

norme européenne**NF EN ISO 9614-2**

Décembre 1996

norme française

Indice de classement : S 31-100-2

ICS : 17.140.01

Acoustique

**Détermination par intensimétrie
des niveaux de puissance acoustique
émis par les sources de bruit****Partie 2 : Mesurage par balayage**

E : Acoustics — Determination of sound power levels of noise sources using sound intensity — Part 2 : Measurement by scanning

D : Akustik — Bestimmung der Schalleistungspegel von Geräuschquellen durch Schallintensitätsmessung — Teil 2 : Messung mit kontinuierlicher Abtastung

Norme française homologuée

par décision du Directeur Général de l'AFNOR le 20 novembre 1996 pour prendre effet le 20 décembre 1996.

Correspondance

La norme européenne EN ISO 9614-2:1996 a le statut d'une norme française. Elle reproduit intégralement la norme internationale ISO 9614-2:1996.

Analyse

Le présent document prescrit une méthode de mesurage de la composante de l'intensité acoustique normale à une surface de mesurage entourant la (les) source(s) de bruit dont on souhaite déterminer le niveau. Il précise également certaines procédures complémentaires à appliquer lors de la détermination de la puissance acoustique dont les résultats indiquent la qualité de la détermination et donc la classe de précision.

Descripteurs**Thésaurus International Technique** : acoustique, source sonore, bruit acoustique, détermination, puissance acoustique, mesurage, intensité, niveau.**Modifications****Corrections**Éditée et diffusée par l'Association Française de Normalisation (AFNOR), Tour Europe 92049 Paris La Défense Cedex
Tél. : 01 42 91 55 55 — Tél. international : + 33 1 42 91 55 55

Membres de la commission de normalisation

Président : M BOCKHOFF

Secrétariat : MME POTTEVIN — AFNOR

M	AFLALO	BRUEL ET KJAER FRANCE
M	BECIRSPAHIC	CETIAT
MME	BOCARD	AFNOR
M	BOCKHOFF	CETIM
M	BRUN	MINISTERE DU TRAVAIL ET DES AFFAIRES SOCIALES — DIRECTION DES RELATIONS DU TRAVAIL
M	CHATEL	SECAV
M	DANIERE	INRS
M	GIRARD	LNE
M	JACQUES	INRS
M	LEROI	BULL SA
MME	LUBINEAU	UNM
M	LUCQUIAUD	UTAC
MLLE	MARTIN	AFNOR
M	PLOT	PSA PEUGEOT CITROEN
MME	RIBADEAU DUMAS	MINISTERE DU TRAVAIL ET DES AFFAIRES SOCIALES — DIRECTION DES RELATIONS DU TRAVAIL
M	ROZWADOWSKI	01DB SA
M	STAROPOLI	GDF
M	STIERLIN	GDF DETN
M	TAILLIFET	EDF DER
M	VENET	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 :

CEI 942 : NF S 31-139

CEI 1043 : NF EN 61043 (indice de classement : S 31-108)

ICS 17.140.00

Descripteurs : acoustique, source sonore, bruit acoustique, essai, essai acoustique, détermination, puissance acoustique, mesurage acoustique.

Version française

**Acoustique —
Détermination par intensimétrie des niveaux
de puissance acoustique émis par les sources de bruit —
Partie 2 : Mesurage par balayage
(ISO 9614-2:1996)**

Akustik —
Bestimmung der Schalleistungspegel
von Geräuschquellen
durch Schallintensitätsmessung —
Teil 2 : Messig mit kontinuierlicher Abtastung
(ISO 9614-2:1996)

Acoustics —
Determination of sound power levels
of noise sources using sound intensity —
Part 2 : Measurement by scanning
(ISO 9614-2:1996)

La présente norme européenne a été adoptée par le CEN le 1996-05-19.

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, 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 9614-2:1996 a été élaboré par le Comité Technique ISO/TC 43 «Acoustique» en collaboration avec le Comité Technique CEN/TC 211 «Acoustique» dont le secretariat 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 février 1997, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en en février 1997.

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

Notice d'entérinement

Le texte de la norme internationale ISO 9614-2:1996 a été approuvé par le CEN comme norme européenne sans aucune modification.

Introduction

0.1 La puissance acoustique émise par une source de bruit est égale à l'intégrale, sur une surface entourant complètement la source, du produit scalaire du vecteur intensité acoustique par le vecteur surface élémentaire associé. D'autres Normes internationales qui décrivent les méthodes de détermination des niveaux de puissance acoustique des sources de bruit, principalement la série ISO 3740 à ISO 3747, spécifient le niveau de pression acoustique comme étant la grandeur acoustique primaire à mesurer. La relation entre niveau d'intensité acoustique et niveau de pression acoustique en un point quelconque dépend des caractéristiques de la source, de celles de l'environnement de mesurage et de l'emplacement des points de mesurage par rapport à la source. Par conséquent, l'ISO 3740 à l'ISO 3747 spécifient nécessairement les caractéristiques de la source et de l'environnement d'essai ainsi que les procédures de qualification, et les méthodes de mesurage permettant de maintenir dans des limites acceptables l'incertitude sur la détermination du niveau de puissance acoustique.

Les méthodes spécifiées dans la série ISO 3740 à ISO 3747 ne sont pas toujours applicables, pour les raisons suivantes.

- a) Elles nécessitent des installations coûteuses si l'on souhaite obtenir une précision élevée. Il est souvent impossible d'installer et de faire fonctionner des éléments d'équipement de dimensions importantes dans ces installations.
- b) Elles ne sont pas exploitables en présence de niveaux de bruit sonores élevés émis par des sources autres que la source étudiée.

0.2 La présente partie de l'ISO 9614 prescrit des méthodes permettant de déterminer les niveaux de puissance acoustique avec une marge d'incertitude donnée et dans des conditions d'essai moins contraignantes que celles qui sont prescrites dans la série ISO 3740 à ISO 3747. Le niveau de puissance acoustique déterminé par la méthode décrite dans la présente partie de l'ISO 9614 est le niveau de puissance acoustique in situ. Il dépend des caractéristiques physiques de l'environnement et peut dans certains cas, pour une même source, différer du niveau de puissance acoustique déterminé dans d'autres conditions.

Il est recommandé que le personnel effectuant les mesurages d'intensité acoustique conformément à la présente partie de l'ISO 9614 ait une formation et une expérience adéquates.

0.3 La présente partie de l'ISO 9614 complète l'ISO 9614-1 et la série des normes ISO 3740 à ISO 3747 qui spécifient diverses méthodes de détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les machines et les équipements. Elle diffère principalement des normes de la série ISO 3740 à ISO 3747 à trois égards:

- a) les grandeurs mesurées sont à la fois l'intensité et la pression acoustiques;
- b) l'incertitude sur les niveaux de puissance acoustique déterminés selon la méthode prescrite dans la présente partie de l'ISO 9614 est classée d'après les résultats d'essais complémentaires spécifiés et de calculs effectués parallèlement aux mesurages;
- c) les limites actuelles des instruments de mesure d'intensité conformes à la CEI 1043 restreignent les mesurages intensimétriques aux bandes de tiers d'octave comprises entre 50 Hz et 6,3 kHz. Les valeurs pondérées A sur une plage de fréquences limitées sont déterminées à partir des valeurs obtenues pour les bandes d'octave ou de tiers d'octave constituantes, et non par mesurage direct avec pondération A.

0.4 L'intégrale sur une surface entourant complètement la source du produit scalaire du vecteur intensité acoustique par le vecteur surface élémentaire associé donne la mesure de la puissance acoustique émise directement dans l'air par toutes les sources incluses dans la surface enveloppe et exclut le bruit émis par les sources situées à l'extérieur de cette surface. Dans la pratique, cette exclusion n'est effective que si la source soumise à essai et toutes les autres sources d'intensité parasite sur la surface de mesurage sont stables dans le temps. En présence de sources de bruit émettant à l'extérieur de la surface de mesurage, tout objet se trouvant à l'intérieur de la surface peut absorber une certaine proportion de l'énergie qu'il reçoit. La puissance acoustique totale absorbée à l'intérieur de la surface de mesurage apparaîtra comme une contribution négative à la puissance acoustique et introduira une erreur dans la détermination de la puissance acoustique. Afin de minimiser cette erreur, il est par conséquent nécessaire de retirer tous les corps absorbants qui se trouvent à l'intérieur de la surface de mesurage et qui ne sont pas normalement présents pendant le fonctionnement de la source en essai.

La présente méthode se fonde sur l'échantillonnage du champ d'intensité normal à la surface de mesurage en déplaçant une sonde d'intensité en continu le long d'une ou plusieurs trajectoires prescrites. L'erreur d'échantillonnage résultante est fonction des variations de la composante de l'intensité normale sur la surface de mesurage, qui dépend de la directivité de la source, de la surface d'échantillonnage choisie, de la trame et de la vitesse de balayage de la sonde ainsi que de la proximité des sources parasites extérieures à la surface de mesurage.

