
**Acoustique — Bruit des stands de tir —
Partie 3:
Lignes directrices pour le calcul de la
propagation du son**

Acoustics — Noise from shooting ranges —

Part 3: Guidelines for sound propagation calculations
**iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)**

ISO 17201-3:2010

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8ceba981-0c95-42c8-93c5-bcceb0e047b6/iso-17201-3-2010>



PDF – Exonération de responsabilité

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

Adobe est une marque déposée d'Adobe Systems Incorporated.

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

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

[ISO 17201-3:2010](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8ceba981-0c95-42c8-93c5-bcceb0e047b6/iso-17201-3-2010)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8ceba981-0c95-42c8-93c5-bcceb0e047b6/iso-17201-3-2010>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2010

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

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

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos	iv
Introduction	v
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	1
3 Termes et définitions	2
4 Modélisation de la source	3
5 Calcul de la propagation	6
6 Conversion des niveaux d'exposition sonore	9
7 Incertitudes	10
Annexe A (normative) Cas de référence pour les abris de tir équipés d'écrans	12
Annexe B (normative) Approches de modélisation sophistiquées	27
Annexe C (informative) Modélisation de scénarios de tir – Exemples de stands de tir	36
Annexe D (informative) Incertitude	52
Bibliographie	56

ISO 17201-3:2010

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8ceba981-0c95-42c8-93c5-bcceb0e047b6/iso-17201-3-2010>

Avant-propos

L'ISO (Organisation internationale de normalisation) est une fédération mondiale d'organismes nationaux de normalisation (comités membres de l'ISO). L'élaboration des Normes internationales est en général confiée aux comités techniques de l'ISO. Chaque comité membre intéressé par une étude a le droit de faire partie du comité technique créé à cet effet. Les organisations internationales, gouvernementales et non gouvernementales, en liaison avec l'ISO participent également aux travaux. L'ISO collabore étroitement avec la Commission électrotechnique internationale (CEI) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 2.

La tâche principale des comités techniques est d'élaborer les Normes internationales. Les projets de Normes internationales adoptés par les comités techniques sont soumis aux comités membres pour vote. Leur publication comme Normes internationales requiert l'approbation de 75 % au moins des comités membres votants.

L'attention est appelée sur le fait que certains des éléments du présent document peuvent faire l'objet de droits de propriété intellectuelle ou de droits analogues. L'ISO ne saurait être tenue pour responsable de ne pas avoir identifié de tels droits de propriété et averti de leur existence.

L'ISO 17201-3 a été élaborée par le comité technique ISO/TC 43, *Acoustique*, sous-comité SC 1, *Bruit*.

L'ISO 17201 comprend les parties suivantes, présentées sous le titre général *Acoustique — Bruit des stands de tir*:

- ISO 17201-3:2010**
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8ceba981-0c95-42c8-93c5-bcceb0e047b6/iso-17201-3-2010>
- *Partie 1: Mesurage de l'énergie sonore en sortie de bouche*
 - *Partie 2: Estimation de la détonation à la bouche et du bruit du projectile par calcul*
 - *Partie 3: Lignes directrices pour le calcul de la propagation du son*
 - *Partie 4: Estimation du bruit du projectile*
 - *Partie 5: Gestion du bruit*

Introduction

L'initiative d'élaborer une norme sur le bruit impulsionnel des stands de tir a été prise par l'AFEMS (*Association of European Manufacturers of Sporting Ammunition*, Association des Fabricants Européens de Munitions pour le tir Sportif), en avril 1996, sous la forme d'une proposition formelle au CEN (voir le document CEN 1085). Après consultation au CEN en 1998, le CEN/TC 211, *Acoustique*, a demandé à l'ISO/TC 43, *Acoustique*, sous-comité SC 1, *Bruit*, d'élaborer l'ISO 17201 (toutes les parties).

La présente partie de l'ISO 17201 fournit des lignes directrices pour le calcul de la propagation du bruit de tir depuis les stands de tir. Si des méthodes de calcul ne sont pas impliquées ou définies par des lignes directrices, des règles et des réglementations locales ou nationales, et si un modèle de propagation plus évolué n'est pas disponible, l'ISO 9613-2 peut être appliquée, à condition de satisfaire aux recommandations de la présente partie de l'ISO 17201.

