

**norme européenne****NF EN ISO 17201-1**

Décembre 2005

norme française

Indice de classement : S 31-172-1

ICS : 17.140.20 ; 95.020 ; 97.220.10

Acoustique

**Bruits des stands de tir****Partie 1 : Mesurage de l'énergie sonore en sortie de bouche**

E : Acoustics — Noise from shooting ranges — Part 1: Determination of muzzle blast by measurement

D : Akustik — Geräusche von Schiesspläten — Teil 1: Bestimmung des Mündungsknalls durch Messung

**Norme française homologuée**

par décision du Directeur Général d'AFNOR le 15 décembre 2005 pour prendre effet le 31 décembre 2005.

**Correspondance**

La Norme européenne EN ISO 17201-1:2005 a le statut d'une norme française. Elle reproduit intégralement la Norme internationale ISO 17201-1:2005.

**Analyse**

Le présent document fournit une méthode de détermination de l'énergie sonore émise en sortie de bouche pour des armes de calibres inférieurs à 20 mm ou des charges explosives de moins de 50 g d'équivalent TNT.

Il concerne les armes utilisées dans les stands de tir et celles à usage militaire. Il comporte à titre informatif, un glossaire des armes légères, un exemple et des directives pour l'incertitude de mesure.

**Descripteurs****Thésaurus International Technique** : acoustique, bruit acoustique, arme à feu, munition, détonation, propagation du son, mesurage acoustique, planification, instrument de mesurage, contrôle, étalonnage, incertitude, détermination, énergie, exposition, niveau, pression sonore.**Modifications****Corrections**

**Membres de la commission de normalisation**

Président : M RUMEAU

Secrétariat : MME BOUVENOT — AFNOR

MR	ABRAMOWITCH	SCETAURROUTE
M	AFLALO	BRUEL & KJAER FRANCE
MR	ANDRE	APPAVE — APAVE PARISIENNE
M	ARCE	BRUEL & KJAER FRANCE
M	BEAUMONT	INRETS
MR	BELINGARD	SNCF
M	BERT	DION PREVENTION POLLUTIONS RISQUES
M	BONHOMME	CETE LAB REG PONTS ET CHAUSSEES
M	CELLARD	LNE
M	CHAZAL	SNCF
M	DEBOUT	BNAE
M	DEFRANCE	CSTB
M	DURANG	LAB REGIONAL DE L EST PARISIEN
M	DUTILLEUX	LABO REG CETE EST
MME	FERNANDEZ	AFNOR
M	FICHEUX	UTAC UDS
MME	FILLOL	RATP
MLLE	FÜRST	CERTU
M	GARDIN	DGAC SCE DES BASES AERIENNES
M	GAUVREAU	LCPC — LABO CENTRAL PONTS CHAUSSEES
MR	GRENETIER	DION GENERALE DE LA SANTE
M	GUENGANT	SNPE MATERIAUX ENERGETIQUES
M	GUIGNOUARD	LASA
M	JACQUES	INRS
M	JOLY	FEDERATION FRANCAISE DE TIR
M	JUILLE	LOUIS JUILLE
M	JUNKER	EDF R&D
M	LAMBERT	INRETS
M	LECOCQ	CIAL
M	LETOURNEAUX	SNCF — AGENCE ESSAI FERROVIAIRE
M	MARTIN	DGAC DSNA ME
M	MERIEL	BERNARD MERIEL
MME	MOCH	UNIVERSITE DE PARIS X
M	MOTTARD	DION PREVENTION POLLUTIONS RISQUES
M	OSSAKOWSKY	BUREAU VERITAS
M	RANCHIN	CABINET ASE
M	REHFELD	SAINT GOBAIN GLASS FRANCE — CDI
M	ROBLIN	NORISKO EQUIPEMENTS
M	ROZWADOWSKI	01DB METRAVIB
M	RUMEAU	PREFECTURE DE POLICE — LABO CENTRAL
M	SERVANT	SOCOTEC
MME	SOYER	MONIQUE SOYER
M	TERRIER	BNAE
M	VALERI	MARIO VALERI