L'exactitude du mesurage de la composante normale de l'intensité acoustique en un point est fonction de la différence entre le niveau de pression acoustique et le niveau de la composante normale de l'intensité acoustique en ce point. Cette différence peut être importante lorsque, au point de mesurage, le vecteur intensité de la source forme un angle important (approchant 90°) avec la normale à la surface de mesurage. Le niveau de pression acoustique en ce point peut par ailleurs inclure des contributions importantes de sources situées à l'extérieur de la surface

de mesure tout en étant associé à un faible flux net d'énergie acoustique, comme dans le champ réverbéré dans un espace clos; le champ peut également être fortement réactif, en raison des effets de champ proche et/ou d'ondes stationnaires.

L'exactitude de la détermination du niveau de puissance acoustique est réduite par tout flux d'énergie acoustique entrant dans le volume limité par la surface de mesure et traversant une partie de cette surface, même si ceci est en principe compensé par un flux sortant plus important du volume par la partie restante de la surface: cet état est provoqué par la présence d'une source parasite forte à proximité de la surface de mesure mais à l'extérieur de celle-ci.

Acoustique — Détermination par intensimétrie des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit —

Partie 2: Mesurage par balayage

1 Domaine d'application

1.1 La présente partie de l'ISO 9614 prescrit une méthode de mesurage de la composante de l'intensité acoustique normale à une surface de mesurage entourant la (les) source(s) de bruit dont on souhaite déterminer le niveau de puissance acoustique.

L'intégration sur la surface de mesurage de la composante de l'intensité normale à la surface est approchée en divisant la surface de mesurage en éléments contigus et en passant la sonde d'intensité sur chaque élément de surface le long d'une trajectoire continue qui couvre l'étendue de l'élément de surface. L'instrument de mesure détermine la composante de l'intensité normale moyenne et la pression acoustique quadratique moyenne sur la durée de chaque balayage. L'opération de balayage peut être effectuée soit manuellement, soit au moyen d'un système mécanique.

À partir des valeurs mesurées, on calcule le niveau de puissance acoustique par bandes d'octave ou de tiers d'octave, ou le niveau pondéré sur une plage de fréquences limitée. La méthode est applicable à toute source pour laquelle on peut définir une surface de mesurage physiquement stationnaire et sur laquelle les signaux acoustiques émis par la source et par les sources parasites significatives, sont stables dans le temps (comme défini en 3.13). La source est définie par le choix de la surface de mesurage. La méthode peut être appliquée in situ ou dans des environnements d'essai particuliers.

La présente partie de l'ISO 9614 prescrit certaines procédures complémentaires décrites dans l'annexe B, à appliquer lors de la détermination de la puissance acoustique. Les résultats obtenus indiquent la qualité de la détermination et donc la classe de précision de la méthode. Si la qualité de la détermination n'est pas conforme aux prescriptions de la présente partie de l'ISO 9614, la méthode d'essai doit être modifiée de la façon indiquée.

La présente partie de l'ISO 9614 ne s'applique pas aux bandes de fréquences dans lesquelles la puissance acoustique de la source mesurée est négative.

1.2 La présente partie de l'ISO 9614 s'applique aux sources situées dans un environnement quelconque mais dont la variabilité temporelle reste suffisamment faible pour que la précision de la mesure de l'intensité acoustique reste acceptable, et dans lequel la sonde intensimétrique n'est pas soumise à des flux gazeux d'une vitesse ou d'une instabilité inacceptable (voir 5.2.2, 5.3 et 5.4).

Dans certains cas, les conditions d'essai se révéleront trop défavorables pour que les prescriptions de la présente partie de l'ISO 9614 puissent être respectées. Les niveaux de bruit parasite peuvent dépasser la capacité dynamique de l'instrument de mesure ou peuvent varier de façon excessive pendant l'essai. Dans ce cas, la méthode donnée dans la présente partie de l'ISO 9614 ne convient pas pour déterminer le niveau de puissance acoustique de la source.

NOTE 1 D'autres méthodes (par exemple la détermination des niveaux de puissance acoustique à partir des niveaux vibratoires en surface selon l'ISO/TR 7849) peuvent alors mieux convenir.

2 Références normatives

Les normes suivantes contiennent des dispositions qui, par suite de la référence qui en est faite, constituent des dispositions valables pour la présente partie de l'ISO 9614. Au moment de la publication, les éditions indiquées étaient en vigueur. Toute norme est sujette à révision et les parties prenantes des accords fondés sur la présente partie de l'ISO 9614 sont invitées à rechercher la possibilité d'appliquer les éditions les plus récentes des normes indiquées ci-après. Les membres de la CEI et de l'ISO possèdent le registre des Normes internationales en vigueur à un moment donné.

CEI 942:1988, *Calibreurs acoustiques*.

CEI 1043:1993, *Électroacoustique — Instruments pour la mesure de l'intensité acoustique — Mesure au moyen d'une paire de microphones de pression*.

3 Définitions

Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 9614, les définitions suivantes s'appliquent.

3.1 Niveaux de pression acoustique

3.1.1 niveau de pression acoustique, L_p : Dix fois le logarithme décimal du rapport de la pression acoustique quadratique moyenne au carré de la pression acoustique de référence. La pression acoustique de référence est égale à 20 μPa .

Le niveau de pression acoustique est exprimé en décibels.

3.1.2 niveau de pression acoustique moyen de l'élément de surface, L_{pi} : Dix fois le logarithme décimal du rapport de la moyenne quadratique spatiale de la pression sur l'élément de surface i au carré de la pression acoustique de référence.

Il est exprimé en décibels.

3.2 intensité acoustique instantanée, $I(t)$: Valeur instantanée du flux d'énergie acoustique traversant une unité de surface suivant la direction de la vitesse particulaire locale instantanée.

Il s'agit d'une grandeur vectorielle, égale au produit en un point de la pression acoustique instantanée par la vitesse particulaire associée:

$$\vec{I}(t) = p(t) \cdot \vec{u}(t) \quad \dots (1)$$

où

$p(t)$ est la pression acoustique instantanée en un point;

$\vec{u}(t)$ est la vitesse particulaire instantanée associée, au même point;

t est le temps.

3.3 intensité acoustique, \vec{I} : Moyenne temporelle

du vecteur $\vec{I}(t)$ dans un champ acoustique stable dans le temps:

$$\vec{I} = \lim_{T \rightarrow \infty} \frac{1}{T} \int_0^T \vec{I}(t) dt \quad \dots (2)$$

où T est la durée d'intégration.

Par ailleurs

I est la mesure algébrique du vecteur \vec{I} ; le signe de I indique le sens du vecteur et est fixé pour le choix de la direction du flux d'énergie choisie comme positive;

$|I|$ est le module du vecteur \vec{I} .

3.4 intensité acoustique normale, I_n : Composante de l'intensité acoustique dans la direction normale à une surface de mesure, définie par le vecteur normal unitaire \vec{n} :

$$I_n = \vec{I} \cdot \vec{n} \quad \dots (3)$$

où \vec{n} est le vecteur normal unitaire dirigé vers l'extérieur du volume délimité par la surface de mesure.

3.5 niveau d'intensité acoustique normale, L_{In} : Mesure logarithmique du module de l'intensité acoustique normale, donnée par:

$$L_{In} = 10 \lg[|I_n|/I_0] \text{ dB} \quad \dots (4)$$

où I_0 est l'intensité acoustique de référence ($= 10^{-12} \text{ Wm}^{-2}$).

Le niveau d'intensité acoustique normale est exprimé en décibels.

Lorsque I_n est négative, son niveau s'écrit sous la forme $(-)\text{XX dB}$, sauf quand il est utilisé dans l'évaluation de δ_{p_0} (voir 3.11).

3.6 Puissances acoustiques

3.6.1 puissance acoustique élémentaire, P_i : Moyenne temporelle du flux d'énergie acoustique traversant un élément (segment) d'une surface de mesure, donnée par:

$$P_i = \langle I_{ni} \rangle S_i \quad \dots (5)$$

où

$\langle I_{ni} \rangle$ est le module de la moyenne spatiale de l'intensité acoustique normale mesurée sur l'élément de la surface i de la surface de mesure;

S_i est l'aire de l'élément de surface i .

Par ailleurs $|P_i|$ est le module de P_i .

3.6.2 puissance acoustique, P : Puissance acoustique totale émise par une source et déterminée selon la méthode prescrite dans la présente partie de l'ISO 9614, par:

$$P = \sum_{i=1}^N P_i \quad \dots (6)$$

et

$$|P| = \left| \sum_{i=1}^N P_i \right| \quad \dots (7)$$

où N est le nombre total d'éléments de la surface de mesure.

3.6.3 niveau de puissance acoustique élémentaire, L_{wi} : Mesure logarithmique de la puissance acoustique traversant un élément de surface i de la surface de mesure, donnée par:

$$L_{wi} = 10 \lg[|P_i|/P_0] \text{ dB} \quad \dots (8)$$

où P_0 est la puissance acoustique de référence ($= 10^{-12}$ W).

Il est exprimé en décibels.

Lorsque P_i est négative, son niveau s'écrit sous la forme $(-)$ XX dB.

3.6.4 niveau de puissance acoustique, L_w : Mesure logarithmique de la puissance acoustique émise par une source et déterminée selon la méthode prescrite dans la présente partie de l'ISO 9614, par:

$$L_w = 10 \lg[|P|/P_0] \text{ dB} \quad \dots (9)$$

Il est exprimé en décibels.

Lorsque P est négative, son niveau s'écrit sous la forme $(-)$ XX dB, pour l'information à consigner uniquement.