L'énergie acoustique émise par la détonation à la bouche est généralement mesurée ou calculée pour les conditions en champ libre et montre souvent une forte directivité. Dans de nombreux cas, les armes à feu sont utilisées dans des stands de tir qui possèdent des structures telles que des abris de tir, des murs ou des barrières de sécurité. Les coups tirés par les armes, particulièrement les fusils de chasse, vont dans plusieurs directions, par exemple dans les fosses et les «skeets» où la direction du tir est dictée par la trajectoire de vol des plateaux. La présente partie de l'ISO 17201 recommande des méthodes dont les données sources peuvent être adaptées pour une utilisation avec l'ISO 9613-2 afin d'obtenir un relevé d'ensemble des niveaux sonores attendus au voisinage des stands de tir.

(standards.iteh.ai)

[ISO 17201-3:2010](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8ceba981-0c95-42c8-93c5-bcceb0e047b6/iso-17201-3-2010)

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8ceba981-0c95-42c8-93c5-bcceb0e047b6/iso-17201-3-2010>

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 17201-3:2010

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8ceba981-0c95-42c8-93c5-bcceb0e047b6/iso-17201-3-2010>

Acoustique — Bruit des stands de tir —

Partie 3:

Lignes directrices pour le calcul de la propagation du son

1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 17201 spécifie des méthodes pour prédire les niveaux d'exposition sonore pour un tir individuel en un point de réception donné. Des lignes directrices sont données pour calculer d'autres indices acoustiques à partir du niveau d'exposition sonore. La prédiction est basée sur la distribution angulaire de l'énergie acoustique émise par la détonation à la bouche, telle que définie dans l'ISO 17201-1 ou calculée au moyen des valeurs de l'ISO 17201-2.

La présente partie de l'ISO 17201 couvre les armes de calibre inférieur à 20 mm ou des charges explosives de moins de 50 g d'équivalent TNT, à des distances où les valeurs de crête de la pression acoustique — y compris la contribution du bruit du projectile — sont inférieures à 1 kPa (154 dB).

NOTE Des réglementations nationales ou autres, qui pourraient être plus sévères, peuvent s'appliquer.

2 Références normatives

[ISO 17201-3:2010](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8ceba981-0c95-42c8-93c5-f5c0e047164a/iso-17201-3-2010)

[https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8ceba981-0c95-42c8-93c5-](https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8ceba981-0c95-42c8-93c5-f5c0e047164a/iso-17201-3-2010)

Les documents de référence suivants sont indispensables pour l'application du présent document. Pour les références datées, seule l'édition citée s'applique. Pour les références non datées, la dernière édition du document de référence (y compris les éventuels amendements) s'applique.

ISO 9613-1, *Acoustique — Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre — Partie 1: Calcul de l'absorption atmosphérique*

ISO 9613-2:1996 *Acoustique — Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre — Partie 2: Méthode générale de calcul*

ISO 17201-1:2005, *Acoustique — Bruit des stands de tir — Mesurage de l'énergie sonore en sortie de bouche*

ISO 17201-2, *Acoustique — Bruit des stands de tir — Partie 2: Estimation de la détonation à la bouche et du bruit du projectile par calcul*

ISO 17201-4, *Acoustique — Bruit des stands de tir — Partie 4: Estimation du bruit du projectile*

ISO/CEI Guide 98-3, *Incertitude de mesure — Partie 3: Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure (GUM:1995)*

CEI 61672-1, *Électroacoustique — Sonomètres — Partie 1: Spécifications*

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions donnés dans l'ISO 9613-2 et l'ISO 17201-1 ainsi que les suivants s'appliquent:

3.1
source de substitution
substitution d'une source sonore et de son abri de tir par une source modèle sans abri de tir placée au centre de l'ouverture de l'abri de tir pour représenter l'émission dans la direction du point de réception

3.2
barrière de sécurité
(stands de tir) barrière conçue pour arrêter les projectiles quittant le stand

3.3
écran de protection
(stands de tir) barrière suspendue conçue pour arrêter les projectiles quittant le stand

3.4
abri de tir
structure construite dans le but de protéger les tireurs et leurs équipements des précipitations et du vent, ayant une ouverture qui permet de tirer sur une cible située sur un terrain découvert

3.5
stand de tir
endroit clos aménagé pour des positions de tir et les cibles correspondantes qui, en fonction de la conception, peut comprendre des éléments tels qu'un abri de tir, des barrières de sécurité, des écrans de protection et des zones dangereuses

3.6
champ de tir
entité organisationnelle constituée d'un ou plusieurs stands de tir et des bâtiments et infrastructure associés

3.7
position de tir
position du tireur dans le stand de tir

3.8
direction de la cible correspondante
orientation du tireur par rapport à la position d'une cible mobile, tenant compte du décalage temporel de l'impact du tir sur la cible

3.9
niveau maximal de pression acoustique pondéré A et pondéré S
 $L_{p,AS,max}$
plus haut niveau de pression acoustique pondéré A et pondéré S relevé dans un intervalle de temps déterminé

NOTE 1 Le niveau maximal de pression acoustique pondéré A et pondéré S est exprimé en décibels.

