréquence normalisé. Dans le cadre de la présente Norme internationale, le spectre de fréquences normalisé est un spectre de bruit rose pondéré A. La courbe de décroissance sonore spatiale normalisée correspondant à ce spectre particulier se calcule à partir des données  $D_j$  par bandes d'octave au moyen de la formule suivante:

$$D_{\text{Norm}} = 10 \lg \left( \sum_j 10^{(D_j + P_j)/10} \right) \text{ dB} - 6,2 \text{ dB} \tag{4}$$

où

$j$  est l'indice de la bande d'octave;

$D_{\text{Norm}}$  est la valeur de  $D$  pour la courbe de décroissance sonore spatiale normalisée en fréquence;

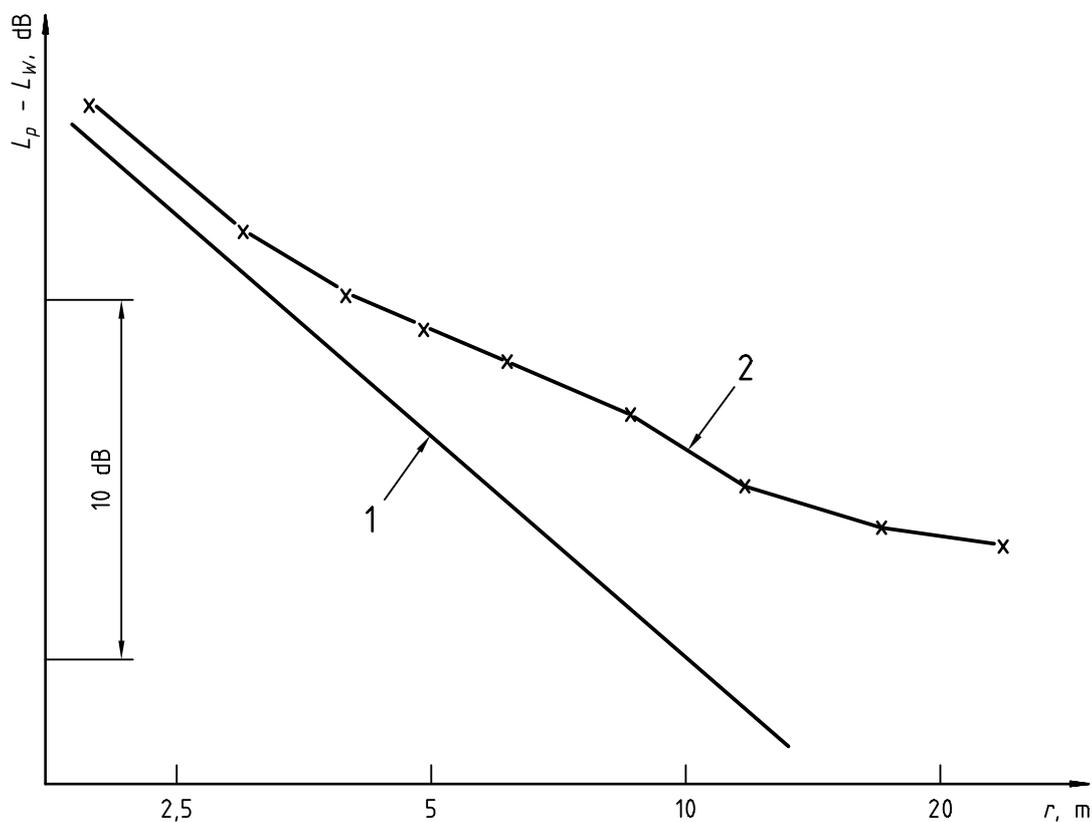
$P_j$  est donné au Tableau 1.

Tableau 1 — Valeurs de  $P_j$  pour la courbe de décroissance sonore spatiale normalisée en fréquence

Fréquence centrale de bande d'octave $j$ , Hz	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Indice $j$	1	2	3	4	5	6
$P_j$ , dB	-16,1	- 8,6	- 3,2	0	1,2	1

NOTE Un bruit rose pondéré A a été retenu comme spectre de fréquences normalisé parce que la gamme des spectres rencontrés en pratique est vaste au point que l'emploi d'un spectre moyen de bruit industriel pourrait laisser penser que la courbe de décroissance sonore spatiale normalisée en fréquence est représentative de toutes les situations industrielles ce qui n'est pas le cas.

Suivant l'objectif visé, par exemple l'optimisation de l'absorption sonore d'un local, un spectre spécifique peut être utilisé.



#### Légende

- 1 Courbe de décroissance sonore spatiale en champ libre
- 2 Courbe de décroissance sonore spatiale
- x Points de mesure
- r Distance à la source (échelle logarithmique)

Figure 1 — Représentation d'une courbe de décroissance sonore spatiale

## 5 Mesurage de la courbe de décroissance sonore spatiale

### 5.1 Spécifications relatives à la source sonore utilisée pour l'essai

#### 5.1.1 Performances exigées de la source

Certaines exigences concernant les sources sonores de référence spécifiées dans l'ISO 6926 sont plus sévères que nécessaire pour les besoins de la présente Norme internationale. D'autres caractéristiques de la source sonore de référence doivent satisfaire à des exigences plus sévères pour que les mesurages soient conformes à la présente Norme internationale. C'est pourquoi l'annexe A fixe les exigences que doit remplir une source sonore de référence dans le cadre de la présente Norme internationale.

#### 5.1.2 Étalonnage et contrôle de la puissance acoustique de la source

La source sonore doit être étalonnée par bandes d'octave et de tiers d'octave conformément à l'ISO 6926. Le Tableau 2 indique les environnements acoustiques à utiliser pour déterminer la puissance acoustique et la directivité, suivant la position de la source dans une utilisation normale, à fin d'étalonnage et de contrôle. La méthode de détermination des caractéristiques de directivité de la source sonore est spécifiée à l'annexe A. Les contrôles doivent être effectués par bandes d'octave. L'intervalle entre les contrôles dépend de l'expérience acquise à l'utilisation de la source.

**Tableau 2 — Environnements appropriés pour la détermination de l'émission sonore de la source à fin d'étalonnage**

Hauteur du centre acoustique de la source au-dessus du sol en utilisation normale	Environnements appropriés pour la détermination de la puissance acoustique	Environnements appropriés pour la détermination des caractéristiques de directivité
≤ 0,5 m	Salle réverbérante (voir ISO 3741) ou semi-anéchoïque (voir ISO 3745)	Salle semi-anéchoïque (voir ISO 3745)
> 0,5 m	Salle réverbérante (voir ISO 3741) ou anéchoïque (voir ISO 3745)	Salle anéchoïque (voir ISO 3745)

Si la source est utilisée assez fréquemment, il est recommandé de déterminer son niveau de puissance acoustique par bandes d'octave tous les trois mois ou plus souvent jusqu'à ce que six résultats de mesure individuels soient disponibles. Au-delà, l'intervalle entre les contrôles peut être plus long.

NOTE L'objet de la détermination de la courbe de décroissance sonore spatiale peut ne pas nécessiter la connaissance du niveau de puissance acoustique de la source. C'est le cas, par exemple, lorsque la performance acoustique d'un local de travail (voir article 6) est évaluée uniquement sur la base de la pente par doublement de distance de la courbe donnant la décroissance spatiale des niveaux de pression acoustique (voir 3.5).

#### 5.1.3 Emplacement de la source

Pour le mesurage de la courbe de décroissance sonore spatiale, le centre acoustique de la source sonore doit être placé:

- soit, aussi près que possible du sol,
- soit, à une hauteur au-dessus du sol supérieure à 0,5 m.

Une source est considérée comme étant proche du sol si son centre acoustique est à une hauteur inférieure ou égale à 0,5 m.