3.7 surface de mesure: Surface fictive sur laquelle sont effectués les mesurages d'intensité acoustique, et qui entoure la source en essai soit complètement, soit en étant limitée par une surface continue et acoustiquement dure. Lorsque cette surface fictive est interrompue par des structures possédant des surfaces solides, la surface de mesure se termine sur les lignes d'intersection avec ces structures.

3.8 élément de surface: Élément d'un ensemble de surfaces plus petites obtenues après division d'une surface de mesure.

3.9 intensité parasite: Fraction de l'intensité acoustique qui résulte du fonctionnement de sources situées à l'extérieur de la surface de mesure (mécanismes fonctionnant en dehors du volume délimité par la surface de mesure).

3.10 sonde: Partie du système intensimétrique qui comprend les capteurs.

3.11 écart de champ résiduel, δ_{pl_0} : Différence entre les valeurs de L_p et L_l relevées lorsque la sonde est placée dans un champ acoustique en un point et suivant une orientation telle que l'intensité acoustique est nulle. Il est exprimé en décibels.

La méthode de détermination de δ_{pl_0} est détaillée dans la CEI 1043.

$$\delta_{pl_0} = (L_p - L_l) \text{ dB} \quad \dots (10)$$

3.12 capacité dynamique, L_d :

$$L_d = \delta_{pl_0} - K \text{ dB} \quad \dots (11)$$

Elle est exprimée en décibels.

Le choix de la valeur de K dépend de la classe de précision requise (voir tableau 1).

Tableau 1 — Facteur de biais, K

Classe de précision ¹⁾	Facteur de biais dB
Expertise (classe 2)	10
Contrôle (classe 3)	7
1) Définie dans l'ISO 12001.	

3.13 signal stable: Signal dont la moyenne temporelle des grandeurs pendant un mesurage sur un élément de surface est égale aux valeurs obtenues sur le même élément de surface lorsque la durée d'intégration est étendue au temps total mis pour mesurer tous les éléments de surface.

NOTE 2 Les signaux cycliques sont, par définition, stables si, sur chaque élément de surface la durée de mesurage s'étend sur au moins dix cycles.

3.14 indicateurs de champ F_{pl} et $F_{+/-}$: Voir annexe A.

3.15 balayage: Mouvement continu d'une sonde intensimétrique le long d'une trajectoire spécifiée sur un élément de la surface de mesurage.

3.16 densité de la ligne de balayage: Inverse de la distance moyenne entre les lignes de balayage adjacentes.

4 Exigences générales

4.1 Dimension de la source de bruit

Il n'y a pas de restrictions concernant les dimensions de la source de bruit. L'étendue de la source est définie par le choix de la surface de mesurage.

4.2 Nature du bruit émis par la source

Le signal doit être stable dans le temps, comme défini en 3.13. Si une source fonctionne selon un cycle de travail comportant des périodes distinctes de fonctionnement stable et continu, il faut, dans le cadre de la présente partie de l'ISO 9614, déterminer et indiquer séparément les niveaux de puissance acoustique pour chaque période distincte. Il convient d'entreprendre des actions pour éviter d'effectuer des mesurages pendant les périodes de fonctionnement de sources de bruits parasites non stables dont l'apparition est prévisible (voir tableau B.1 dans annexe B).

4.3 Incertitude de mesure

La valeur de la puissance acoustique d'une source de bruit déterminée par une seule application des méthodes de la présente partie de l'ISO 9614 sera probablement différente de la valeur vraie. La différence réelle ne peut pas être évaluée, mais dans l'hypothèse raisonnable que les valeurs déterminées par de nombreuses applications de la méthode sont réparties autour de la valeur vraie selon une distribution normale on peut déterminer la probabilité pour que la valeur déterminée se trouve dans une certaine plage autour de la valeur vraie. Lorsque des applications ré-

pétées sont faites sur une source située en un site d'essai donné dans des conditions d'essai nominale-ment identiques, en utilisant les mêmes méthodes d'essai et les mêmes instruments, les valeurs ainsi déterminées constituent l'ensemble de données qui décrit statistiquement la répétabilité de la détermination. Lorsque les valeurs sont déterminées à partir d'essais effectués, conformément à la présente partie de l'ISO 9614, sur la source donnée en des sites d'essai différents en utilisant des instruments physiquement différents, l'ensemble de données ainsi obtenu décrit statistiquement la reproductibilité de la détermination. La reproductibilité est affectée par les variations des conditions d'environnement propres aux sites d'essai et de la technique expérimentale. Les écarts-types ne tiennent pas compte des variations de la puissance acoustique provoquées par les changements dans les conditions de fonctionnement d'une source (par exemple vitesse de rotation, tension d'alimentation) ou les conditions de montage. Pour les méthodes spécifiées dans la présente partie de l'ISO 9614, les écarts-types de reproductibilité maximaux sont indiqués au tableau 2.

NOTES

3 Si des personnes effectuant le mesurage utilisent des installations et des instruments similaires, les résultats des déterminations de la puissance acoustique sur une source donnée en un site donné sont susceptibles de montrer des écarts-types plus petits que ceux indiqués au tableau 2.

4 Pour une famille particulière de sources de bruit de dimension similaire avec des spectres de puissance acoustique similaires fonctionnant dans des conditions d'environnement similaires et mesurées selon un code d'essai spécifique, les écarts-types de reproductibilité sont susceptibles d'être inférieurs à ceux indiqués au tableau 2. Des méthodes statistiques pour la caractérisation de lots de machines sont décrites dans l'ISO 7574-4.

5 Les méthodes de la présente partie de l'ISO 9614 et les écarts-types énoncés au tableau 2 sont applicables aux mesurages sur une source donnée. La caractérisation des niveaux de puissance acoustique d'un lot de sources de la même famille ou type implique l'utilisation de techniques d'échantillonnage aléatoire dans lesquelles les intervalles de confiance sont spécifiés, et les résultats sont exprimés en termes de limites supérieures statistiques. En appliquant ces techniques, l'écart-type total est soit connu, soit estimé, y compris l'écart-type de production, qui est une mesure de l'écart de puissance acoustique entre les machines individuelles d'un même lot, comme défini dans l'ISO 7574-1.

Dans le cadre de l'application de la présente partie de l'ISO 9614, on distingue deux classes de précision définies au tableau 1. Les incertitudes indiquées reflètent les erreurs aléatoires associées à la procédure de mesurage, ainsi que l'erreur systématique de mesure maximale qui est limitée par la valeur du facteur

de biais, K , choisie selon la classe de précision requise (voir tableau 1). Elles ne reflètent ni les tolérances relatives aux performances nominales de l'instrument qui sont spécifiées dans la CEI 1043, ni les effets induits par les variations des conditions d'installation, de montage et de fonctionnement de la source.

NOTE 6 Au-dessous de 50 Hz, les données sont insuffisantes pour permettre la quantification de l'incertitude. Dans le cadre de la présente partie de l'ISO 9614, le domaine de fréquences normal pour le calcul des niveaux pondérés A comprend les bandes d'octave comprises entre 63 Hz et 4 kHz et les bandes de tiers d'octave comprises entre 50 Hz et 6,3 kHz. La valeur du niveau pondéré A calculée à partir des niveaux par bandes d'octaves sur le domaine de 63 Hz à 4 kHz, ou des niveaux par bandes de tiers d'octaves sur le domaine de 50 Hz et 6,3 kHz, est correcte s'il n'y a aucun niveau significativement élevé dans les bandes 31 Hz à 40 Hz et 8 kHz à 10 kHz. Pour les besoins de cette évaluation, on entend par niveau significativement élevé un niveau de bande qui, après pondération A, est inférieur de moins de 6 dB à la valeur calculée du niveau global pondéré A. Si des mesurages de niveaux pondérés A et des déterminations du niveau de puissance acoustique associé sont effectués sur un domaine de fréquences plus restreint, celui-ci doit être spécifié conformément à 10.6 b).

L'incertitude de la détermination du niveau de puissance acoustique émis par une source de bruit dépend de la nature du champ acoustique de la source, de celle du champ acoustique parasite, de l'absorption de la source en essai, et des méthodes d'échantillonnage du champ d'intensité et de mesurage choisies. C'est pourquoi la présente partie de l'ISO 9614 prescrit un essai initial pour évaluer des indicateurs de la nature du champ acoustique existant à proximité de la surface de mesurage envisagée (voir annexe A). Les résultats de cet essai initial permettent d'adopter une démarche appropriée, d'après le tableau B.1.

S'il suffit de déterminer un niveau pondéré A, tout niveau de bande pondéré A isolé inférieur d'au moins 10 dB au plus haut niveau de bande pondéré A obtenu peut être négligé. Si plusieurs niveaux de bande se révèlent non significatifs, ils peuvent être négligés si le niveau correspondant à la somme des puissances acoustiques pondérées A dans ces bandes de fréquences est inférieur d'au moins 10 dB au plus haut niveau de bande pondéré A obtenu. S'il suffit de connaître un niveau de puissance acoustique global pondéré A, l'incertitude de la détermination du niveau de puissance acoustique dans les bandes où sa valeur pondérée est inférieure d'au moins 10 dB au niveau global pondéré n'est pas à considérer.