NOTE 2 A désigne la pondération fréquentielle et S la pondération temporelle, comme spécifiées dans la CEI 61672-1.

NOTE 3 Du point de vue technique, cette définition est conforme à l'ISO 1996-1:2003 ^[1], 3.1.2.

3.10
niveau maximal de pression acoustique pondéré A et pondéré F
 $L_{p,AF,max}$
plus haut niveau de pression acoustique pondéré A et pondéré F relevé dans un intervalle de temps déterminé

NOTE 1 Le niveau maximal de pression acoustique pondéré A et pondéré F est exprimé en décibels.

NOTE 2 A désigne la pondération fréquentielle et F la pondération temporelle, comme spécifiées dans la CEI 61672-1.

NOTE 3 Du point de vue technique, cette définition est conforme à l'ISO 1996-1:2003 ^[1], 3.1.2.

3.11

niveau maximal de pression acoustique pondéré A et pondéré I

$L_{p,AI,max}$

plus haut niveau de pression acoustique pondéré A et pondéré I relevé dans un intervalle de temps déterminé

NOTE 1 Le niveau maximal de pression acoustique pondéré A et pondéré I est exprimé en décibels.

NOTE 2 A désigne la pondération fréquentielle et I la pondération temporelle, comme spécifiées dans la CEI 61672-1.

3.12

bruit d'impact

bruit produit par l'impact du projectile sur la cible

3.13

point de diffraction

point situé au sommet d'une barrière qui fournit la plus courte longueur de trajet pour le son qui se propage par-dessus la barrière jusqu'au point de réception

4 Modélisation de la source

4.1 Introduction

Les grandeurs de base à utiliser sont la distribution angulaire de l'énergie acoustique émise par la source, $S_g(\alpha)$, et le niveau de distribution angulaire de l'énergie acoustique émise par la source, $L_g(\alpha)$, comme définis dans l'ISO 17201-1. L'angle entre la ligne de tir et la ligne qui joint la bouche au point de réception est désigné par α . Si un coup est tiré en plein air, $S_g(\alpha)$ peut être utilisé pour décrire le bruit à la bouche. En cas de tir à la carabine, le bruit du projectile doit être inclus (voir 4.3). Les sources de substitution peuvent être utilisées pour les situations en abri et pour l'incorporation de la réflexion et de la diffraction afin de calculer les niveaux de réception comme s'il s'agissait d'une situation en champ libre. Le bruit de l'impact du projectile sur la cible peut être généralement négligé. La présente partie de l'ISO 17201 n'est pas applicable aux projectiles contenant une charge qui détone au contact de la cible.

4.2 Bruit à la bouche

4.2.1 Contexte

Pour les situations qui ne sont pas en champ libre (un abri ouvert, par exemple), le modèle de propagation de l'ISO 9613-2 est insuffisant, et des modèles de propagation et des procédures de calcul plus évolués sont nécessaires. L'Annexe A fournit un cas de référence et une démonstration de la manière dont des approximations sophistiquées de la propagation du son (voir Annexe B) peuvent être utilisées pour décrire les sons émis par un tel stand, en se basant sur des données en champ libre relatives au niveau de distribution angulaire de l'énergie acoustique émise par la source. L'émission sonore est alors exprimée par la distribution angulaire de l'énergie acoustique émise par une source de substitution placée en une position représentative située en avant ou au-dessus de l'abri de tir. Tous les calculs supplémentaires du niveau de pression acoustique sont réalisés comme spécifié dans l'Article 5 par un point d'émission dont la directivité est indépendante du champ de tir (ou du stand), qui peut être formé par un abri, des écrans, des parois latérales, etc.