Le centre acoustique de la source doit se trouver à au moins 3 m de toute paroi et tout objet réfléchissant autre que le sol. Si cette exigence ne peut pas être remplie du fait des dimensions du local, la distance utilisée pour l'essai doit être relevée et indiquée dans le rapport d'essai.

### 5.1.4 Puissance acoustique et bruit de fond

La puissance acoustique de la source doit être telle que, pour toutes les distances et dans toutes les bandes d'octave où la courbe de décroissance sonore spatiale est mesurée, le niveau de pression acoustique dû à la source est d'au moins 10 dB supérieur au bruit de fond dû aux autres sources. Si, en un point de mesure et dans une bande d'octave donnés, le niveau de pression acoustique, lorsque la source utilisée pour l'essai est en fonctionnement, est entre 6 dB et 10 dB supérieur au bruit de fond, une correction de bruit de fond, déterminée conformément à l'ISO 3744, doit être effectuée.

## 5.2 Appareillage de mesure

Les niveaux de pression acoustique dans chaque bande d'octave et à chaque position de microphone doivent être mesurés en utilisant un sonomètre de classe 1 conforme à la CEI 60651 ou un sonomètre intégrateur-moyenneur de classe 1 conforme à la CEI 60804. Le microphone doit être omnidirectionnel (compte tenu de tout élément susceptible de lui être connecté). Les filtres de bande d'octave doivent être conformes à la CEI 61260.

Si le signal est enregistré (au moyen par exemple d'un enregistreur analogique ou digital), il sera fait en sorte que l'ensemble de l'appareillage satisfasse aux exigences ci-dessus.

## 5.3 Trajet et points de mesure

### 5.3.1 Trajet de mesure

Le trajet de mesure doit être parallèle au sol et commencer à la source. Le dernier point de mesure sur le trajet doit être situé à une distance d'au moins 1,5 m de toute paroi ou tout gros objet réfléchissant. Une distance plus grande est recommandée.

Les hauteurs de trajet à préférer sont 1,55 m (simulant ainsi une personne debout) et 1,2 m (simulant ainsi une personne assise). Toute autre hauteur du trajet est acceptable dans la mesure où le trajet demeure parallèle au sol; sa valeur doit être relevée et indiquée dans le rapport d'essai.

Il ne doit y avoir aucun obstacle entre le trajet et le sol. Si cette exigence ne peut être remplie, ceci sera relevé et indiqué dans le rapport d'essai ainsi que la localisation précise du ou des obstacles par rapport au trajet de mesure.

Le trajet doit être en vue directe de la source. Si possible, il doit être tel que d'éventuelles structures réfléchissantes de grande taille soient situées à plus de 1,5 m de part et d'autre du trajet. Dans le cas contraire, un trajet ou une hauteur de trajet différent doit être choisi. Si possible, des mesurages doivent être également effectués le long d'un second trajet de préférence orthogonal au premier.

### 5.3.2 Points de mesure

Les points de mesure doivent être répartis le long du trajet de mesure. Les distributions possibles de points le long d'un trajet sont nombreuses. Il est recommandé de choisir une des distributions suivantes:

- 1 m, 2 m, 3 m, ... , 10 m, 12 m, 14 m, ... , 20 m, 24 m, 28 m, ... , 40 m, 48 m, 56 m, ... (incrément constant à l'intérieur de chaque plage et logarithmique d'une plage à l'autre);
- 2 m, 3 m, 4 m, 6 m, 8 m, 12 m, 16 m, 24 m, 32 m, 48 m, 64 m ... .

Le nombre de positions de mesure dans une distribution donnée est un nombre minimal. D'autres positions de mesure peuvent être ajoutées. Lorsqu'il est faisable, un enregistrement continu des niveaux de pression acoustique en fonction de la distance fournit la meilleure description possible de la décroissance sonore spatiale.

Les distances indiquées dans les distributions ci-dessus sont les distances entre le centre acoustique de la source et les microphones. Pour les sources dont le centre acoustique est au sol, le Tableau 3 relie la distance ci-dessus à la distance horizontale, pour les deux hauteurs de microphone données en 5.3.1.

**Tableau 3 — Correspondance entre la distance  $r$  d'un microphone au centre acoustique de la source et la distance horizontale, pour une source sonore dont le centre acoustique est au sol**

Valeurs en mètres

Distance au centre acoustique de la source	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Distance horizontale, pour un trajet à 1,2 m	1,60	2,75	3,82	4,85	5,89	6,90	7,91	8,92	9,93
Distance horizontale, pour un trajet à 1,55 m	1,25	2,55	3,69	4,75	5,80	6,83	7,85	8,87	9,88

NOTE La distance horizontale est arrondie au centimètre le plus proche. Au-delà d'une distance de 10 m, ces deux distances peuvent être considérées comme égales.

NOTE 1 La position à 1 m de la première distribution recommandée n'est possible que si le centre acoustique de la source est au sol.

NOTE 2 Dans un local suffisamment grand, il peut y avoir plusieurs choix possibles de trajet. Deux d'entre eux sont particulièrement appropriés suivant l'objet du mesurage.

- a) Détermination de plusieurs courbes de décroissance sonore spatiale le long des axes longitudinal et transversal du local dans différentes zones contiguës de ce dernier, par exemple lorsque l'objet du mesurage est l'évaluation de la performance acoustique d'un local (voir article 6) dans la plage de distances intermédiaire de chacune de ces zones. Ceci présente un intérêt particulier dans le cas de locaux de travail de grandes dimensions dont les performances acoustiques varient d'une zone à une autre du fait de l'architecture du local et/ou de l'inhomogénéité de ses propriétés d'absorption acoustique.
- b) Détermination d'une courbe de décroissance sonore spatiale dans chacun des axes longitudinal et transversal du local. Ceci présente un intérêt particulier dans le cas de locaux de grandes dimensions dont l'architecture et les propriétés d'absorption acoustique sont homogènes et dont on souhaite connaître les performances acoustiques dans la région lointaine.

### 5.4 Procédure de mesurage

Si possible, les mesurages doivent être effectués avec toutes les machines, systèmes de ventilation, réseaux de conduites sous pression traversant le local, etc. à l'arrêt, à l'exception de la source sonore utilisée pour l'essai.

La source sonore utilisée pour l'essai doit satisfaire aux exigences données en 5.1 et être positionnée avec précision, son centre acoustique étant placé comme spécifié en 5.1.3.

Le local doit être dans ses conditions normales de fonctionnement (encombrement normal en termes de type, volume occupé et localisation dans le local; portes et fenêtres closes si ceci correspond aux conditions normales de fonctionnement).

Le fait que les exigences en matière de bruit de fond données en 5.1.4 soient remplies doit être vérifié. Si nécessaire, les corrections de bruit de fond seront faites comme indiqué en 5.1.4.

La source sonore utilisée pour l'essai étant en fonctionnement, le niveau de pression acoustique doit être mesuré en des positions discrètes sur le(s) trajet(s) de mesure, comme spécifié en 5.3, dans les six bandes d'octave allant de 125 Hz à 4 000 Hz.

La durée totale des mesurages peut être courte (permettant ainsi une interruption courte de l'activité du local) si un enregistrement est effectué. Dans ce cas, le signal est enregistré sans aucun filtrage en fréquence et l'analyse spectrale est effectuée en différé en laboratoire pour chaque point de mesure. Le comportement dynamique du dispositif d'enregistrement doit être pris en compte. En règle générale, il est recommandé d'utiliser un préamplificateur avec des gammes calibrées en décibels.

Si plusieurs positions de la source utilisée pour l'essai remplissent les exigences de la présente Norme internationale et si l'objet de l'essai est l'évaluation de la performance acoustique du local (voir article 6), la position retenue doit, si possible, se trouver dans la zone du local où sont ou seront placées les machines les plus bruyantes.