5 Environnement acoustique

5.1 Critères de qualification de l'environnement d'essai

L'environnement d'essai doit être tel que le principe sur lequel repose le mesurage de l'intensité à l'aide des instruments choisis conformément à la CEI 1043 reste valide. Il doit en outre satisfaire aux prescriptions définies en 5.2 à 5.5.

5.2 Intensité parasite

5.2.1 Niveau d'intensité parasite

Le niveau d'intensité parasite doit être minimisé afin de ne pas réduire de façon inacceptable la précision du mesurage [voir équation (B.2) de l'annexe B]. Il faut tenter de réduire la valeur de l'indicateur F_{pl} (A.2.1 de l'annexe A) à moins de 10 dB par un choix approprié de la surface de mesurage et une maîtrise de l'intensité parasite.

NOTE 7 Si la source en essai comprend une quantité importante de matériau absorbant, l'existence de niveaux d'intensité parasite élevés peut entraîner une erreur sur l'estimation de la puissance acoustique. L'annexe D donne des indications sur la méthode d'évaluation de l'erreur résultante dans le cas particulier d'une source pouvant être arrêtée.

5.2.2 Variabilité de l'intensité parasite

La variabilité de l'intensité parasite pendant la durée de mesurage doit être réduite au minimum par des actions appropriées avant l'essai (par exemple déconnecter les sources de bruit parasite qui peuvent se mettre en route automatiquement mais qui ne sont pas essentielles au fonctionnement de la source; rendre les opérateurs conscients du problème) et par la sélection de périodes de mesurage appropriées.

5.3 Vent et écoulements gazeux

L'annexe C décrit les effets négatifs d'un écoulement et de la turbulence sur le mesurage de l'intensité acoustique. Il faut utiliser une boule antivent pour la sonde dans les cas où il y a un écoulement de gaz sur la surface de mesurage.

Tableau 2 — Incertitude de la détermination des niveaux de puissance acoustique

Fréquences centrales des bandes d'octave Hz	Fréquences centrales des bandes de tiers d'octave Hz	Écarts-types, s	
		Expertise (classe 2) dB	Contrôle (classe 3) dB
63 à 125	50 à 160	3	
250	200 à 315	2	
500 à 4 000	400 à 5 000	1,5	
	6 300	2,5	
Pondéré A ¹⁾		1,5 ²⁾	4

NOTE — L'incertitude déclarée de l'estimation pondérée A ne s'applique pas si la puissance globale pondérée A dans les bandes de tiers d'octave hors de la plage de 400 Hz à 5 000 Hz dépasse la valeur totale dans cette plage: les incertitudes pour les bandes individuelles s'appliquent alors.

1) 63 Hz à 4 kHz ou 50 Hz à 6,3 kHz.
2) Il existe une probabilité de 95 % pour que la valeur vraie du niveau de puissance acoustique pondéré A soit comprise dans un intervalle de ± 3 dB autour de la valeur mesurée.

Il ne faut pas effectuer les mesurages lorsque les conditions d'écoulement d'air ou de gaz au voisinage de la sonde sont incompatibles avec le bon fonctionnement du système de mesure, selon les indications du fabricant. À moins de pouvoir démontrer par mesurage que le maximum de la vitesse moyennée dans le temps du vent/écoulement gazeux est inférieure à 4 m/s en tous points de la surface de mesure, il faut suivre la procédure ci-dessous pour qualifier l'environnement d'essai avant de commencer la détermination de la puissance acoustique.

Choisir un élément de la surface sur lequel on estime que l'irrégularité du vent ou de l'écoulement gazeux est maximale. Déterminer la moyenne par élément du niveau d'intensité acoustique normale L_{p_n} selon la procédure de balayage sélectionnée (8.1) au moyen de deux balayages successifs seulement. Vérifier que le critère 3 de B.1.3 est satisfait. La détermination de la puissance acoustique de la source selon la présente partie de l'ISO 9614 n'est pas possible dans les bandes de fréquences dans lesquelles le critère 3 n'est pas satisfait. Il n'est pas permis de continuer à répéter la procédure jusqu'à satisfaire au critère 3.

5.4 Température

Il ne faut pas placer la sonde à moins de 20 mm d'un corps dont la température diffère sensiblement de celle de l'air ambiant.

NOTE 8 L'exposition de la sonde à des gradients de température le long de l'axe de la sonde peut produire des modifications différentielles dans les réponses des 2 microphones et introduire des erreurs systématiques dans les estimations de l'intensité.

5.5 Configuration de l'environnement

La configuration de l'environnement d'essai doit, autant que possible, demeurer inchangée pendant l'essai. Cette condition est particulièrement importante si la source émet un bruit de nature tonale. Les cas où un changement de l'environnement pendant un essai est inévitable, doivent faire l'objet d'un rapport. Dans la mesure où c'est possible, l'opérateur ne doit se trouver ni dans l'axe de la sonde, ni à proximité immédiate pendant la période de mesure aux divers points. Éloigner si possible du voisinage de la source tous les objets étrangers.

5.6 Conditions atmosphériques

La pression et la température de l'air conditionnent sa densité et la vitesse du son. Il faut vérifier l'influence de ces grandeurs sur l'étalonnage des instruments et appliquer aux mesures intensimétriques les corrections appropriées (voir CEI 1043).

6 Appareillage

6.1 Généralités

L'instrument de mesure de l'intensité acoustique et la sonde utilisés doivent être conformes aux prescriptions de la CEI 1043. Pour les déterminations de la classe de précision 2 on utilisera des instruments de classe 1 et des instruments de classe 1 ou 2 pour les déterminations de la classe 3. Vérifier l'influence de la pression et de la température de l'air sur l'étalonnage des instruments et appliquer aux valeurs de

l'intensité obtenues les corrections appropriées, conformément à la CEI 1043. Consigner pour chaque bande de fréquences la valeur de l'écart de champ résiduel de l'instrument utilisé, comme défini par la CEI 1043.

6.2 Étalonnage et contrôle in situ

L'instrument, sonde comprise, doit être conforme à la CEI 1043. La conformité à la CEI 1043 doit être vérifiée au moins une fois par an dans un laboratoire effectuant des étalonnages dans des conditions conformes aux normes appropriées, ou au moins tous les deux ans si on utilise un calibre d'intensité avant chaque détermination de puissance acoustique. Consigner les résultats comme spécifié en 10.5.

Pour vérifier le bon fonctionnement de l'appareillage avant chaque série de mesurages, appliquer soit la procédure de contrôle in situ spécifiée par le fabricant, soit, si aucun contrôle in situ n'est spécifié, la procédure suivante pour détecter des anomalies dans le système de mesurage résultant par exemple du transport, etc.

6.2.1 Niveau de pression acoustique

Déterminer la sensibilité à la pression de chaque microphone de la sonde intensimétrique au moyen d'un calibre de classe 0 ou 1, ou 0L ou 1L, conformément à la CEI 942.

6.2.2 Intensité

Placer la sonde intensimétrique sur la surface de mesurage, axe orienté suivant la normale à cette surface, en un point où l'intensité est supérieure à l'intensité moyenne sur la surface. Mesurer le niveau d'intensité acoustique normale dans toutes les bandes de fréquences où la détermination doit être faite. Faire effectuer à la sonde une rotation de 180° autour d'un axe normal à l'axe de mesurage, tout en maintenant son centre acoustique au même emplacement que pour le premier mesurage. Mesurer de nouveau l'intensité. Fixer la sonde sur un support assurant le maintien de sa position lors de la rotation. Pour que le matériel de mesurage soit considéré comme acceptable, les deux valeurs de I_n ainsi obtenues pour les bandes d'octave ou de tiers d'octave dans lesquelles le niveau est maximal doivent avoir des signes opposés, et la différence entre les niveaux d'intensité correspondants doit être inférieure à 1,5 dB.

7 Installation et fonctionnement de la source

7.1 Généralités

Monter ou installer la source de manière appropriée et représentative de son emploi normal ou suivant le code d'essai acoustique spécifique au type de machine ou d'équipement concerné. S'assurer que d'éventuelles sources de variabilité de la source, de la source parasite, de l'environnement d'essai sont identifiées.

7.2 Conditions de fonctionnement de la source en essai

Suivre les instructions de fonctionnement spécifiées dans le code d'essai acoustique approprié. En l'absence de code d'essai, choisir les conditions appropriées parmi les suivantes:

- machine fonctionnant dans des conditions spécifiées de charge et de fonctionnement;
- machine fonctionnant à pleine charge (si elle diffère du point précédent);
- machine fonctionnant à charge nulle (fonctionnement à vide);
- machine fonctionnant dans des conditions de fonctionnement correspondant à une émission sonore maximale représentative de l'usage normal;
- machine fonctionnant avec charge simulée fonctionnant dans des conditions soigneusement définies;
- machine fonctionnant suivant un cycle de travail caractéristique.

8 Mesurage du niveau d'intensité acoustique normale

La procédure générale est décrite à la figure B.1.

8.1 Balayage

Effectuer le balayage soit manuellement, soit au moyen d'un système de déplacement mécanisé. L'intensité parasite produite par ce mécanisme et mesurée par la sonde doit être, preuve à l'appui, d'au moins 20 dB inférieure à celle obtenue sur la surface de mesurage.