**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 60942 : NF EN 60942 (indice de classement : S 31-139)

CEI 61672-1 : NF EN 61672-1 (indice de classement : S 31-009-1)

Les autres normes mentionnées à l'article «Références normatives» qui n'ont pas de correspondance dans la collection des normes françaises sont les suivantes (elles peuvent être obtenues auprès d'AFNOR) :

ISO 9613-1

**Version française**

**Acoustique —  
Bruits des stands de tir —  
Partie 1 : Mesurage de l'énergie sonore en sortie de bouche  
(ISO 17201-1:2005)**

Akustik —  
Geräusche von Schießplätzen —  
Teil 1: Bestimmung des Mündungsknalls durch Messung (ISO 17201-1:2005)

Acoustics —  
Noise from shooting ranges —  
Part 1: Determination of muzzle blast by measurement (ISO 17201-1:2005)

La présente Norme européenne a été adoptée par le CEN le 31 juillet 2005.

Les membres du CEN sont tenus de se soumettre au Règlement Intérieur du CEN/CENELEC, qui définit les conditions dans lesquelles doit être attribué, sans modification, le statut de norme nationale à la Norme européenne.

Les listes mises à jour et les références bibliographiques relatives à ces normes nationales peuvent être obtenues auprès du Centre de Gestion ou auprès des membres du CEN.

La présente Norme européenne existe en trois versions officielles (allemand, anglais, français). Une version dans une autre langue faite par traduction sous la responsabilité d'un membre du CEN dans sa langue nationale et notifiée au Centre de Gestion, a le même statut que les versions officielles.

Les membres du CEN sont les organismes nationaux de normalisation des pays suivants : Allemagne, Autriche, Belgique, Chypre, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède et Suisse.

**CEN**

COMITÉ EUROPÉEN DE NORMALISATION

Europäisches Komitee für Normung  
European Committee for Standardization

**Centre de Gestion : rue de Stassart 36, B-1050 Bruxelles**

### **Avant-propos**

Le présent document (EN ISO 17201-1:2005) a été élaboré par le Comité Technique ISO/TC 43 «Acoustique» en collaboration avec le Comité Technique CEN/TC 43 «Acoustique», dont le secrétariat est tenu par le DS.

Cette Norme européenne devra recevoir le statut de norme nationale, soit par publication d'un texte identique, soit par entérinement, au plus tard en février 2006, et toutes les normes nationales en contradiction devront être retirées au plus tard en février 2006.

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, Chypre, Danemark, Espagne, Estonie, Finlande, France, Grèce, Hongrie, Irlande, Islande, Italie, Lettonie, Lituanie, Luxembourg, Malte, Norvège, Pays-Bas, Pologne, Portugal, République Tchèque, Royaume-Uni, Slovaquie, Slovénie, Suède et Suisse.

### **Notice d'entérinement**

Le texte de l'ISO 17201-1:2005 a été approuvé par le CEN comme EN ISO 17201-1:2005 sans aucune modification.