NOTE Pour un local donné, les résultats des mesurages décrits ci-dessus peuvent être influencés par le type de source sonore utilisée pour l'essai et l'incertitude sur la puissance acoustique de celle-ci ainsi que par la position du trajet et la direction dans laquelle le mesurage est effectué sur ce trajet. Il n'est pas possible aujourd'hui de donner une information quantitative sur la précision des mesurages.

Toutefois, les valeurs maximales suivantes de l'incertitude sur les niveaux pondérés A sont à attendre pour des essais réalisés dans des conditions de répétabilité (même source, mêmes hauteur et orientation de la source, même trajet, même hauteur du trajet, mêmes nombre et positions des microphones, même appareillage, même opérateur, environnement acoustique inchangé):

$\pm 0,3$  dB pour  $DL_2$ , et

$\pm 2$  dB pour  $DL_f$ .

## 5.5 Représentation des résultats de mesure

La courbe de décroissance sonore spatiale doit être tracée dans un diagramme comme indiqué à la Figure 1. La distance entre le microphone et le centre acoustique de la source doit être portée en abscisses. Les valeurs de  $D$  doivent être portées dans un tableau tel que le Tableau 4. Si l'objet est de déterminer la courbe de décroissance sonore spatiale pour un spectre spécifié de puissance acoustique  $S$  (voir 4.2.2) et/ou une courbe de décroissance sonore spatiale normalisée en fréquence (voir 4.2.3), alors les valeurs correspondantes de  $D$  doivent également être représentées sous forme graphique et portées dans un tableau.

## 6 Description paramétrique de la courbe de décroissance sonore spatiale en vue de l'évaluation de la performance acoustique des locaux de travail

### 6.1 Généralités

Une des raisons principales de mesurer les courbes de décroissance sonore spatiale est l'évaluation de la performance acoustique d'un local de travail. Cette évaluation repose sur la détermination, à partir de la courbe de décroissance sonore spatiale, de paramètres spécifiques, à savoir le taux de décroissance spatiale du niveau de pression acoustique par doublement de la distance (voir 3.5) et l'amplification du niveau de pression acoustique par rapport au champ libre (voir 3.6). Ces paramètres sont normalement déterminés dans trois plages de distances à la source.

### 6.2 Plages de distances

Les plages de distances suivantes sont à différencier lors de l'évaluation d'une courbe de décroissance sonore spatiale (voir Figure 2) et des paramètres associés.

- a) La région proche: cette région va de 1 m à une distance  $d_1$ . La courbe de décroissance sonore spatiale y est dominée par le champ direct de la source utilisée pour l'essai. La position de la source utilisée pour l'essai par rapport à des surfaces réfléchissantes proches ou à des surfaces limitant le rayonnement à un certain angle solide (par exemple, source dans un angle ou dans une partie d'un local dont le plafond est bas) a une grande influence sur la décroissance dans cette région. Cette région est utile pour l'évaluation des propriétés acoustiques des petits locaux.
- b) La région intermédiaire: cette région va de la distance  $d_1$  à une distance  $d_2$ . Il est recommandé, chaque fois que cela est possible, d'aller jusqu'à 24 m. La région intermédiaire est particulièrement importante pour la caractérisation de la performance acoustique d'un local sur le plan de l'hygiène et de la sécurité.

c) La région lointaine: cette région commence à la distance  $d_2$ . La décroissance sonore y est fortement influencée par les surfaces réfléchissantes et diffusantes (de machines ou autres objets) présentes dans le local. Cette région est également importante pour l'évaluation acoustique des locaux de travail, loin de la source, sur le plan de l'hygiène et de la sécurité.

Des valeurs typiques de  $d_1$  et  $d_2$  sont respectivement 5 m et 16 m. Si, compte tenu des dimensions du local et de l'objet de l'essai, d'autres valeurs sont utilisées, celles-ci doivent être relevées et indiquées dans le rapport d'essai.

Les distances doivent être mesurées depuis le centre acoustique de la source utilisée pour l'essai.

### 6.3 Détermination du taux de décroissance spatiale du niveau de pression acoustique par doublement de la distance, $DL_2$

Le taux de décroissance spatiale du niveau de pression acoustique par doublement de la distance,  $DL_2$ , dans la plage  $[r_n, r_m]$  de valeurs de  $r$  et pour une bande d'octave  $j$  donnée, se calcule à partir des valeurs de  $D$  aux positions de microphone  $i$  (voir 4.2.2) au moyen de l'équation suivante:

$$DL_2 = -0,3 \frac{z \sum_{i=n}^m \left[ D_i \lg \left( \frac{r_i}{r_0} \right) \right] - \sum_{i=n}^m D_i \sum_{i=n}^m \lg \left( \frac{r_i}{r_0} \right)}{z \sum_{i=n}^m \left[ \lg \left( \frac{r_i}{r_0} \right) \right]^2 - \left[ \sum_{i=n}^m \lg \left( \frac{r_i}{r_0} \right) \right]^2} \text{ dB} \quad (5)$$

où

$$z = m - n + 1$$

$D_i$  est donné par l'équation (1) ou l'équation (B.1) si la correction définie à l'annexe B est utilisée.

Si la détermination ne porte que sur  $DL_2$  par bandes d'octave, il n'est pas nécessaire de connaître le niveau de puissance acoustique de la source utilisée pour l'essai. Toutefois, toutes les autres exigences relatives à la source sonore données en 5.1 doivent être remplies.

Le taux de décroissance spatiale du niveau de pression acoustique par doublement de la distance, sur la plage de distances  $[r_n, r_m]$  et pour le spectre de fréquences normalisé défini en 4.2.3, s'obtient en utilisant l'équation (5) dans laquelle  $D_i$  est remplacé par la valeur de  $D$  donnée par l'équation (4).

### 6.4 Détermination de l'amplification du niveau de pression acoustique, $DL_f$ , par rapport à une courbe de décroissance sonore de référence

#### 6.4.1 Généralités

Dans chaque plage de distances, l'amplification du niveau de pression acoustique peut être caractérisée de deux manières différentes qui sont toutes deux d'intérêt pratique, la première au moyen d'une valeur moyenne, la seconde au moyen de la valeur à une distance spécifiée.

L'amplification du niveau de pression acoustique doit être déterminée à partir des mesurages effectués en utilisant une source sonore conforme à 5.1.

#### 6.4.2 Valeur de l'amplification du niveau de pression acoustique pour une plage de distances $[r_n, r_m]$ et dans une bande d'octave donnée

L'amplification du niveau de pression acoustique par rapport au champ libre (ou à un champ semi-libre), à une distance de la source et dans une bande d'octave données, est donnée par l'équation:

$$DL_f = D - D_{réf} \quad (6)$$

où

$D$  est donné par l'équation (1) ou l'équation (B.1) si la correction définie à l'annexe B est utilisée;

$D_{réf}$  est donné par l'équation (2).