Déplacer la sonde intensimétrique en continu (balayage) le long des trajectoires prescrites de chaque élément de la surface de mesurage sélectionnée. Régler l'instrument de mesure pour obtenir la moyenne temporelle de l'intensité acoustique et de la pression acoustique sur toute la durée T du balayage d'un élément. Effectuer l'opération de balayage de façon à ce que la trajectoire prescrite soit suivie avec précision, que l'axe de la sonde soit tout le temps maintenu perpendiculaire à la surface de mesurage et que la vitesse de déplacement de la sonde soit uniforme. Dans le cas d'un balayage mécanisé, il est techniquement possible de respecter étroitement ces conditions sur toute forme de surface de mesurage.

Dans le cas d'un balayage manuel, il est pratiquement impossible de respecter étroitement ces conditions sur des surfaces irrégulières ou à double courbure. En conséquence, les surfaces régulières et simples sont préférables (voir annexe E). L'élément de base d'un balayage est une ligne droite simple. La trajectoire de balayage doit être telle qu'elle donne une couverture uniforme de chaque élément à une vitesse uniforme. La figure 1 montre un exemple. La distance moyenne entre les lignes adjacentes doit être égale et, sur la surface de mesurage initiale, elle ne doit pas dépasser la distance moyenne de l'élément à la surface source. La densité de la ligne de balayage est définie en 3.16.

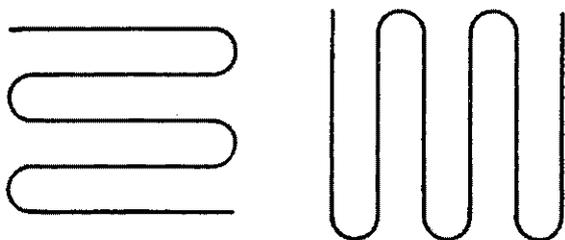


Figure 1 — Exemple de trame de balayage

Le balayage manuel doit être effectué à une vitesse de l'ordre de 0,1 m/s à 0,5 m/s et le balayage mécanisé doit être effectué à des vitesses de l'ordre de 0 à 1 m/s.

La durée d'un balayage sur un élément individuel ne doit pas être inférieure à 20 s. Faire débuter le moyennage temporel au commencement du balayage sur un élément quelconque et l'arrêter à la fin du balayage sur cet élément (voir annexe E).

NOTE 9 L'intégration temporelle peut être suspendue temporairement pendant que la sonde contourne les obstacles rencontrés dans la trajectoire de balayage.

Pendant le balayage manuel, l'opérateur ne doit pas se tenir en face de l'élément balayé mais sur le côté de façon à ce que son corps ne gêne pas la propagation du bruit depuis la source. Dans le cas d'un balayage mécanisé, les sections efficaces de diffusion des composants du mécanisme de balayage doivent être réduites au minimum afin de réduire les effets parasites produits par la présence du mécanisme de balayage.

NOTE 10 Dans le cas où F_{pl} dépasse 10 dB, les vitesses de balayage de plus de 0,25 m/s produiront vraisemblablement des résultats qui ne répondront pas au critère 3 de B.1.3, quelle que soit la stabilité du champ.

8.2 Surface de mesurage initiale

Définir la surface de mesurage initiale autour de la source en essai. La surface choisie peut éventuellement comprendre des parties non absorbantes (coefficient d'absorption en champ diffus inférieur à 0,06) telles qu'un sol en béton ou un mur en maçonnerie. Les mesurages intensimétriques ne doivent pas être effectués sur ces surfaces et les aires correspondantes ne doivent pas être prises en compte dans l'évaluation de la puissance acoustique d'après l'équation (6).

La surface de mesurage doit être divisée en au moins 4 éléments. La forme géométrique de chaque élément doit être telle qu'il soit possible de passer la sonde le long de la trajectoire prédéterminée à l'avance tout en maintenant l'axe de la sonde perpendiculaire à la surface choisie et de déterminer avec précision l'air de la surface (voir annexe E). Dans le cas d'un balayage manuel, les surfaces planes ou à courbure unique sont recommandées. Des exemples d'éléments plans convenables sont montrés à la figure E.1 de l'annexe E.

Les éléments de surface doivent être sélectionnés, dans la mesure du possible, de façon à être associés à des composants individuels de la source, ou de parties de la source, définis par des caractéristiques géométriques, un type de matériau, des joints, des ouvertures, etc. Lorsqu'il est évident qu'une grande partie de la puissance acoustique totale est rayonnée par une ou des région(s) particulière(s) de la source, les éléments doivent être définis, dans la mesure du possible, de telle sorte qu'ils séparent des régions de puissance acoustique au-dessus et en dessous de la moyenne. Les segments de mesurage doivent être définis, dans la mesure du possible, de façon à séparer des régions de la surface qui laissent vraisemblablement passer surtout des puissances acoustiques partielles négatives de celles qui laissent passer surtout les puissances acoustiques partielles positives: par exemple, les régions de mesurage situées entre

la source en essai et les sources externes fortes. La dimension maximale d'un élément doit être telle qu'il soit possible de passer la sonde le long de la trajectoire prescrite à une vitesse constante avec une densité de lignes constante et tout en maintenant l'axe de la sonde perpendiculaire à la surface.

Dans les cas où la source en essai représente des surfaces vibrantes étendues, planes ou courbes, la distance moyenne entre un segment et la surface de la source ne doit pas être inférieure à 200 mm. Dans les cas où la source est plus petite et compacte dans sa forme, la distance peut être réduite à 100 mm; dans ces derniers cas, l'action «a» du tableau B.1 et de la figure B.1 ne s'applique pas.

8.3 Essai initial

Effectuer le mesurage des niveaux moyens d'intensité acoustique normale et de pression acoustique pour chaque élément, dans les bandes de fréquences pour lesquelles la détermination de la puissance acoustique doit être faite.

8.3.1 Répétabilité de la puissance élémentaire

Pour les déterminations de classe 2, faire deux balayages séparés sur chaque élément de la surface de mesurage et consigner séparément les niveaux de puissance acoustique élémentaire $L_{wi}(1)$ et $L_{wi}(2)$ pour toutes les bandes de fréquence de mesurage, selon 3.6.3; les deux trajectoires de balayage individuelles doivent être orthogonales (faire le balayage par rotation de 90°) partout où c'est possible (voir figure 1). Entrer la différence entre les niveaux de puissance acoustique élémentaire dans l'équation (B.3) de B.1.3. Si le critère 3 n'est pas respecté, essayer d'identifier la cause de la différence et l'éliminer si possible. Si cette action n'est ni efficace, ni possible, procéder selon B.2.

Sur les éléments et dans les bandes de fréquences où le critère 3 n'est toujours pas satisfait, une détermination du niveau de puissance acoustique élémentaire selon la présente partie de l'ISO 9614 n'est pas possible et une déclaration à cet effet doit être jointe au rapport, précisant que l'incertitude de la détermination du niveau de puissance acoustique de la source dans ces bandes dépasse celle indiquée au tableau 2 pour la classe désirée de précision. Si, dans l'une quelconque des bandes de fréquences, on estime que la somme des puissances acoustiques élémentaires passant par les éléments pour lesquels le critère 3 n'est pas satisfait est inférieure de plus de 10 dB à la puissance acoustique de la source déterminée à partir des puissances élémentaires restantes traversant les éléments pour lesquels le critère a été

satisfait, une détermination de la puissance acoustique de la source peut être faite conformément à la présente partie de l'ISO 9614.

8.3.2 Évaluation de la capacité des instruments

Évaluer l'indicateur F_{pl} pour toutes les bandes de fréquence de mesurage conformément à l'équation (A.1) de A.2.1 et entrer les valeurs dans la formule donnée pour la procédure de qualification B.1.1. Tous les efforts doivent être faits pour restreindre la valeur de l'indicateur F_{pl} à moins de 10 dB.

8.3.3 Évaluation de la puissance élémentaire négative

Déterminer l'indicateur $F_{+/-}$ pour toutes les bandes de fréquence de mesurage conformément à l'équation (A.2) de A.2.2 et entrer les valeurs dans la formule donnée pour la procédure de qualification de B.1.2. L'évaluation de l'indicateur $F_{+/-}$ n'est pas obligatoire pour la détermination de la classe 3.

8.4 Actions supplémentaires

Pour la classe 2, lorsque chacun des critères 1, 2 et 3 est satisfait dans chaque bande de fréquences, la détermination initiale de la puissance acoustique est qualifiée comme résultat final. Pour les déterminations de classe 3, il est seulement demandé de satisfaire les critères 1 et 3. Dans le cas contraire, prendre les mesures appropriées selon B.2. Mesurer les niveaux d'intensité acoustique normale et les niveaux de pression acoustique associés en utilisant une configuration de mesurage modifiée. Recalculer les indicateurs de champ F_{pl} et $F_{+/-}$ et faire une évaluation selon B.1. Prendre des mesures selon B.2. Recommencer jusqu'à obtention de la classe de précision requise, comme indiqué en B.1. Dans le cas où il se révèle impossible de satisfaire aux critères spécifiés, conclure à la nullité de l'essai et indiquer les raisons de l'échec.