# Sommaire

Page

Avant-propos.....	iv
Introduction .....	v
<b>1</b> <b>Domaine d'application.....</b>	<b>1</b>
<b>2</b> <b>Références normatives .....</b>	<b>1</b>
<b>3</b> <b>Termes et définitions.....</b>	<b>2</b>
<b>4</b> <b>Arme et munition .....</b>	<b>5</b>
4.1 <b>Généralités .....</b>	<b>5</b>
4.2 <b>Arme .....</b>	<b>5</b>
4.3 <b>Munition .....</b>	<b>6</b>
4.4 <b>Paramètre balistique.....</b>	<b>7</b>
4.5 <b>Contexte de l'essai .....</b>	<b>7</b>
4.6 <b>Autres fonctions et dispositifs .....</b>	<b>8</b>
<b>5</b> <b>Concept de base pour le mesurage et l'analyse.....</b>	<b>8</b>
5.1 <b>Généralités .....</b>	<b>8</b>
5.2 <b>Grandeur à mesurer.....</b>	<b>8</b>
5.3 <b>Niveau de distribution angulaire de l'énergie acoustique émise par la source .....</b>	<b>10</b>
5.4 <b>Niveau de distribution interpolée angulaire de l'énergie acoustique émise par la source.....</b>	<b>10</b>
5.5 <b>Niveau d'énergie acoustique émise par la source .....</b>	<b>11</b>
5.6 <b>Directivité.....</b>	<b>11</b>
<b>6</b> <b>Site de mesurage .....</b>	<b>11</b>
6.1 <b>Site.....</b>	<b>11</b>
6.2 <b>Conditions météorologiques .....</b>	<b>12</b>
<b>7</b> <b>Planification des mesurages .....</b>	<b>12</b>
7.1 <b>Observations d'ordre général.....</b>	<b>12</b>
7.2 <b>Arme .....</b>	<b>12</b>
7.3 <b>Position de mesure.....</b>	<b>13</b>
7.4 <b>Appareillage de mesure .....</b>	<b>13</b>
7.5 <b>Traitement du bruit émis par un projectile.....</b>	<b>13</b>
<b>8</b> <b>Étalonnage et validation .....</b>	<b>14</b>
<b>9</b> <b>Méthodes de mesure .....</b>	<b>14</b>
9.1 <b>Généralités .....</b>	<b>14</b>
9.2 <b>Correction de la réflexion par le sol.....</b>	<b>14</b>
<b>10</b> <b>Contrôle du mode d'aménagement du dispositif de mesure .....</b>	<b>14</b>
<b>11</b> <b>Incertitude de mesure.....</b>	<b>15</b>
11.1 <b>Généralités .....</b>	<b>15</b>
11.2 <b>Méthode empirique .....</b>	<b>16</b>
<b>12</b> <b>Rapport .....</b>	<b>17</b>
<b>Annexe A (informative) Glossaire des armes légères .....</b>	<b>18</b>
<b>Annexe B (informative) Exemple .....</b>	<b>31</b>
<b>Annexe C (informative) Directives pour l'incertitude de mesure .....</b>	<b>39</b>
<b>Bibliographie .....</b>	<b>42</b>

## Avant-propos

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

Les Normes internationales sont rédigées conformément aux règles données dans les Directives ISO/CEI, Partie 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 17201-1 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*:

- *Partie 1: Mesurage de l'énergie sonore en sortie de bouche*
- *Partie 2: Calcul de l'énergie sonore en sortie de bouche et du bruit du projectile*
- *Partie 4: Estimation du bruit du projectile*

Les parties suivantes sont en cours d'élaboration:

- *Partie 3: Lignes directrices pour le calcul de la propagation sonore*
- *Partie 5: Gestion du bruit d'un champ de tir*

L'initiative de préparer une norme sur le bruit impulsionnel des stands de tir a été prise par l'AFEMS, l'association européenne des fabricants de munitions pour le sport, en avril 1996, par soumission d'une proposition formelle au CEN. Après consultation au CEN en 1998, le CEN/TC 211, *Acoustique*, a demandé à l'ISO/TC 43/SC 1, *Bruit*, de préparer la série de norme ISO 17201.

## Introduction

Afin d'obtenir des données fiables pour la prévision des niveaux de bruit émis par les tirs et perçus à un point donné, il est nécessaire de déterminer l'énergie sonore d'émission en sortie de bouche. La détonation est produite par les gaz de la charge propulsive éjectés par le canon d'une arme ; dans la plupart des cas, le gaz est expulsé à une vitesse supersonique. A proximité de la bouche, la pression acoustique est très élevée et ne peut être décrite en termes d'acoustique linéaire. Pour les besoins de la présente partie de l'ISO 17201, la zone non linéaire est définie grâce à l'observation d'un niveau de pression acoustique de crête de 154 dB ou plus. La présente partie de l'ISO 17201 définit par quelle méthode l'énergie sonore et la directivité en sortie de bouche peuvent être obtenues du mesurage des niveaux d'exposition sonore et de quelle manière ces mesurages doivent être effectués. L'énergie acoustique émise, sa directivité et sa structure spectrale peuvent servir à l'établissement de modèles de propagation du son pour l'évaluation du bruit ambiant. Elle ne peut être utilisée pour les calculs des niveaux d'exposition sonore à proximité de l'arme, par exemple, pour apprécier les lésions causées aux personnes ou aux animaux.