La valeur moyenne,  $DL_f(r_n, r_m)$ , de  $DL_f$  donnée par l'équation (6), sur la plage de distances limitée par les positions de microphone  $i = n$  et  $i = m$  situées aux distances  $r_n$  et  $r_m$  de la source sonore et pour une bande d'octave donnée, est donnée par l'équation:

$$DL_f(r_n, r_m) = \frac{\sum_{i=n+1}^m \left[ (DL_{f_i} + DL_{f_{i-1}}) \lg\left(\frac{r_i}{r_{i-1}}\right) \right]}{2 \lg\left(\frac{r_m}{r_n}\right)} \text{ dB} \quad (7)$$

#### 6.4.3 Valeur $DL'_{fr}$ de $DL_f$ à la distance spécifiée $r$ et pour une bande d'octave donnée

La valeur  $DL'_{fr}$  de  $DL_f$  dans une bande d'octave donnée et à une distance conventionnelle  $r$  de la source est utile pour décrire la courbe de décroissance sonore dans chaque plage de distances comme illustré à la Figure 2.  $DL'_{fr}$  est la hauteur de la droite de régression au-dessus de la droite représentant le champ libre, à la distance  $r$  et dans la bande d'octave considérée. Les distances conventionnelles retenues dans le cadre de la présente Norme internationale sont 4 m pour la région proche, 10 m pour la région intermédiaire et 30 m pour la région lointaine.  $DL'_{fr}$  doit être calculé au moyen de l'équation (8):

$$DL'_{fr} = \left( \sum_{i=n}^m \frac{D_i}{z} \right) + 20 \lg\left(\frac{r}{r_0}\right) \text{ dB} + \left[ \frac{DL_2(r_n, r_m)}{\lg 2} \right] \left[ \left( \sum_{i=n}^m \frac{\lg(r_i / r_0)}{z} \right) - \lg\left(\frac{r}{r_0}\right) \right] + 11 \text{ dB} \quad (8)$$

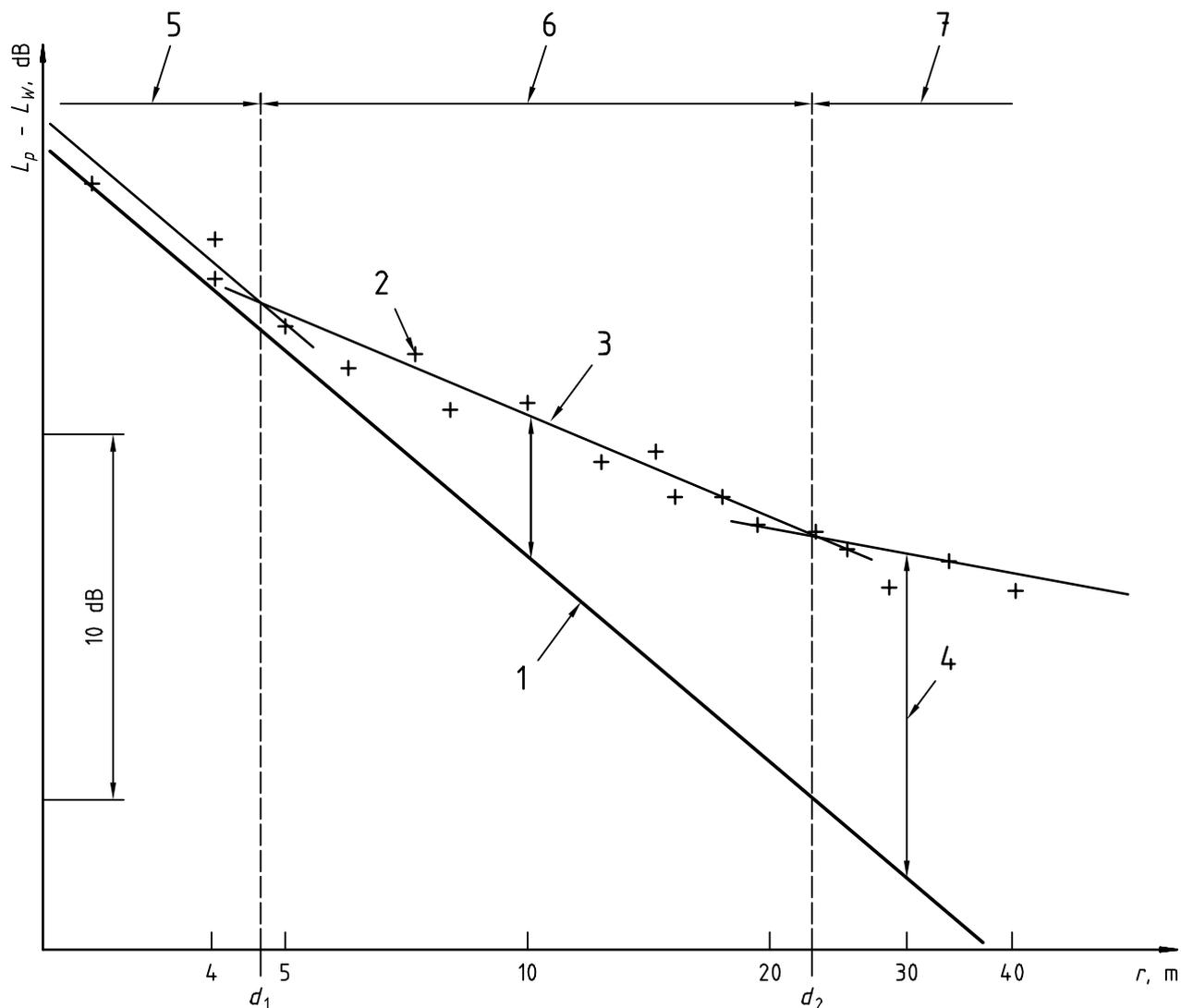
où

$$z = m - n + 1;$$

$r_i$  est la distance entre la source sonore et la position de microphone  $i$  à l'intérieur de la plage de distances  $[r_n, r_m]$ ;

$D_i$  est donné par l'équation (1) ou l'équation (B.1) si la correction définie à l'annexe B est utilisée;

$r_0$  est la distance de référence (= 1 m).



**Légende**

- 1 Courbe de décroissance sonore spatiale en champ libre
- 2 Point de mesure
- 3 Ligne de régression pour la région intermédiaire
- 4 Amplification du niveau de pression acoustique dans la bande d'octave de 1 000 Hz aux distances spécifiées 4 m, 10 m et 30 m.
- 5 Région proche
- 6 Région intermédiaire
- 7 Région lointaine

$r$  Distance à la source

**Figure 2 — Illustration, pour la bande d'octave de 1 000 Hz, de la description paramétrique d'une courbe de décroissance sonore spatiale en utilisant les trois portions de ligne droite (droites de régression de pente  $DL_2$ ) limitées par les distances  $d_1$  et  $d_2$  et l'amplification du niveau de pression acoustique aux trois distances spécifiées**

## 6.5 Évaluation des données de mesure

L'évaluation des données de mesure doit être effectuée à partir de la courbe de décroissance sonore spatiale représentée comme indiqué en 5.5.

Les valeurs de  $DL_2$ ,  $DL_f$  et  $DL'_{fr}$  pour chaque trajet et chaque plage de distances utile prise parmi celles définies en 6.2, doivent être déterminées à partir des résultats de mesure en utilisant respectivement les équations (5), (7) et (8).

Lorsque deux trajets de mesure orthogonaux sont utilisés et suivant l'objet des mesurages, l'évaluation peut être effectuée séparément sur chacune des deux courbes de décroissance sonore spatiale obtenues ou celles-ci peuvent être réduites à une seule courbe par moyennage (moyennage arithmétique de niveaux).

Les valeurs de  $DL_2$  et  $DL_f$  doivent au moins être déterminées pour la région intermédiaire. Cette détermination doit au moins être faite avec  $d_1 = 5$  m et  $d_2 = 16$  m, si l'intention est de comparer des données au niveau international.

Afin d'éviter toute confusion entre les valeurs de  $DL_2$ ,  $DL_f$  et  $DL'_{fr}$  dans les trois régions, la notation spécifique suivante doit être utilisée:

- $DL_{2,F}(r_n;r_m)$  and  $DL_{f,F}(r_n;r_m)$  respectivement pour le taux de décroissance par doublement de la distance et pour l'amplification moyenne du niveau de pression acoustique, sur la plage de distances limitée par les distances  $r_n$  et  $r_m$ , où  $F$  est la valeur de la fréquence centrale en hertz de la bande d'octave considérée;
- $DL'_{f,F,r}$  pour l'amplification du niveau de pression acoustique à la distance spécifiée  $r$ , où  $F$  est la valeur de la fréquence centrale en hertz de la bande d'octave considérée.