9 Calcul du niveau de puissance acoustique

9.1 Calcul des puissances acoustiques élémentaires associées à chaque élément de (des) surface(s) de mesurage

Calculer la puissance acoustique élémentaire dans chaque bande de fréquence et pour chaque élément de la surface de mesurage, d'après l'équation:

$$P_i = \langle I_{ni} \rangle S_i \quad \dots (12)$$

où

P_i est la puissance acoustique élémentaire associée à l'élément de surface i ;

$\langle I_{ni} \rangle$ est la moyenne spatiale de la composante normale de l'intensité acoustique mesurée sur l'élément i de la surface de mesurage:

$$\langle I_{ni} \rangle = [\langle I_{ni}(1) \rangle + \langle I_{ni}(2) \rangle] / 2$$

S_i est l'aire de l'élément de surface i ;

et $\langle I_{ni}(1) \rangle$ et $\langle I_{ni}(2) \rangle$ sont les valeurs de $\langle I_{ni} \rangle$ obtenues à partir de deux balayages séparés de l'élément i .

Lorsque le niveau d'intensité acoustique normale $L_{I_{ni}}$ associé à l'élément i s'écrit XX dB, calculer la valeur de I_{ni} d'après l'équation

$$I_{ni} = I_0 (10^{XX/10})$$

Lorsque le niveau d'intensité acoustique normale $L_{I_{ni}}$ associée à l'élément i s'écrit $(-)$ XX dB, calculer la valeur de I_{ni} d'après l'équation

$$I_{ni} = -I_0 (10^{XX/10})$$

Dans ces équations $I_0 = 10^{-12} \text{ Wm}^{-2}$.

NOTES

11 Lorsque $\langle I_{ni}(1) \rangle$ et $\langle I_{ni}(2) \rangle$ s'écrivent en termes logarithmiques, on peut utiliser une moyenne arithmétique de ces niveaux pour le calcul de $\langle I_{ni} \rangle$ à condition que le critère 3 de B.1.3 soit satisfait.

12 Lorsque le niveau de puissance acoustique pondéré A doit être déterminé, les niveaux d'intensité acoustique normaux $L_{I_{ni}}$ sont des valeurs pondérées A.

9.2 Calcul du niveau de puissance acoustique de la source de bruit

Calculer le niveau de puissance acoustique de la source de bruit, L_w , dans chaque bande de fréquences, d'après l'équation:

$$L_w = 10 \lg \left| \sum_{i=1}^N P_i / P_0 \right| \text{ dB} \quad \dots (13)$$

où

N est le nombre total d'éléments de mesurage;

P_i est la puissance acoustique élémentaire associée à l'élément de surface i , calculée d'après l'équation (12);

P_0 est la puissance acoustique de référence ($= 10^{-12} \text{ W}$).

Si, dans une bande fréquences quelconque, la somme $\sum_{i=1}^N P_i$ est négative, la présente partie de l'ISO 9614 ne

s'applique pas pour cette bande.

10 Informations à consigner

Pour tous les mesurages effectués conformément à cette partie de l'ISO 9614, et si approprié il faut recueillir et consigner les informations suivantes, le cas échéant.

10.1 Date et lieu de l'essai

10.2 Source de bruit en essai

- Type.
- Données techniques.
- Dimensions.
- Fabricant.
- Numéro de série de la machine.
- Année de fabrication.
- Description de la source en essai (comprenant ses dimensions et la structure de sa surface).
- Description qualitative du caractère de la source en essai, comprenant le caractère cyclique ou tonal ainsi que la variabilité.
- Conditions de montage.
- Conditions de fonctionnement.

10.3 Environnement acoustique

- Description de l'environnement d'essai:
 - à l'intérieur, description de la géométrie et de la nature des surfaces de la salle;
 - à l'extérieur, croquis montrant le terrain environnant, y compris la description physique de l'environnement d'essai.
- Température de l'air en degrés Celsius, pression barométrique en pascals, et humidité relative.
- Vitesse moyenne du vent et sa direction, le cas échéant.

- d) Tout changement de l'environnement d'essai; description de toute mesure/procédure appliquée pour réduire l'effet de l'intensité externe et/ou la réverbération excessive.
- e) Description qualitative de tout écoulement de gaz ou d'air et instabilité.

10.4 Appareillage

- a) Matériel utilisé pour les mesurages, avec mention des marques, types, numéros de série et fabricant ainsi que nature de la sonde.
- b) Méthode(s) utilisée(s) pour vérifier l'étalonnage et la performance in situ.
- c) Lieux et dates de l'étalonnage et vérification de l'équipement d'essai.
- d) Forme de l'écran antivibratoire utilisé.
- e) Valeur de l'écart de champ résiduel conformément à la CEI 1043.

10.5 Méthode de mesurage

- a) Description du mode de montage ou de support du mécanisme de balayage et de la sonde intensimétrique.
- b) Description du balayage y compris sa géométrie et sa vitesse.
- c) Description quantitative de la (des) surface(s) de mesurage et de ses éléments, chaque élément de surface devant recevoir un numéro et une aire: présentation d'un schéma.
- d) Durée d'intégration sur chaque élément.

- e) Description de chaque action jugée nécessaire pour améliorer la précision du mesurage.

10.6 Données acoustiques

- a) Présentation sous forme de tableau des valeurs des indicateurs de champ $F_{p,l}$ (pour les classes 2 et 3) et $F_{+,-}$ (pour la classe 2) pour chaque bande de fréquences pour laquelle la puissance acoustique est déterminée, calculées à partir de chaque série de mesurages sur chaque surface de mesurage.
- b) Présentation sous forme de tableau des valeurs calculées du niveau de puissance acoustique de la source dans toutes les bandes de fréquences considérées. Si la détermination du niveau de puissance acoustique pondéré A est nécessaire, la contribution des bandes de fréquences pour lesquelles les critères 1 et/ou 2 ne sont pas satisfaits doit être négligée dans la détermination et le fait consigné dans le rapport d'essai, sauf si cette contribution peut être négligée en application de 4.3.
- c) Présentation des résultats des contrôles in situ par la méthode de retournement de la sonde donnée en 6.2.2, le cas échéant.

10.7 Classe de précision de la détermination du niveau de puissance acoustique

La classe de précision obtenue lors de l'essai final, conformément au tableau 2, doit être indiquée. Dans le cas particulier où la classe de précision requise ne peut être obtenue pour un niveau de puissance acoustique que sur un domaine de fréquences restreint, une mention doit être faite conformément à 10.6 b).

Annexe A (normative)

Calcul des indicateurs de champ

A.1 Généralités

Les indicateurs de champ F_{pl} et $F_{+/-}$ doivent être évalués d'après les équations données en A.2 pour chaque surface de mesurage et chaque maillage d'éléments utilisés et dans chaque bande de fréquences considérée pour la détermination des niveaux de puissance acoustique.

NOTE 13 L'évaluation de $F_{+/-}$ n'est pas obligatoire pour les déterminations de classe 3.

A.2 Détermination des indicateurs de champ

A.2.1 Indicateur pression surfacique-intensité

Calculer l'indicateur pression surfacique-intensité F_{pl} d'après l'équation:

$$F_{pl} = [L_p] - L_w + 10 \lg(S/S_0) \text{ dB} \quad \dots (A.1)$$

où

$[L_p]$ est le niveau de pression acoustique surfacique moyen donné par:

$$[L_p] = 10 \lg\left[\frac{1}{S} \sum_{i=1}^N S_i 10^{0,1L_{pi}}\right] \text{ dB}$$

S est l'aire totale de la surface de mesurage
($= \sum_{i=1}^N S_i$);

S_0 est l'aire de référence ($= 1 \text{ m}^2$).

NOTE 14 F_{pl} est équivalent à F_3 de l'ISO 9614-1 dans le cas particulier d'éléments d'aire uniforme.

A.2.2 Indicateur de puissance élémentaire négative

$$F_{+/-} = 10 \lg \left[\frac{\sum |P_i|}{\sum P_i} \right] \text{ dB} \quad \dots (A.2)$$

où P_i et $|P_i|$ sont donnés en 3.6.1.

NOTE 15 $F_{+/-}$ est équivalent à $F_3 - F_2$ de l'ISO 9614-1 dans le cas particulier d'éléments d'aire uniforme.

Annexe B (normative)

Méthode d'obtention de la classe de précision requise

B.1 Critères de qualification

Lors de l'application de la présente partie de l'ISO 9614, les conditions du champ acoustique sur la surface de mesurage initiale peuvent varier considérablement aux positions de mesurage. Pour garantir le non-dépassement des limites supérieures pour l'incertitude sur les niveaux de puissance acoustique, il est nécessaire de vérifier que les instruments et les paramètres de mesurage choisis (par exemple, surface et distance de mesurage, balayage) sont adéquats, dans les conditions de champ acoustique et d'environnement spécifiques au mesurage. La méthode générale est résumée à la figure B.1.

B.1.1 Adéquation de l'appareillage de mesure

Pour qu'une surface de mesurage soit qualifiée pour la détermination du niveau de puissance acoustique d'une source de bruit conformément à la présente partie de l'ISO 9614, l'indice de capacité dynamique L_d de l'appareillage de mesure conformément à 3.12 doit être supérieur à la valeur de l'indicateur F_{pl} déterminée conformément à A.2.1 de l'annexe A dans chaque bande de fréquences du mesurage.

Critère 1

$$L_d > F_{pl} \quad \dots (B.1)$$

Si une surface de mesurage choisie ne satisfait pas au critère 1, procéder conformément au tableau B.1 et à la figure B.1.