4.2.2 Situation en champ libre

Si l'arme étudiée est utilisée à l'extérieur d'un abri de tir ou d'une structure similaire, utiliser directement le niveau de distribution angulaire de l'énergie acoustique émise par la source, $L_q(\alpha)$, d'une combinaison spécifique arme/munition. Si le coup est tiré avec une surface réfléchissante à proximité du tireur, prendre en compte la réflexion. La directivité doit être ajustée en conséquence. Si l'arme peut tirer dans des directions horizontales et verticales variables, prendre en compte séparément ces directions. Des exemples de situations en champ libre sont décrits dans l'Annexe C.

4.2.3 Situation en champ clos

4.2.3.1 Abri de tir

Dans ce cas, le coup est tiré dans un abri (voir Annexe B par exemple). Une partie de l'énergie rayonnée due au bruit à la bouche est absorbée par les parois et le sol. En présence d'écrans et de parois latérales, prendre en compte les réflexions par le sol, les parois latérales et les écrans (voir Annexe A). Un plafond absorbant situé à l'intérieur de l'abri peut être considéré comme étant la technique de pointe. L'énergie restante est émise à travers l'ouverture de l'abri. La Figure 1 illustre un abri avec les parois latérales et les écrans de protection suspendus. Par conséquent, ne pas utiliser directement les données de champ libre. S'il ne se produit pas d'absorption dans l'abri ni au droit des écrans, le cas de référence n'est pas un modèle approprié pour décrire l'énergie acoustique émise.

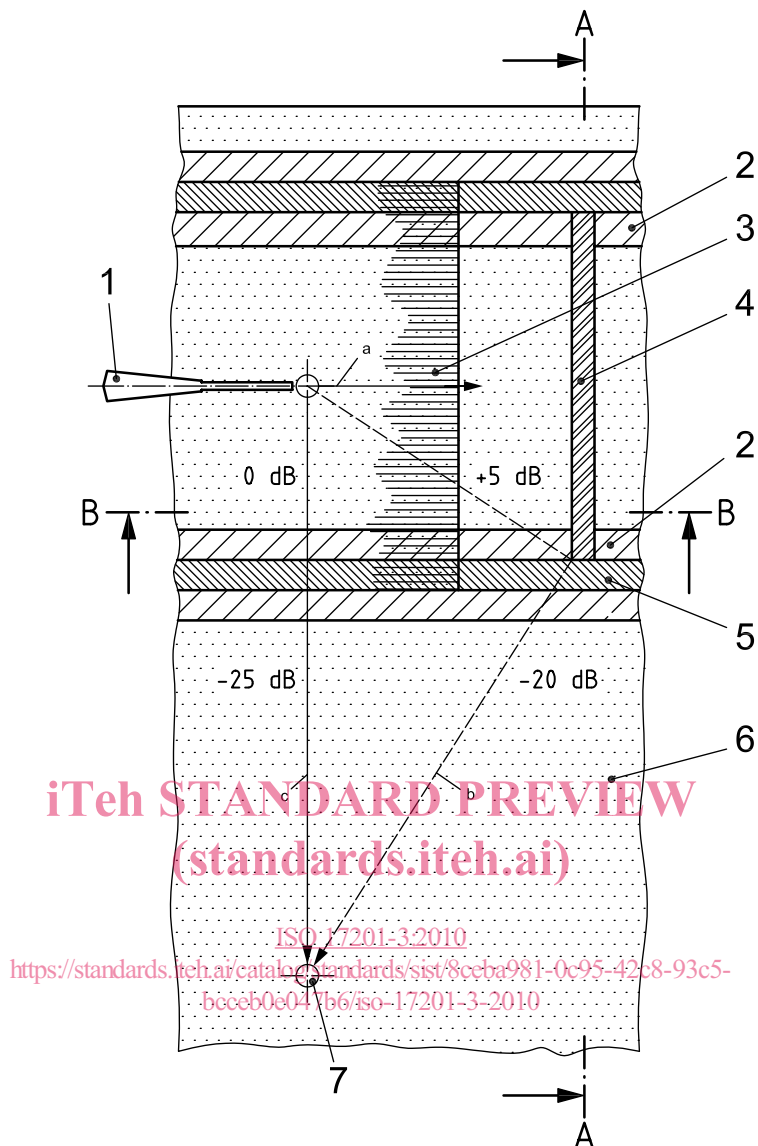
4.2.3.2 Situations plus complexes

Pour des situations plus complexes consistant en des champs de tir différents, tels qu'un poste de tir «trap» et «skeet» avec des champs de tir pour de petits et gros calibres, il peut s'avérer nécessaire d'inclure un plus grand nombre de sources et de sources de substitution pour modéliser correctement la situation. Ces sources sont considérées comme étant incohérentes. En revanche, les réflexions sont considérées cohérentes si, au point de réception, le délai entre le bruit à la bouche et ses réflexions est inférieur à 3 ms. Elles doivent donc être modélisées comme étant une seule source de substitution.