### EXEMPLES

$DL_{2,1\ 000}(1;5)$  est la valeur de  $DL_2$  dans la bande d'octave de 1 000 Hz pour une région proche allant de 1 m à 5 m,

$DL_{f,4\ 000}(24;100)$  est la valeur moyenne de  $DL_f$  dans la bande d'octave de 4 000 Hz pour une région lointaine allant de 24 m à 100 m,

$DL'_{f,2\ 000,10}$  est l'amplification du niveau de pression acoustique dans la bande d'octave de 2 000 Hz à la distance spécifiée de 10 m.

L'indication de la bande de fréquence doit être remplacée par S ou Norm dans le cas où  $DL_2$  et/ou  $DL_f$  et/ou  $DL'_{fr}$  sont déterminés respectivement pour un spectre spécifique S (voir 4.2.2) ou pour le spectre normalisé (voir 4.2.3).

## 7 Informations à relever et à faire figurer dans le rapport d'essai

Dans le cadre des mesurages effectués conformément à la présente Norme internationale, les informations suivantes doivent être relevées et portées dans le rapport d'essai:

- a) description de la source sonore utilisée pour l'essai y compris ses caractéristiques de directivité et la hauteur de son centre acoustique au-dessus du sol;
- b) description de l'appareillage de mesure utilisé;
- c) description du local (forme, dimensions, encombrement) et identification précise du ou des trajets ainsi que de la ou des positions dans le local de la source utilisée pour l'essai (tous deux figurant de préférence sur une vue de dessus du local à l'échelle);
- d) pour chaque trajet, le nombre et la position des points de mesure;
- e) indication du type de données à obtenir;

- f) courbes de décroissance sonore spatiale par bandes d'octave;
- g) courbe de décroissance spatiale pour un spectre de puissance acoustique donné (auquel cas ce spectre sera relevé dans un tableau ou donné sous forme de diagramme);
- h) courbe de décroissance sonore spatiale normalisée en fréquence;
- i) courbe de référence expérimentale pour corriger suivant la méthode de l'annexe B si cette correction est effectuée;
- j) niveaux de bruit de fond en particulier aux points éloignés de la source utilisée pour l'essai avec, si approprié, indication des points de mesure pour lesquels une correction de bruit de fond a été effectuée et la valeur de cette correction;
- k) données mesurées;
- l) si l'objet de l'essai est l'évaluation de la performance acoustique d'un local, valeurs calculées de  $DL_f$  (valeur moyenne sur une plage de distance et/ou valeur à une distance spécifiée) et de  $DL_2$ , pour chaque trajet et au moins pour la région intermédiaire. Les valeurs de  $d_1$  et  $d_2$  utilisées;
- m) l'indication que la détermination a été effectuée conformément à la présente Norme internationale. Tout écart éventuel par rapport aux exigences de la présente Norme internationale doit être relevé et indiqué dans le rapport d'essai accompagné des justifications;
- n) la personne responsable des mesurages et des calculs;
- o) l'heure et la date des mesurages.

En ce qui concerne le point a), il n'y a pas obligation à donner dans le rapport d'essai les caractéristiques de directivité de la source sonore utilisée pour l'essai.

Les courbes de décroissance sonore spatiale correspondant à chaque trajet doivent être données dans le rapport d'essai sous forme de tableaux (voir Tableau 4) ou de graphiques (voir Figure 1).

**Tableau 4 — Exemple de présentation dans le rapport d'essai des données relatives à la décroissance sonore sous forme de tableau**

Distance du centre acoustique de la source au microphone, m	Fréquence centrale de bande d'octave						Courbe de référence utilisée (voir 4.2.1 et annexe B)
	Hz						
	125	250	500	1 000	2 000	4 000	
	$L_p - L_W$ , dB						

## Annexe A (normative)

### Exigences relatives à la source sonore utilisée pour l'essai

#### A.1 Directivité de la source

La source sonore utilisée pour l'essai doit être aussi omnidirectionnelle que possible. Les caractéristiques de directivité de la source sonore doivent être mesurées par bandes de tiers d'octave en appliquant la méthode donnée ci-après qui est basée sur l'ISO 140-3:1995, 1.3.

Les mesurages doivent être effectués dans un environnement approprié comme indiqué en 5.1.2, Tableau 2. Des conditions de champ libre ou champ semi-anéchoïque approché, à l'extérieur ou à l'intérieur, sont acceptables si l'influence des réflexions par des obstacles et des surfaces (autres que le sol pour un champ semi-anéchoïque approché) est inférieure à 0,2 dB dans la plage de fréquences utile.

Pour déterminer la directivité d'une source fonctionnant au-dessus du sol, la procédure «glissante» suivante doit être appliquée dans chaque bande de tiers d'octave de la bande de fréquences utile:

- installer la source en champ libre sur une table tournante;
- placer le microphone à 1,5 m du centre acoustique de la source;
- la source étant alimentée par un bruit à large bande et mise en rotation lente, mesurer les niveaux de pression acoustique avec la pondération en fréquence F, par paliers de 1°;
- calculer le niveau de pression acoustique moyen sur la plage 0° à 360°,  $L_{360}$ ;
- calculer les niveaux de pression acoustique moyens,  $L_{30,i}$ , sur les plages 0° à 30°, 1° à 31°, 2° à 32° etc.

Les indices de directivité sont donnés par:

$$DI_i = L_{30,i} - L_{360} \quad (\text{A.1})$$

Le rayonnement sera considéré comme omnidirectionnel et uniforme si les valeurs de DI sont dans la fourchette de  $\pm 2$  dB dans les bandes de tiers d'octave de la plage 100 Hz à 630 Hz. Dans les bandes de tiers d'octave de la plage 630 Hz à 1 000 Hz, cette fourchette croît linéairement de  $\pm 2$  dB à  $\pm 8$  dB. Elle est de  $\pm 8$  dB dans les bandes de tiers d'octave de la plage 1 000 Hz à 5 000 Hz.

Pour les sources fonctionnant avec leur centre acoustique au sol, les caractéristiques de directivité doivent être mesurées sur un hémisphère, la source étant placée sur le plan réfléchissant, en utilisant soit la méthode «glissante» décrite ci-dessus, soit une méthode de mesurage par points.

Seules les sources sonores dont les caractéristiques de directivité ont été mesurées par bandes de tiers d'octave dans la plage de fréquences 100 Hz à 5 000 Hz et qui remplissent le critère suivant doivent être utilisées. La valeur absolue maximale de l'indice de directivité d'une source par bandes de tiers d'octave ne doit pas être supérieure à 8 dB.

Le critère ci-dessus peut être rempli par des moyens appropriés tels que la rotation de la source. Si la source sonore est mise en rotation, toute valeur mesurée de DI doit résulter d'un moyennage sur au moins un tour complet de la source.

Étant donné que la source utilisée pour l'essai n'est pas parfaitement omnidirectionnelle, afin d'améliorer la répétabilité des mesurages et d'assurer la cohérence des résultats d'éventuelles séries répétées d'essais effectués dans un même local, la source sera marquée de telle manière que son orientation par rapport au trajet de mesure puisse être contrôlée et maintenue inchangée.

## **A.2 Différence de niveaux de puissance acoustique entre bandes de fréquence adjacentes**

Le niveau de puissance acoustique de la source dans une bande de tiers d'octave située dans la plage de fréquences 100 Hz à 5 000 Hz ne doit pas varier de plus de 8 dB par rapport au niveau de puissance acoustique dans les bandes de tiers d'octave adjacentes.

## **A.3 Valeur du niveau de puissance acoustique**

Aucune exigence n'est imposée à la valeur du niveau admissible de puissance acoustique par bandes de tiers d'octave.