B.1.2 Limite sur la puissance élémentaire négative

Pour les déterminations de classe 2, il est recommandé d'effectuer le contrôle suivant pour s'assurer que les conditions de mesurage sont adéquates:

Critère 2

$$F_{+/-} \leq 3 \text{ dB} \quad \dots (B.2)$$

NOTE 16 Ce critère est facultatif pour les déterminations de classe 3.

B.1.3 Contrôle de la répétabilité de la puissance élémentaire

Critère 3

$$|L_{wi}(1) - L_{wi}(2)| \leq s \quad \dots (B.3)$$

où s est donné au tableau 2.

B.2 Action à prendre pour améliorer la précision de la détermination

Le tableau B.1 spécifie les actions à prendre lorsque les contrôles décrits en B.1 montrent que la surface de mesurage et/ou le maillage ne sont pas adéquats.

Tableau B.1 — Actions à entreprendre pour améliorer la précision de la détermination

Critère	Code action (voir figure B.1)	Action
$F_{pl} > L_d$ et $F_{+/-} > 3 \text{ dB}$	a ou b ou f	<p>Réduire de moitié la distance moyenne entre la surface de mesurage et la source jusqu'à une valeur moyenne minimale non inférieure à 100 mm et doubler la densité des lignes de balayage.</p> <p>Protéger la surface de mesurage des sources de bruit parasite fort au moyen d'un écran.</p> <p>Réduire l'influence néfaste du champ acoustique réverbéré en introduisant une absorption additionnelle dans l'espace d'essai à des endroits situés loin de la source.</p>
$F_{pl} > L_d$ et $F_{+/-} \leq 3 \text{ dB}$	a ou f	<p>Réduire de moitié la distance moyenne entre la surface de mesurage et la source jusqu'à une valeur moyenne minimale non inférieure à 100 mm et doubler la densité de la ligne de balayage.</p> <p>Réduire l'influence néfaste du champ acoustique réverbéré en introduisant une absorption additionnelle dans l'espace d'essai à des endroits situés loin de la source.</p>
$ L_{wi}(1) - L_{wi}(2) > s$	c d	<p>Identifier et éliminer les causes d'écart temporel dans les conditions de champ ou, si cela ne réussit pas, doubler la densité des lignes de balayage sur le même élément.</p>
$ L_{wi}(1) - L_{wi}(2) > s$ et $F_{+/-} \leq 1 \text{ dB}$	e	<p>Doubler la distance moyenne entre la surface de mesurage et la source en maintenant la même densité de lignes.</p>

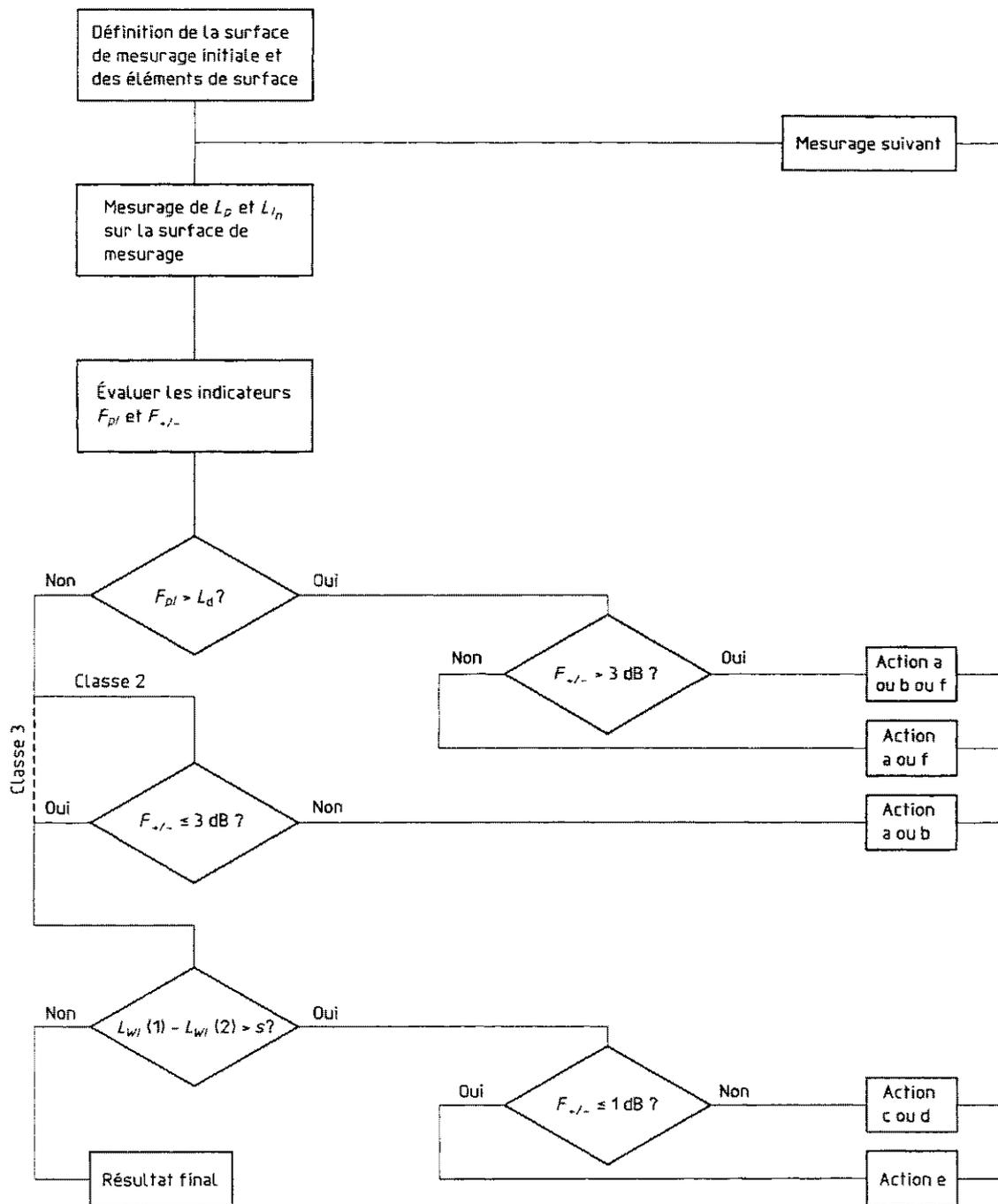


Figure B.1 — Schéma de la méthode d'obtention de la classe de précision requise

Annexe C (informative)

Effets des écoulements d'air sur le mesurage de l'intensité acoustique

Les sondes intensimétriques sont parfois exposées à des écoulements d'air au cours du mesurage, par exemple si celui-ci est effectué à l'extérieur par temps venteux, ou à proximité de courants d'air générés par des ventilateurs. En principe, les fondements théoriques de l'intensimétrie par sondes $p-p$ cessent d'être valables en présence d'écoulements gazeux réguliers. Cependant, les erreurs induites sont négligeables lorsque le nombre de Mach caractérisant l'écoulement est faible ($Ma < 0,05$), sauf dans des champs très réactifs. Elles peuvent être plus importantes en présence d'un écoulement non stationnaire (turbulence).

Les turbulences peuvent soit exister dans l'écoulement incident, soit résulter de la présence de la sonde elle-même. Les fluctuations d'énergie cinétique du fluide inhérentes au phénomène de turbulence sont associées à des fluctuations de pression. Celles-ci ne sont pas de nature acoustique et il n'existe normalement pas de corrélation avec les fluctuations de pression liées à l'existence d'un champ acoustique. Elles sont cependant enregistrées par tout transducteur placé dans l'écoulement et réagissant aux pressions, et les signaux résultants sont indifférenciables des signaux produits par les pressions acoustiques. Les turbulences ont une vitesse de convection voisine de la vitesse d'écoulement moyenne (dans le temps) et contiennent des tourbillons (zones de mouvement corrélé) de dimension généralement très inférieure aux longueurs d'onde caractéristiques des fréquences audibles. Les gradients de pression dans les turbulences peuvent donc être largement supérieurs à ceux des ondes acoustiques, et les vitesses particulières associées très supérieures à celles des champs acoustiques typiques. Ceci peut conduire à la génération d'importants signaux de pseudo-intensité.

Le rôle d'un écran antivent est de dévier l'écoulement pour l'éloigner de la proximité immédiate des transducteurs de pression. En raison de la faible vitesse de convection des turbulences, les fluctuations de pression et de vitesse liées à l'écoulement, qui agissent sur la surface de l'écran, ne peuvent pas se propager efficacement jusqu'à sa partie centrale où se trouvent les transducteurs de pression, alors que les

ondes acoustiques subissent une atténuation beaucoup plus faible. Cette atténuation différentielle constitue le principe d'action d'un écran antivent.

Il faut cependant être conscient des limites de l'efficacité de cette méthode. Les fluctuations de pression de très grande amplitude ne sont pas totalement éliminées et les turbulences de basse fréquence et forte amplitude sont beaucoup moins amorties que celles de haute fréquence et faible amplitude. Le spectre fréquentiel des turbulences dues au vent et aux ventilateurs tendant à décroître rapidement avec la fréquence, ce sont les mesurages de l'intensité dans les basses fréquences (en général < 200 Hz) qui sont susceptibles d'être le plus gravement affectés.