# Acoustique — Bruit des stands de tir —

## Partie 1:

## Mesurage de l'énergie sonore en sortie de bouche

### 1 Domaine d'application

La présente partie de l'ISO 17201 spécifie une méthode permettant de déterminer l'énergie sonore émise en sortie de bouche pour des armes de calibres inférieurs à 20 mm ou des charges explosives de moins de 50 g d'équivalent TNT. Elle est applicable à des distances où les valeurs de crête de pression acoustique observées sont inférieures à 1 kPa (équivalent à un niveau de pression acoustique de crête de 154 dB). L'énergie sonore émise, la directivité de la source et leur structure spectrale, déterminées par ce mode opératoire, peuvent être utilisées en tant que données d'entrée pour les modes de propagation du son permettant la prédiction du bruit généré par les tirs au voisinage des stands de tir. En outre, les données peuvent servir à comparer le bruit émis par différents types d'armes ou différents types de munitions utilisées par la même arme.

La présente partie de l'ISO 17201 concerne les armes utilisées dans les stands de tir mais elle peut également s'appliquer aux armes utilisées à usage militaire. Elle n'est pas applicable pour les besoins d'une évaluation des dommages auditifs ou des niveaux sonores dans la zone non linéaire.

### 2 Références normatives

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 s'applique (y compris les éventuels amendements).

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

CEI 60942:2003, *Électroacoustique — Calibreurs acoustiques*

CEI 61672-1:2002, *Électroacoustique — Sonomètres — Partie 1: Spécifications*<sup>1)</sup>

---

1) Révision fusionnée de la CEI 60651 et de la CEI 60804.

### 3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions suivants s'appliquent.

#### 3.1 pression acoustique instantanée

$p$   
pression instantanée totale à un point en présence d'une onde sonore moins la pression statique à ce point

NOTE La pression acoustique instantanée est exprimée en pascals.

#### 3.2 niveau de pression acoustique

$L_p$   
dix fois le logarithme décimal du carré du rapport d'une pression acoustique efficace donnée à la pression acoustique de référence

NOTE 1 La pression acoustique de référence est égale à 20 µPa.

NOTE 2 Le niveau de pression acoustique est exprimé en décibels.

NOTE 3 Le niveau de pression acoustique peut être pondéré en fréquence ou en fonction du temps.

#### 3.3 pression acoustique de crête

$p_{\text{peak}}$   
valeur maximale absolue de la pression acoustique instantanée qui se produit pendant un intervalle de temps spécifié

NOTE La pression acoustique de crête est exprimée en pascals.

#### 3.4 niveau de pression acoustique de crête

$L_{\text{peak}}$   
dix fois le logarithme décimal du carré du rapport de la pression acoustique de crête à la pression acoustique de référence qui est égale à 20 µPa

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

#### 3.5 durée d'événement

$T$   
intervalle de temps déclaré suffisamment long pour englober l'ensemble du son significatif d'un événement spécifié

NOTE La durée d'événement est exprimée en secondes.

#### 3.6 exposition sonore

$E$   
intégrale temporelle de la pression acoustique instantanée élevée au carré et pondérée en fréquence

$$E = \int_T p^2(t) dt \quad (1)$$

NOTE L'exposition sonore est exprimée en pascal·carré·seconde (Pa<sup>2</sup>s).