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8ceba981-0c95-42c8-93c5-bcceb0e047b6/iso-17201-3-2010>

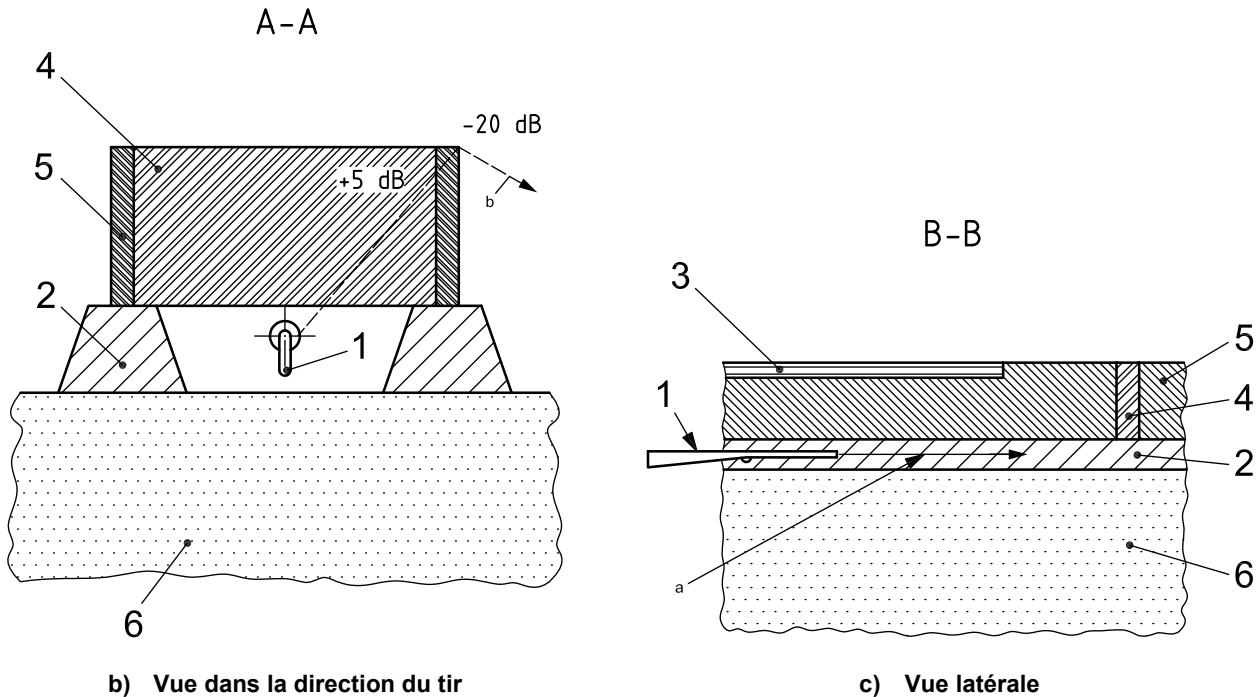
4.3 Bruit du projectile

La modélisation du bruit du projectile est spécifiée dans l'ISO 17201-2 et l'ISO 17201-4. L'ISO 17201-4 donne également des lignes directrices pour le calcul de la propagation du bruit du projectile, dans la mesure où celle-ci diffère de la propagation du bruit provenant d'autres sources. Cela signifie qu'il est aussi possible, pour l'atténuation, A_{excess} , du bruit du projectile, d'utiliser l'ISO 9613-2. Les autres paramètres d'atténuation, tels que la divergence, l'absorption de l'air et l'atténuation non linéaire, sont spécifiés dans l'ISO 17201-4. En champ libre, notamment devant l'arme lorsque la distance de la trajectoire est faible, le bruit du projectile peut être une source pertinente pour le niveau d'exposition sonore du bruit de tir. Si un coup est tiré dans un stand de tir, le bruit du projectile a en général une importance mineure dans l'estimation du niveau d'exposition sonore au point de réception. Par contre, si des mesures sont prises pour réduire l'émission sonore du bruit à la bouche, le bruit du projectile peut alors devenir un facteur dominant.



a) Vue de dessus

Figure 1 (suite)



Légende

- 1 arme/carabine
- 2 merlon
- 3 toit
- 4 écran de protection

- 5 barrière
- 6 sol
- 7 point de réception

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

- a Direction du tir.
- b Son diffracté.