## **A.4 Stabilité dans le temps**

On s'assurera que la puissance acoustique du dispositif constituant la source sonore (qui, dans le cas d'un dispositif à base de haut-parleurs, inclut un générateur et un amplificateur de puissance) est constante dans le temps. Dans le cas d'un dispositif à base de haut-parleurs, il est recommandé:

- d'utiliser un amplificateur de puissance compensé en température et à tension stabilisée,
- d'utiliser un générateur à réglage du volume par bonds au moyen de résistances ou équipé d'arrêts à des valeurs discrètes du volume plutôt qu'un générateur à réglage continu du volume,
- de vérifier la stabilité en température des haut-parleurs utilisés.

La variation du niveau de puissance acoustique de la source, déterminée dans des conditions de répétabilité, ne doit pas être supérieure à  $\pm 1$  dB dans les bandes de tiers d'octave allant de 100 Hz à 160 Hz et  $\pm 0,5$  dB dans les bandes de tiers d'octave allant de 200 Hz à 5 000 Hz.

La stabilité à court terme de la puissance acoustique de la source doit être vérifiée en mesurant le niveau de pression acoustique à un point fixe situé à 1 m de la source ou au premier point de mesure, immédiatement avant et après le mesurage de la courbe de décroissance sonore spatiale. Le mesurage est valable si la différence de niveaux dans chaque bande d'octave n'est pas supérieure à  $\pm 1$  dB.

## Annexe B (normative)

### Correction des courbes de décroissance sonore mesurées pour tenir compte des différences de réflexion par le sol et de la directivité de la source

L'expérience montre que, dans les locaux dont la valeur de  $DL_f$  est faible, la courbe de décroissance sonore effectivement mesurée en champ libre sur plan réfléchissant avec la source sonore particulière utilisée influence la courbe de décroissance sonore du local étudié sous l'effet des réflexions par le sol et de la directivité de la source.

La courbe de référence expérimentale est la courbe de décroissance sonore spatiale mesurée en champ libre sur plan réfléchissant, en l'absence de tout autre objet réfléchissant ou diffusant. Le plan réfléchissant doit remplir les exigences de l'ISO 3744:1994, annexe A. Le mesurage doit être effectué avec la source qui sera utilisée pour caractériser le local. L'orientation de la source sonore, la hauteur de la source et du microphone ainsi que les distances de la source aux positions microphoniques doivent être au moins les mêmes que celles utilisées pour caractériser le local à étudier.

La courbe de référence mesurée peut être utilisée pour corriger les valeurs de  $D_j$  mesurées dans le local. Les valeurs corrigées  $D_{\text{corrj}}$  de  $D_j$  sont données par:

$$D_{\text{corrj}}(r) = 10 \lg \left[ 10^{D_j(r)/10} - 10^{D_{\text{mesuré,réfj}}(r)/10} + 10^{D_{\text{sol,réf}}(r)/10} \right] \text{dB} \quad (\text{B.1})$$

où

$D_j(r)$  est donné par l'équation (1);

$D_{\text{mesuré,réfj}}(r)$  est pris sur la courbe de référence mesurée définie ci-dessus;

$D_{\text{sol,réf}}(r)$  est donné par l'équation suivante:

$$D_{\text{sol,réf}}(r) = D_{\text{réf}}(r) + 10 \lg \left( 1 + \frac{r^2}{r^2 + 4h_S h_P} \right) \text{dB} \quad (\text{B.2})$$

où

$D_{\text{réf}}(r)$  est donné par l'équation (2);

$h_S$  est la hauteur de la source;

$h_P$  est la hauteur du trajet.

Si la hauteur de la source sonore est identique à celle du trajet, l'équation (B.2) se réduit à:

$$D_{\text{sol,réf}}(r) = D_{\text{réf}}(r) + 10 \lg \left( 1 + \frac{r^2}{r^2 + 4h_S^2} \right) \text{dB} \quad (\text{B.3})$$

Si la source sonore est au sol,  $h_S = 0$  et l'équation (B.2) se réduit à:

$$D_{\text{sol,réf}}(r) = D_{\text{réf}}(r) + 3 \text{dB} \quad (\text{B.4})$$

## Annexe C (informative)

### Exemple d'utilisation de la présente Norme internationale

#### C.1 Généralités

Dans l'exemple choisi:

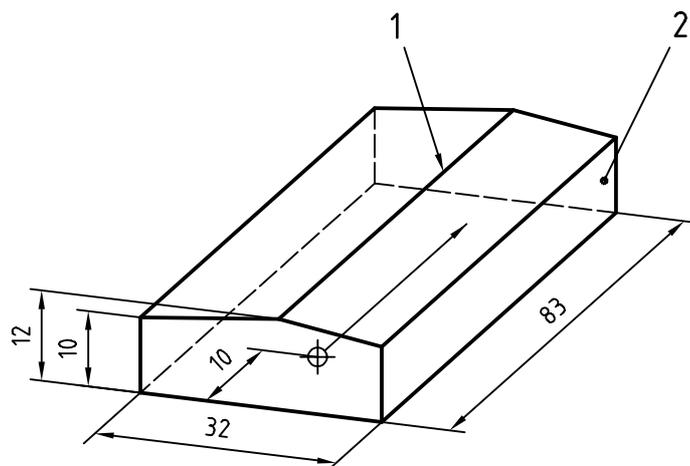
- la source utilisée pour l'essai a son centre acoustique au sol,
- la courbe de référence expérimentale de la source sonore est connue et utilisée pour corriger les valeurs mesurées dans le local,
- le local de travail est neuf et l'activité qui y sera pratiquée n'est pas bien définie si bien qu'aucun spectre de fréquence particulier n'est connu, et
- la raison du mesurage de la courbe de décroissance sonore spatiale est la détermination du taux de décroissance par doublement de la distance et de l'amplification du niveau de pression acoustique, par bandes d'octave et pour le spectre de bruit rose pondéré A de référence.

#### C.2 Données relatives au local de travail et trajet de mesurage choisi

Voir Figure C.1 et Tableau C.1.

Le local de travail a les caractéristiques suivantes:

- forme: local rectangulaire; local de travail de grandes dimensions sur un chantier naval
- dimensions: 83 m × 32 m × 11 m
- nature des parois: voir schéma (caractéristique particulière: traitement acoustique alterné)
- encombrement: modéré



### Légende

- 1 Toiture: fibro-ciment plus 50 % de panneaux acoustiques en alterné  
 2 Parois: bardage métallique plus 50 % de panneaux acoustiques en alterné

○ Source

**Figure C.1 — Schéma du local de travail avec la position de la source sonore et du trajet de mesurage dans le local**

**Tableau C.1 — Trajet de mesurage: Position des microphones**

Microphone n°	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
Distance du centre acoustique de la source au microphone, m	2	3	4	5	6	8	12	16	24	32	48

### C.3 Source sonore utilisée pour l'essai

Voir Figure C.2 et Tableau C.2.