**3.7****niveau d'exposition sonore** $L_E$ 

dix fois le logarithme décimal du rapport de l'exposition sonore,  $E$ , à l'exposition sonore de référence,  $E_0$ , l'exposition sonore étant l'intégrale temporelle du carré variable en fonction du temps de la pression acoustique instantanée pondérée en fréquence pendant un intervalle de temps,  $T$ , ou un événement spécifié

$$L_E = 10 \lg \left( \frac{E}{E_0} \right) \text{ dB} \quad (2)$$

NOTE  $E_0$  est égale au carré de la pression acoustique de référence de 20  $\mu\text{Pa}$  multiplié par un intervalle de temps de 1 s (400  $\mu\text{Pa}^2 \cdot \text{s}$ ).

**3.8****énergie acoustique émise par la source** $Q$ 

énergie acoustique totale produite pendant la durée de l'événement

NOTE 1 L'énergie acoustique émise par la source est exprimée en joules.

NOTE 2 La référence à 1 s permet d'obtenir la puissance acoustique  $L_W$  d'un événement répété comme défini dans l'ISO 9613-2.

**3.9****niveau d'énergie acoustique émise par la source** $L_Q$ 

dix fois le logarithme décimal du rapport de l'énergie acoustique émise par la source,  $Q$ , à l'énergie acoustique de référence émise par la source,  $Q_0$

$$L_Q = 10 \lg \left( \frac{Q}{Q_0} \right) \text{ dB} \quad (3)$$

où

$$Q_0 = 10^{-12} \text{ J}$$

NOTE Le niveau d'énergie acoustique émise par la source est exprimé en décibels.

**3.10****distribution angulaire de l'énergie acoustique émise par la source** $S_q(\alpha)$ 

énergie acoustique rayonnée par la source en champ lointain par unité d'angle solide

NOTE 1 L'énergie acoustique rayonnée par la source dans les limites d'un cône étroit centré sur la direction  $\alpha$  est

$$S_q(\alpha) = \frac{dQ}{d\Omega} \quad (4)$$

NOTE 2  $\Omega$  est l'angle solide exprimé en stéradians.

NOTE 3 La distribution angulaire de l'énergie acoustique émise par la source  $S_q(\alpha)$  est exprimée en joules par stéradian ( $\text{J} \cdot \text{sr}^{-1}$ ).

NOTE 4 Il est supposé une symétrie de révolution autour de la ligne de tir avec  $\alpha = 0$ .

**3.11**  
**distribution interpolée angulaire de l'énergie acoustique émise par la source**

$\bar{S}_q(\alpha)$

fonction continue dans  $\alpha$  de la distribution de l'énergie acoustique émise par la source,  $S_q(\alpha)$ , dérivée en utilisant une méthode d'interpolation définie

NOTE La distribution interpolée angulaire de l'énergie acoustique émise par la source,  $\bar{S}_q(\alpha)$ , est exprimée en joules par stéradian ( $\text{J}\cdot\text{sr}^{-1}$ ).

**3.12**  
**niveau de distribution angulaire de l'énergie acoustique émise par la source**

$L_q(\alpha)$

distribution angulaire de l'énergie émise par la source en tant que niveau relatif à  $10^{-12}$  J

$$L_q(\alpha) = 10 \lg \left( \frac{S_q(\alpha)}{S_{q_0}(\alpha)} \right) \text{dB} \quad (5)$$

où

$$S_{q_0}(\alpha) = 10^{-12} \text{ J}\cdot\text{sr}^{-1}$$

NOTE Le niveau de distribution angulaire de l'énergie émise par la source,  $L_q(\alpha)$ , est exprimé en décibels.

**3.13**  
**niveau de distribution interpolée angulaire de l'énergie acoustique émise par la source**

$\bar{L}_q(\alpha)$

fonction continue dans  $\alpha$  du niveau de distribution angulaire de l'énergie acoustique émise par la source,  $L_q(\alpha)$ , dérivée en utilisant une méthode d'interpolation définie

NOTE Le niveau de distribution angulaire interpolée de l'énergie émise par la source est exprimé en décibels.