ISO 17201-3:2010
Son affecté par l'écran.
<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/8ceba981-0c95-42c8-93c5-bcceb0e047b6/iso-17201-3-2010>

Figure 1 — Situation en abri de tir et illustration des effets de la diffraction sur le trajet de propagation

5 Calcul de la propagation

5.1 Généralités

Le calcul de la propagation peut être effectué en utilisant des modèles de tracé de rayons ou des modèles plus sophistiqués, qui prennent en compte les conditions météorologiques spécifiques. Pour calculer L_{eq} à long terme, les résultats sont pondérés par rapport à la fréquence d'occurrence des conditions météorologiques pertinentes pour les périodes d'utilisation du champ de tir.

5.2 Application de l'ISO 9613-2 pour les situations en champ libre

Il convient de noter que l'ISO 9613-2 n'est pas applicable aux bruits de tir et qu'elle ne prend pas en compte les variations de la pression acoustique en fonction du temps pendant la propagation. Par conséquent, elle ne peut pas donner des résultats pour les métriques pondérées en temps, telles que $L_{F,max}$. L'ISO 9613-2 ne tient pas correctement compte de l'effet des conditions météorologiques sur la propagation du son sur des distances supérieures à 1 km. En outre, il n'est pas recommandé d'utiliser l'ISO 9613-2 si le spectre à la réception est dominé par des fréquences inférieures à 100 Hz.

Toutefois, l'ISO 9613-2 peut être appliquée pour modéliser la propagation du bruit de tir si des modifications sont introduites.

Le niveau de puissance acoustique et la directivité doivent être remplacés par le niveau de distribution angulaire de la source acoustique, et le niveau ambiant par le niveau d'exposition sonore obtenu, $L_E(f)$, au point de réception d'un tir spécifique dans des conditions favorables de propagation du son.

Le niveau d'exposition sonore pour un coup tiré est obtenu au moyen de:

$$L_E(f) = L_q(\alpha, f) - A_{\text{div}}(r) + 11 \text{ dB} - A_{\text{atm}}(r, f) - A_{\text{bar}}(r, f) - A_{\text{gr}}(r, f) - A_z(r, f) - A_{\text{misc}}(r, f) \quad (1)$$

où

$L_q(\alpha, f)$ est le niveau de distribution angulaire de l'énergie acoustique émise par la source de la combinaison arme/munition considérée, en décibels;

r est la distance entre la source ou la source de substitution, $P(x_0, y_0, z_0)$, et le point de réception, $P(x, y, z)$, en mètres;

α est l'angle entre la ligne de tir et la ligne qui joint la source au point de réception, $P(x, y, z)$, sous réserve que cette dernière ligne n'interfère pas avec une barrière.

f est la fréquence centrale d'une bande de fréquences, en Hertz;

A_{div} est la correction de la dispersion géométrique, en décibels;

A_{atm} est l'absorption par l'air, conformément à l'ISO 9613-1, en décibels;

A_{bar} est l'atténuation par une barrière, conformément à l'ISO 9613-2, en décibels;

A_{gr} est l'effet de sol, conformément à l'ISO 9613-2, en décibels;

A_z est une correction en cas de conditions météorologiques anormales [voir l'ISO 3741 [2], l'ISO 3745 [3] et l'ISO 9614-3 [4] et l'Équation (8) de l'ISO 17201-1:2005];

A_{misc} est une correction des divers autres effets, conformément à l'ISO 9613-2, en décibels.

Concernant α , si le son est affecté par une barrière, d'autres calculs pour chaque point de diffraction sont nécessaires. L'angle α utilisé pour obtenir $L_q(\alpha, f)$ est l'angle entre la ligne de tir et la ligne qui joint le point d'émission au point de diffraction considéré. Cette approche diffère de celle de l'ISO 9613-2.

La perte d'insertion, A_{bar} , est rapportée au niveau d'exposition sonore dans la direction du point de diffraction (voir l'exemple de l'Annexe C) pour la même distance entre le point de réception et le point d'émission (voir la Référence [6]).