La source sonore a les caractéristiques suivantes:

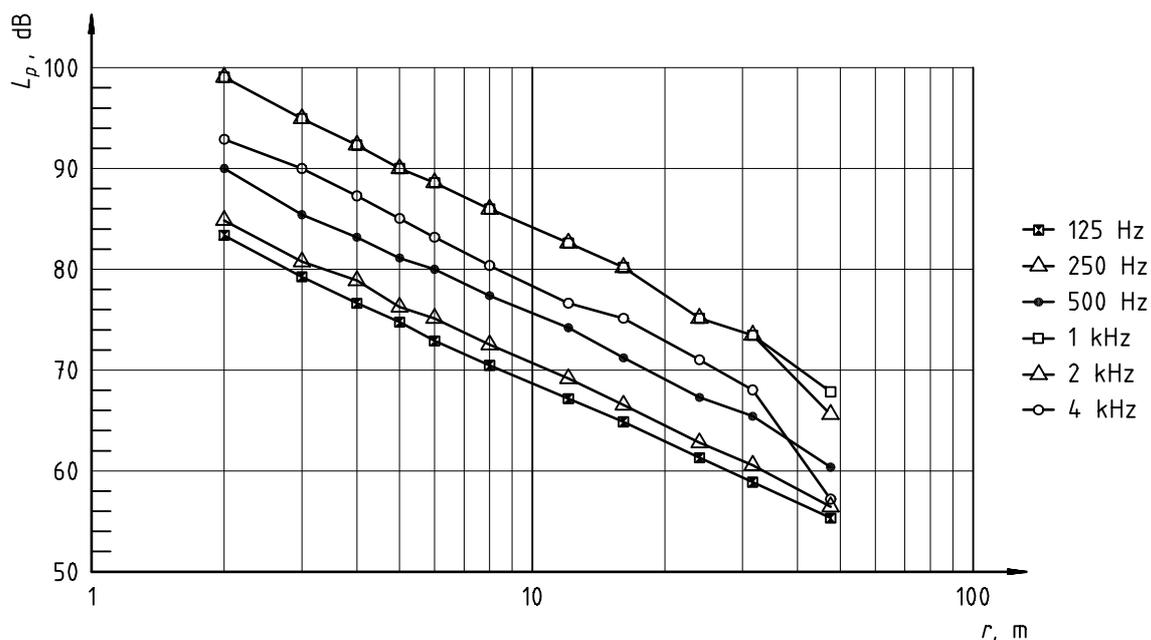
- type: CIMPO-INRS (électromécanique)
- fabrication: INRS
- date du dernier étalonnage: décembre 1995

**Tableau C.2 — Spectre de puissance acoustique par bandes d'octave et pondéré A de la source utilisée**

	Fréquence centrale de bande d'octave, Hz						A
	125	250	500	1 000	2 000	4 000	
$L_W$ , dB	97,6	98,6	102,2	110,8	111,2	107,4	115,7

La source remplit les exigences de performance de l'ISO 14257, à savoir:

- indice maximal de directivité: 4,4 dB,
- différence maximale de puissance acoustique entre bandes adjacentes de tiers d'octave: 6,5 dB,
- stabilité dans le temps conforme à l'article A.4 de l'ISO 14257:2001.



**Figure C.2 — Courbes de décroissance sonore spatiale de référence expérimentales de la source, mesurées en champ libre sur plan réfléchissant (voir annexe B), à utiliser pour corriger les valeurs de décroissance mesurées dans le local de travail, pour chaque bande d'octave**

**Tableau C.3 — Niveaux de pression acoustique par bandes d'octave aux positions de microphone sur le trajet, pris sur les courbes de décroissance sonore spatiale de référence expérimentales de la source utilisée pour l'essai mesurées en champ libre sur plan réfléchissant (voir annexe B)**

Distance du centre acoustique de la source au microphone, m	Niveaux de pression acoustique, dB					
	Fréquence centrale de bande d'octave, Hz					
	125	250	500	1 000	2 000	4 000
2	83,4	84,8	89,7	98,8	99,2	92,8
3	79,8	80,9	85,5	94,7	94,8	90,2
4	76,9	78,8	83,2	92,3	92,2	87,3
5	74,9	76,4	81,4	90,3	90,1	85,0
6	73,2	75,1	80,0	88,7	88,6	83,2
8	70,7	72,5	77,5	86,1	85,9	80,4
12	67,3	69,1	74,1	82,6	82,6	76,8
16	65,1	66,6	71,2	79,8	80,1	75,2
24	61,5	62,8	67,4	75,7	75,3	71,0
32	59,1	60,5	65,3	73,7	73,4	68,0
48	55,6	56,5	60,4	67,8	65,7	57,3

#### C.4 Valeurs et courbes de décroissance sonore

Les valeurs de décroissance sonore sont données dans les Tableaux C.4 à C.6 et les courbes de décroissance sonore sont montrées à la Figure C.3.

**Tableau C.4 — Niveaux de pression acoustique par bande d'octave mesurés dans le local avec la source sonore en fonctionnement (corrigés du bruit de fond)**

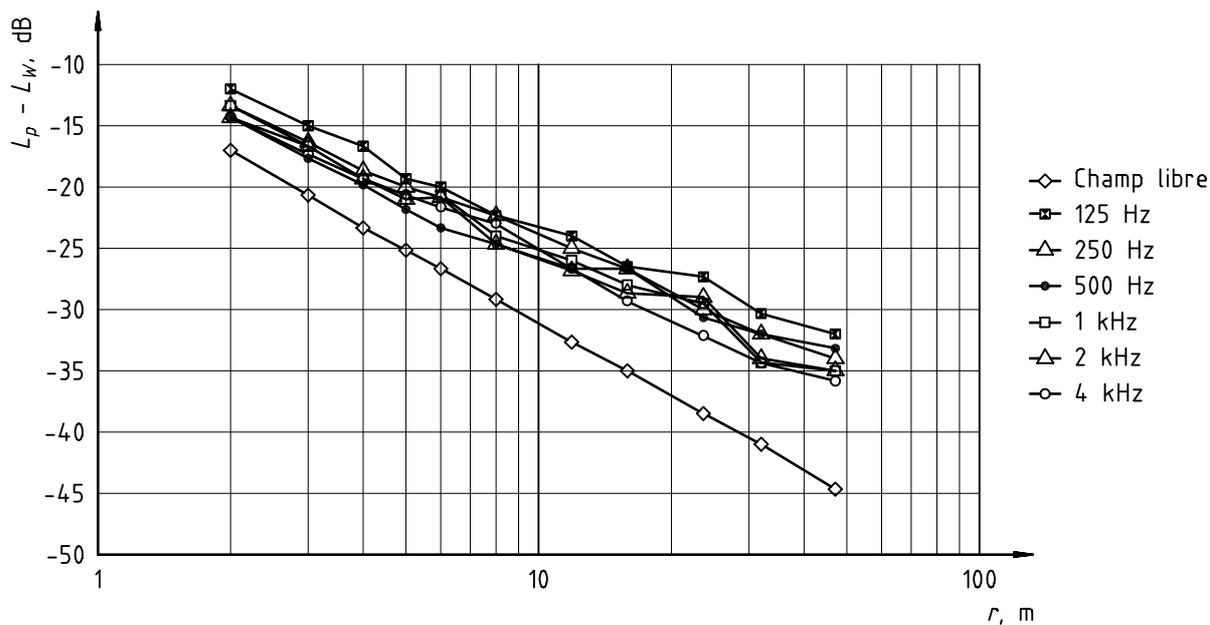
Distance du centre acoustique de la source au microphone, m	Niveaux de pression acoustique, dB					
	Fréquence centrale de bande d'octave, Hz					
	125	250	500	1 000	2 000	4 000
2	85,7	84,9	89,8	98,9	99,7	93,8
3	82,5	81,9	85,7	95,1	96,0	91,2
4	80,8	79,6	83,6	93,0	93,5	88,3
5	78,3	77,8	81,8	92,0	92,2	86,8
6	77,1	77,9	80,5	91,0	91,0	85,7
8	75,4	74,3	78,8	87,9	89,6	84,3
12	73,7	72,1	76,8	85,8	86,6	80,4
16	71,3	70,3	76,3	83,5	85,0	78,1
24	70,4	69,8	72,0	81,5	81,1	74,9
32	67,3	65,0	70,5	77,0	79,4	72,5
48	65,7	63,5	69,1	75,6	76,7	70,5

Tableau C.5 – Valeurs de  $D = L_p - L_W$ , en décibels, par bandes d'octave (corrigés du bruit de fond)