**3.14**  
**angle alpha**

$\alpha$   
angle situé entre la ligne de tir et une ligne reliant la bouche au récepteur (voir Figure 3)

NOTE L'angle alpha est exprimé en radians dans toutes les formules.

**3.15**  
**angle bêta**

$\beta$   
angle décrivant la rotation, autour de la ligne de tir, dans le sens anti-horaire, tel que vu par le tireur, comme l'angle formé à l'intersection du plan horizontal avec la bouche du côté droit (voir Figure 3)

NOTE L'angle bêta est exprimé en radians dans toutes les formules.

**3.16**  
**angle gamma**

$\gamma$   
angle décrivant l'inclinaison de la ligne de tir par rapport au plan horizontal (voir Figure 3)

NOTE L'angle gamma est exprimé en radians dans toutes les formules.

**3.17****angle delta** $\delta$ 

angle formé par la projection de l'angle  $\alpha$  sur le plan horizontal (voir Figure 3)

NOTE L'angle delta est exprimé en radians dans toutes les formules.

**3.18****directivité** $D(\alpha)$ 

différence entre le niveau de distribution angulaire de l'énergie acoustique émise par la source soumise à essai et le niveau de distribution de l'énergie acoustique d'une source monopole ayant la même énergie acoustique que la source

NOTE La directivité est exprimée en décibels.

**3.19****distance à la bouche** $r_m$ 

distance mesurée de la bouche au point d'installation du microphone (voir Figure 3)

NOTE La distance est exprimée en mètres.

**4 Arme et munition****4.1 Généralités**

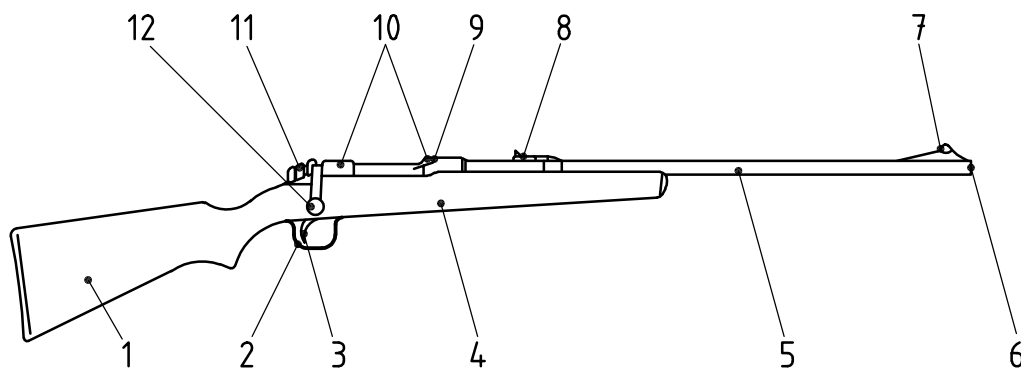
Afin de définir sans équivoque la combinaison arme plus munition pour laquelle le niveau d'exposition sonore en sortie de bouche est estimé, les informations données de 4.2 à 4.6 sont nécessaires (les éléments signalés par un astérisque sont obligatoires). Tous les termes correspondent aux sens qui leur sont donnés dans la Référence [1] et dans l'Annexe A.

**4.2 Arme**

Les éléments suivants doivent être déclarés:

- \*description ou nom commercial;
- \*type d'arme (fusil de chasse, carabine, revolver, pistolet, etc.);
- nombre, type et disposition des canons (jumelés juxtaposés ou superposés, à trois canons (drilling), etc.);
- calibre;
- \*âme du canon;
- \*longueur du canon.

La Figure 1 est une représentation schématique donnant les principaux termes utilisés pour décrire l'arme.



**Légende**

1 crosse	5 canon	9 culasse
2 pontet	6 bouche	10 boîte de culasse
3 détente	7 guidon	11 cran de sûreté
4 magasin (à l'intérieur)	8 hausse	12 levier de culasse

**Figure 1 — Principaux termes utilisés pour décrire l'arme (représentation schématique)**

L'Annexe A présente les principaux éléments d'un canon à âme lisse et d'un canon rayé.