Concernant A_{gr} , si l'ISO 9613-2, 7.3.1 est appliquée, l'effet de sol est inclus. Si l'ISO 9613-2, 7.3.2 est appliquée, la réflexion est prise en compte en ajoutant 3 dB à $L_q(\alpha, f)$ ou à l'Équation (11) de l'ISO 9613-2:1996, si elle est utilisée.

Le calcul de $L_q(x, y, z, f)$ pour une ouverture d'abri est spécifié en 5.3.

Le niveau d'exposition sonore à long terme est obtenu au moyen de:

$$L_{E, \text{long term}} = L_E - C_{\text{met}} \quad (2)$$

La façon d'obtenir C_{met} dépend fortement de la définition de la condition atmosphérique pour laquelle le niveau d'exposition sonore, $L_E(f)$, est à calculer. Si l'on a besoin de L_{eq} à long terme, prendre en compte les conditions météorologiques à long terme. Si cette information n'est pas disponible, la valeur de C_{met} pour $L_{A, \text{eq}}$ à long terme peut être déterminée conformément à l'Équation (22) de l'ISO 9613-2:1996, avec $C_0 = 5$ dB. En appliquant des modèles de tracé de rayons et des statistiques à long terme relatives à la

direction du vent, à la vitesse du vent et à la stabilité atmosphérique, il est possible d'obtenir une valeur plus exacte des niveaux à long terme (voir les Références [7] et [8]).

NOTE La valeur de 5 dB pour C_0 résulte de l'hypothèse que des conditions favorables de propagation du son se produisent pendant un tiers du temps.

Si l'ISO 9613-2 est appliquée, il convient de noter les limitations suivantes:

- Pour des distances plus longues, l'ISO 9613-2 a tendance à surestimer le niveau d'exposition sonore à long terme, $L_{E, \text{long term}}$, pendant la journée (voir la Référence [9]).
- Pour les conditions de vent porteur, l'effet des écrans peut être surestimé en raison de l'écoulement d'air induit au sommet de l'écran (voir la Référence [10]).
- Pendant la journée, l'atténuation de la barrière tend à être plus élevée en comparaison à la valeur obtenue par l'ISO 9613-2 (voir la Référence [11]).
- L'ISO 9613-2 ne considère pas la diffraction séparément de l'effet d'écran. Toutefois, le son diffracté par l'écran de protection par exemple (voir Figure 1) peut apporter une contribution majeure au niveau du point de réception.

Il convient de noter que la dispersion n'est prise en compte que de manière approchée. Dans des situations dans lesquelles les sources sonores sont bien protégées, cet effet peut constituer une contribution majeure au niveau global au point de réception.

5.3 Application de l'ISO 9613-2 pour les situations qui ne sont pas en champ libre

Pour le calcul de l'immission sonore dans une situation qui n'est pas en champ libre, des modèles plus sophistiqués de propagation du son sont nécessaires (voir 5.4). Les calculs avec ces modèles sont en général fastidieux. Même si la distance entre le stand de tir et le point de réception ne dépasse pas quelques centaines de mètres, le calcul sur toutes les fréquences est trop long pour être utilisé pour la cartographie du bruit.

Par conséquent, le concept de source de substitution est introduit afin de permettre l'utilisation de logiciels largement répandus pour les cartes de niveaux sonores. Le modèle sophistiqué calcule le niveau d'exposition sonore, $L_E(f)$, en quelques points de réception, $P(x,y,z)$, pertinents pour l'immission, suffisamment loin de l'abri pour permettre la substitution de la source d'origine et de son voisinage direct par un point d'émission avec les caractéristiques de directivité. Il convient que la distance entre le stand et le point de réception représente au moins deux fois la dimension la plus grande du stand. La position du niveau de distribution de l'énergie acoustique émise par la source, $L_q(x,y,z,f)$, pour ce site de réception et d'autres est choisie de manière qu'elle se situe au milieu de l'ouverture par laquelle passe la majeure partie de l'énergie acoustique. Pour un simple abri sans barrière ni écran, le point d'émission est choisi au milieu de l'ouverture de l'abri. Pour des stands dotés d'un abri, de barrières et d'écrans, la position est choisie au centre de la première ouverture (voir Figure B.1, point P).

Il convient de noter que les niveaux calculés peuvent également être choisis sur un cercle et que le niveau de distribution angulaire de l'énergie acoustique émise par la source peut alors être calculé conformément aux modes opératoires spécifiés pour le mesurage dans l'ISO 17201-1.