Distance du centre acoustique de la source au microphone, m	Valeurs de $D$ , dB					
	Fréquence centrale de bande d'octave, Hz					
	125	250	500	1 000	2 000	4 000
2	- 11,9	- 13,7	- 12,4	- 11,9	- 11,5	- 13,6
3	- 15,1	- 16,7	- 16,5	- 15,7	- 15,2	- 16,2
4	- 16,8	- 19	- 18,6	- 17,8	- 17,7	- 19,1
5	- 19,3	- 20,8	- 20,4	- 18,8	- 19	- 20,6
6	- 20,5	- 20,7	- 21,7	- 19,8	- 20,2	- 21,7
8	- 22,2	- 24,3	- 23,4	- 22,9	- 21,6	- 23,1
12	- 23,9	- 26,5	- 25,4	- 25	- 24,6	- 27,0
16	- 26,3	- 28,3	- 25,9	- 27,3	- 26,2	- 29,3
24	- 27,2	- 28,8	- 30,2	- 29,3	- 30,1	- 32,5
32	- 30,3	- 33,6	- 31,7	- 33,8	- 31,8	- 34,9
48	- 31,9	- 35,1	- 33,1	- 35,2	- 34,5	- 36,9

Tableau C.6 — Valeurs de  $D = L_p - L_W$ , par bandes d'octave et pour le spectre de bruit rose pondéré A de référence, corrigées du bruit de fond et en utilisant les courbes de référence expérimentales de la source (mesurées en champ libre sur plan réfléchissant)

Distance du centre acoustique de la source au microphone, m	Valeurs de $D$ , dB						Valeurs de $D$ pour le spectre de bruit rose pondéré A de référence, dB
	Fréquence centrale de bande d'octave, Hz						
	125	250	500	1 000	2 000	4 000	
2	-11,8	-13,9	-13,9	-13,8	-13,3	-13,1	-13,4
3	-14,9	-16,5	-17,3	-16,9	-16,1	-16,4	-16,5
4	-16,5	-19,2	-19,6	-19,1	-18,4	-19,0	-18,9
5	-19,0	-20,7	-21,4	-19,8	-19,5	-20,3	-20,0
6	-20,1	-20,7	-22,8	-20,6	-20,7	-21,3	-21,1
8	-21,9	-24,3	-24,4	-23,8	-21,9	-22,7	-22,8
12	-23,7	-26,5	-26,1	-25,6	-25,0	-26,5	-25,7
16	-26,2	-28,3	-26,2	-27,7	-26,5	-29,2	-27,5
24	-27,1	-28,7	-30,4	-29,4	-30,0	-32,2	-30,4
32	-30,2	-33,6	-32,0	-34,2	-31,9	-34,4	-33,1
48	-31,9	-35,0	-33,1	-34,9	-34,0	-35,8	-34,6



a)



b)

Figure C.3 — Courbes de décroissance sonore  $L_p - L_{W_i}$  par bandes d'octave et pour le spectre de bruit rose pondéré A de référence, corrigé du bruit de fond et en utilisant les courbes de référence expérimentales de la source (mesurées en champ libre sur plan réfléchissant)

## C.5 Taux de décroissance spatiale des niveaux de pression acoustique par doublement de la distance

Voir Tableaux C.7 et C.8.

**Tableau C.7 — Valeurs du taux de décroissance spatiale,  $DL_2$ , des niveaux de pression acoustique par doublement de la distance, par bandes d'octave et pour chaque plage de distances**

Plage de distances	Valeurs de $DL_2$ , dB					
	Fréquence centrale de bande d'octave, Hz					
	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Région proche: 2 m à 5 m	5,2	5,2	5,7	4,6	4,8	5,5
Région intermédiaire: 5 m à 24 m	3,7	4,0	3,5	4,4	4,5	5,4
Région lointaine: 24 m à 48 m	4,6	6,0	2,6	5,2	4,0	3,6

**Tableau C.8 — Valeurs du taux de décroissance spatiale,  $DL_2$ , des niveaux de pression acoustique par doublement de la distance pour le spectre de bruit rose pondéré A de référence, pour chaque plage de distances**

Plage de distances	Taux de décroissance sonore spatiale des niveaux de pression acoustique par doublement de la distance pour le spectre rose pondéré A de référence, dB
Région proche: 2 m à 5 m	5,1
Région intermédiaire: 5 m à 24 m	4,6
Région lointaine: 24 m à 48 m	4,1

## C.6 Amplification du niveau de pression acoustique

Voir Tableaux C.9 à C.12.

**Tableau C.9 — Valeurs de l'amplification du niveau de pression acoustique par bandes d'octave,  $DL_f$ , pour chaque plage de distances**

Plage de distances	Valeurs de $DL_f$ , dB					
	Fréquence centrale de bande d'octave, Hz					
	125	250	500	1 000	2 000	4 000
Région proche: 2 m à 5 m	5,6	3,8	4,3	5,2	5,4	4,0
Région intermédiaire: 5 m à 24 m	8,1	6,3	6,9	7,3	7,8	5,6
Région lointaine: 24 m à 48 m	11,5	8,6	9,8	8,3	9,4	6,6

**Tableau C.10 — Valeurs de l'amplification,  $DL_f$ , du niveau de pression acoustique pour le spectre de bruit rose pondéré A de référence, pour chaque plage de distances**

Plage de distances	Amplification du niveau de pression acoustique pour le spectre rose pondéré A de référence, dB
Région proche: 2 m à 5 m	4,8
Région intermédiaire: 5 m à 24 m	7,0
Région lointaine: 24 m à 48 m	8,5

**Tableau C.11 — Valeurs de l'amplification,  $DL'_{f,r}$ , du niveau de pression acoustique par bandes d'octave, à 4 m, 10 m, et 30 m de la source**

Distance à la source, m	Valeurs de $DL'_{f,r}$ , dB					
	Fréquence centrale de bande d'octave, Hz					
	125	250	500	1 000	2 000	4 000
4	6,2	4,0	4,4	5,2	5,3	3,9
10	7,8	5,4	6,4	6,9	7,7	5,8
30	10,6	7,4	9,3	7,2	9,2	6,1

**Tableau C.12— Valeurs de l'amplification du niveau de pression acoustique,  $DL'_{f,r}$ , pour le spectre de bruit rose pondéré A de référence, à 4 m, 10 m, et 30 m de la source**

Distance à la source, m	Amplification du niveau de pression acoustique pour le spectre rose pondéré A de référence, dB
4	4,8
10	6,8
30	8,0

## Bibliographie

- [1] ISO 140-3:1995, *Acoustique — Mesurage de l'isolement acoustique des immeubles et des éléments de construction — Partie 3: Mesurage en laboratoire de l'affaiblissement des bruits aériens par les éléments de construction*
- [2] ISO 11690-1:1996, *Acoustique — Pratique recommandée pour la conception de lieux de travail à bruit réduit contenant des machines — Partie 1: Stratégies de réduction du bruit*
- [3] ISO/TR 11690-3, *Acoustique — Pratique recommandée pour la conception de locaux de travail à bruit réduit contenant des machines — Partie 3: Propagation du son et prévision du bruit dans les locaux de travail*
- [4] Acoustique prévisionnelle intérieure — Étude de cas, *Note Scientifique et technique N°53 de l'I.N.R.S.*, 1984
- [5] A.M. ONDET, J. SUEUR - Development and validation of a criterion for assessing the acoustic performance of industrial rooms. *Journal of the Acoustical Society of America*, Vol. **97**, N°3, 1995
- [6] Arrêté du 30 août 1990 relatif à la correction acoustique des locaux de travail, *J.O. de la République Française*, p.11722, 27 septembre 1990
- [7] PROBST W., NEUGEBAUER G., KURZE U., JOVICIC S., STEPHENSON U. Schallausbreitung in Arbeits räumen. *Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz*, Fb 621, Wirtschaftsverlag NW, 1990
- [8] VDI-Richtlinien 3760, *Berechnung und Messung der Schallausbreitung in Arbeitsräumen*, 1993