Les caractéristiques d'amplitude et de fréquence des turbulences varient fortement suivant la nature du mécanisme de génération. Il est donc impossible d'établir des règles spécifiques pour chaque situation d'écoulement pouvant se présenter au cours d'une application intensimétrique in situ. Comme la valeur efficace des fluctuations de pression liées aux turbulences croît avec le carré de la vitesse moyenne d'écoulement, on fixe pour la vitesse moyenne d'écoulement une limite de sécurité conservatrice.

La règle générale à retenir est que la tendance, pour les niveaux d'intensité acoustique et/ou de vitesse particulière par octave ou tiers d'octave, à garder des valeurs élevées ou même à augmenter dans les basses fréquences (< 100 Hz) est un signe inquiétant, sauf s'il est possible de mettre en évidence une tendance identique pour les niveaux de pression acoustique ou d'estimer subjectivement que l'émission de la source est fortement concentrée sur les basses fréquences. Une autre indication qualitative de contamination des valeurs de l'intensité acoustique par une pseudo-intensité liée aux turbulences est la forte instabilité des niveaux d'intensité et de vitesse particulière obtenus. La cohérence entre microphones n'est pas nécessairement un bon indicateur de non-contamination car, sur des distances de l'ordre de celles qui séparent généralement les microphones, il peut exister une corrélation importante entre les fluctuations de pression de basse fréquence et forte amplitude qui sont liées aux turbulences. Un des effets les plus néfastes de la contamination par des turbu-

lences est la réduction de la plage de mesure dynamique des signaux d'intensité acoustique, notamment

lorsque l'appareillage utilisé est à réglage de gamme automatique.

Annexe D (informative)

Effet de l'absorption du son à l'intérieur de la surface de mesurage

S'il apparaît que l'absorption acoustique de la source est significative (par exemple du fait de la présence de matériaux d'isolation thermique et/ou d'absorption phonique), et si le calcul de l'indicateur F_{pl} donne une valeur supérieure à 3 dB, il convient d'étudier l'influence de la puissance acoustique absorbée sur la puissance acoustique totale mesurée. Cela n'est possible que si la source peut être arrêtée. Si, dans ce cas, le bruit parasite résiduel reste inchangé, il est possible de déterminer directement la puissance acoustique absorbée $L_{w,abs}$ à partir des mesures intensimétriques sur la surface entourant la source à l'arrêt en appliquant la méthode donnée dans la présente partie de l'ISO 9614 et en déterminant $L_{w,abs}$ d'après l'équation (13). S'il est impossible de maintenir le niveau de bruit parasite en arrêtant la source, on peut obtenir une estimation grossière de la puissance acoustique absorbée en utilisant une source parasite artificielle produisant à peu près les mêmes niveaux de bruit sur la surface de mesurage que la source parasite réelle.

Les effets de l'absorption peuvent être négligés si la condition suivante est satisfaite:

$$L_w - L_{w,abs} \geq K \text{ dB} \quad \dots (D.1)$$

où

L_w est le niveau de puissance acoustique totale avec la source en fonctionnement [d'après l'équation (13)];

$L_{w,abs}$ est le niveau de puissance acoustique absorbée avec la source arrêtée [d'après l'équation (13)];

K est donné au tableau 1.

Dans le cas contraire, il convient de prendre des mesures afin de réduire le niveau d'intensité parasite ou pour protéger la surface de mesurage contre les sources de bruit parasite.

Annexe E (informative)

Surface de mesure et procédure de balayage

Le principe de base de la détermination de la puissance acoustique par la technique intensimétrique est de mesurer la composante d'intensité normale à la surface de mesure qui entoure complètement la source en essai. Les principales incertitudes des résultats obtenus par cette technique sont associées à l'appareillage et aux erreurs dans l'analyse des signaux ainsi qu'à un procédé d'échantillonnage (balayage) du champ qui n'est pas parfait. La présente annexe présente des lignes directrices pour effectuer l'échantillonnage du champ. En suivant ces directives et en utilisant les paramètres de balayage spécifiés dans la présente partie de l'ISO 9614, les incertitudes peuvent être réduites au minimum et on peut obtenir les classes de précision du tableau 2.

Il est recommandé de définir la surface de mesure de façon à être balayée facilement et que sa forme réduise au minimum les effets de l'intensité parasite et du champ proche. Il est recommandé d'effectuer le balayage d'une surface de mesure à courbure

simple, par exemple autour d'une conduite cylindrique circulaire, en déplaçant la sonde parallèlement à l'axe de la conduite, comme le montre la figure E.1. Les lignes de balayage sont ainsi maintenues droites et l'orientation de la sonde reste inchangée sur chaque section de ligne droite de la trajectoire. Il est préférable d'éviter les lignes de balayage qui sont incurvées dans des plans perpendiculaires à la surface de mesure chaque fois que c'est possible, parce que l'orientation de la sonde doit être constamment modifiée pendant le balayage.

Il est recommandé de sélectionner la surface du mesure, les éléments de surface et la trame de balayage en fonction de la géométrie de la source et de son environnement, dans les limites spécifiées par 7.2, ainsi que de s'approcher d'une surface conforme (tous les points à la même distance de la surface de la source) à partir d'éléments de surface plans comme le montre la figure E.1.

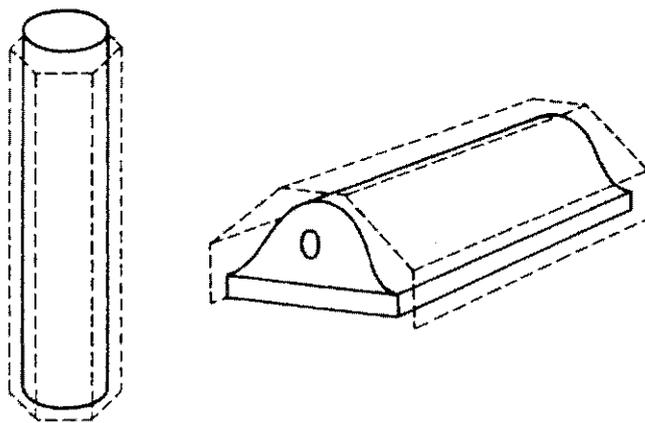


Figure E.1 — Surfaces de mesure pour les segments types

Il est recommandé de définir chaque élément de telle sorte qu'il soit facilement balayé à une vitesse constante avec une densité de lignes uniforme, tout en maintenant l'axe de la sonde perpendiculaire à la surface locale. Le virage à la fin d'une ligne de balayage produit une erreur dans le procédé de moyennage surfacique en surestimant la contribution du bord. Il faut s'efforcer de maintenir une vitesse de balayage constante sur la totalité de la trajectoire de balayage.

Dans le cas où la durée d'intégration de l'analyseur est déterminée à l'avance en étapes discrètes, il faut s'efforcer de réduire au minimum l'intervalle entre la fin du balayage d'un élément quelconque et l'arrêt de l'intégration.

Il est aussi recommandé de faire très attention à suivre la trajectoire de balayage tout en maintenant la régularité de la vitesse de balayage, l'uniformité de la densité des lignes et l'orientation de l'axe de la sonde. Une concentration excessive sur l'une de ces tâches peut nuire à la précision du mesurage.

Annexe F (informative)

Bibliographie

- [1] ISO 3740:1980, *Acoustique — Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit — Guide pour l'utilisation des normes fondamentales et pour la préparation des codes d'essais relatifs au bruit.*
- [2] ISO 3741:1988, *Acoustique — Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit — Méthodes de laboratoire en salles réverbérantes pour les sources à large bande.*
- [3] ISO 3742:1988, *Acoustique — Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit — Méthodes de laboratoire en salles réverbérantes pour les sources émettant des bruits à composantes tonales et à bande étroite.*
- [4] ISO 3743-2:1994, *Acoustique — Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique — Méthodes d'expertise en champ réverbéré applicables aux petites sources transportables — Partie 2: Méthodes en salle d'essai réverbérante spéciale.*
- [5] 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.*
- [6] ISO 3745:1977, *Acoustique — Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit — Méthodes de laboratoire pour les salles anéchoïque et semi-anéchoïque.*
- [7] ISO 3746:1995, *Acoustique — Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique — Méthode de contrôle employant une surface de mesure enveloppante au-dessus d'un plan réfléchissant.*
- [8] ISO 3747:1987, *Acoustique — Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit — Méthode de contrôle faisant appel à une source sonore de référence.*
- [9] ISO 5725-1:1994, *Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure — Partie 1: Principes généraux et définitions.*
- [10] ISO 7574-1:1985, *Acoustique — Méthodes statistiques pour la détermination et le contrôle des valeurs déclarées d'émission acoustique des machines et équipements — Partie 1: Généralités et définitions.*
- [11] ISO 7574-4:1985, *Acoustique — Méthodes statistiques pour la détermination et le contrôle des valeurs déclarées d'émission acoustique des machines et équipements — Partie 4: Méthodes pour valeurs déclarées de lots de machines.*
- [12] ISO/TR 7849:1987, *Acoustique — Détermination du bruit aérien émis par les machines par mesure des vibrations.*
- [13] ISO 9614-1:1993, *Acoustique — Détermination par intensimétrie des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit — Partie 1: Mesurages par points.*
- [14] ISO 12001:1996¹⁾, *Acoustique — Bruit émis par les machines et équipements — Règles pour la préparation et la présentation d'un code d'essai acoustique.*

1) À publier.