Le niveau de distribution de l'énergie acoustique émise par la source de substitution, $L_{q,S}(\alpha, f)$, est calculé à partir du niveau d'exposition, à l'aide de l'Équation (3):

$$L_{q,S}(\alpha, f) = L_E(x, y, z, f) - 11 \text{ dB} + A_{\text{div}}(r) \tag{3}$$

où

$L_E(x,y,z,f)$ est le niveau d'exposition sonore pour la fréquence f au point $P(x,y,z)$, obtenu par la méthode des éléments limites (BEM, *boundary element method*) ou une méthode analogue (voir Annexe B), exprimé en décibels;

- $A_{\text{div}}(r)$ est la correction qui compense la dispersion géométrique entre la position présumée de la source et le point $P(x,y,z)$, exprimée en décibels;
- r est la distance entre la position de la source de substitution choisie et $P(x,y,z)$, en mètres.

Dans ce modèle, la source de substitution remplace la source originale et son voisinage direct. Si seule la direction de α revêt de l'importance, l'Équation (1) peut être appliquée directement. Si la directivité s'avère nécessaire, par exemple pour l'établissement des cartes des niveaux sonores, utiliser le mode opératoire spécifié dans l'ISO 17201-1. A_{atm} , A_{bar} , A_{gr} , A_{misc} sont exclus du calcul de $L_{Q,S}(\sigma)$. Ne prendre en compte les effets de barrière, etc. que pour les barrières qui ne sont pas incluses dans le calcul utilisant la méthode sophistiquée.

La Figure 1 montre un abri de tir type avec des écrans suspendus et des parois latérales. Dans l'Annexe A, le niveau d'exposition sonore est donné pour un coup de feu tiré dans un tel abri. Ce niveau a été calculé par la méthode des éléments limites (BEM) sur un sol dur pour plusieurs hauteurs et positions dans le voisinage. Pour le cas de référence, la réflexion au sol a été incluse, A_{atm} , A_{bar} et A_{misc} ayant été supposés nuls.

Pour les situations existantes, il est recommandé que le modèle sophistiqué choisi soit vérifié par mesurage du niveau d'exposition sonore au point de réception, à condition que les conditions réelles de propagation pendant les mesurages soient bien définies. Pour le calcul de la propagation à l'extérieur de l'abri, la réflexion au sol a été incluse. S'assurer que le même type de surface est utilisé pour un modèle sophistiqué et pour l'application de l'ISO 9613-2.

5.4 Modèles sophistiqués

Pour les situations qui ne sont pas en champ libre, des modèles de calcul plus sophistiqués — en comparaison à l'ISO 9613-2 — sont nécessaires. Il convient d'utiliser les méthodes des éléments limites (BEM), les modèles de tracé de rayons, les modèles d'onde ou leurs combinaisons, dans lesquels la réflexion, la diffraction et la diffusion du son peuvent être prises en compte en détail (voir l'Annexe A, l'Annexe B et les Références [12], [13], [14], [15]).

Un cas de référence est décrit dans l'Annexe A pour un abri comme celui illustré à la Figure A.1. Ce cas a été calculé par la méthode des éléments limites (BEM).

Si d'autres méthodes ou approximations sont utilisées, telles que

- l'approximation de Kirchhoff (voir B.2), ou
- des modèles de tracé de rayons (voir B.3),

s'assurer que les niveaux d'exposition sonore du cas de référence à 100 Hz et 200 Hz sont reproduits sans écart significatif par les niveaux du modèle sophistiqué. Pour des distances deux fois plus grandes, il convient que les niveaux du modèle ne soient ni supérieurs à +5 dB ni inférieurs à -1 dB par rapport à ceux du cas de référence:

$$L_{\text{cas de référence}} + 5 \text{ dB} > L_{\text{modèle}} > L_{\text{cas de référence}} - 1 \text{ dB} \quad (4)$$

avec une probabilité inférieure à 5 %.

6 Conversion des niveaux d'exposition sonore

Le niveau d'exposition sonore, L_E , est une métrique largement utilisée pour le bruit émis par les armes légères. Cependant, un certain nombre de métriques dans des codes légaux ou des réglementations utilisées en général pour décrire le bruit émis par les armes légères sont basées sur le niveau maximal pour une pondération temporelle spécifique. Une estimation de ces métriques peut être obtenue à partir des relations suivantes:

$$L_{S,\text{max}} \approx L_E \quad (5)$$