Il convient de mentionner les caractéristiques spéciales, telles que:

- le choke (étranglement);
- le système de rechargement;
- \*le pare-flammes;
- \*le frein de bouche.

**4.3 Munition**

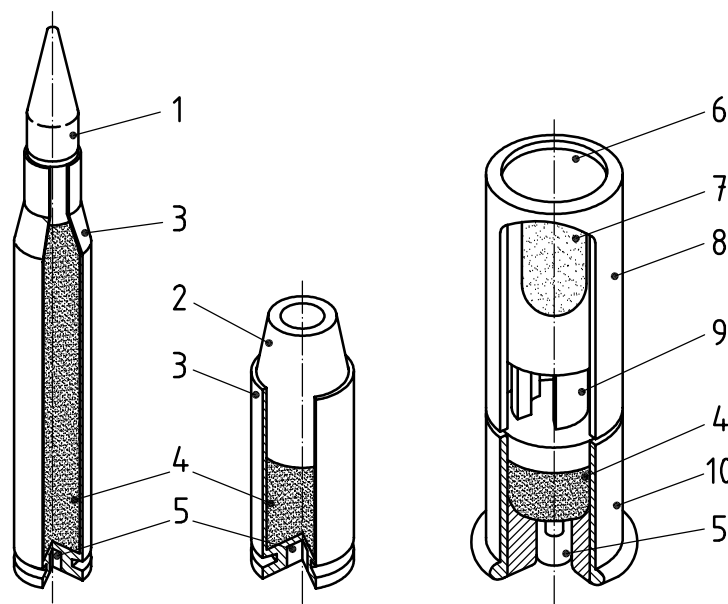
Il est nécessaire de fournir les informations suivantes:

- \*description ou nom commercial;
- \*calibre du projectile;
- type et masse ou énergie chimique de la charge propulsive;
- type de projectile (balle, grenaille ou cartouche à blanc);
- \*masse du projectile.

Dans le cas de fusils de chasse:

- longueur totale de la cartouche;
- type de tube;
- type de bourre;
- \*type, nombre, taille et poids ou numéro de la grenaille;
- type de sertissage.

Des vues schématiques de balles et d'une cartouche de fusil de chasse sont représentées à la Figure 2 avec leurs principaux éléments constitutifs.



#### Légende

- |   |                                  |    |                     |
|---|----------------------------------|----|---------------------|
| 1 | projectile (balle) pour carabine | 6  | tube                |
| 2 | projectile (balle) pour pistolet | 7  | charge de grenaille |
| 3 | douille                          | 8  | étui cylindrique    |
| 4 | poudre                           | 9  | bourre              |
| 5 | amorce                           | 10 | culot de douille    |

NOTE Les mesurages peuvent être influencés par certains facteurs tels que le réchauffement du canon suite à des tirs à répétition, la température, l'humidité et l'ancienneté de la munition.

**Figure 2 — Représentation schématique de balles et d'une cartouche de fusil de chasse**

#### 4.4 Paramètre balistique

Un paramètre, tel que

— \*la vitesse initiale (vitesse du projectile en sortie de bouche),

comme étant le résultat de la combinaison arme/munition, telle que spécifiée par le fabricant.

NOTE La vitesse initiale est une valeur calculée correspondant à la vitesse du projectile lui-même pour les carabines ou à la vitesse de déplacement du centre de gravité du nuage de plombs à proximité de la bouche d'un fusil de chasse.

#### 4.5 Contexte de l'essai

Tout objet pouvant provoquer des réflexions ou faire écran à la détonation doit être mentionné. Par exemple une partie de l'arme, le support de l'arme ou un élément de ce support peuvent constituer de tels objets. Le tireur peut être considéré comme faisant partie du système d'arme pouvant faire écran à la détonation. Tous ces éléments qui sont généralement utilisés dans des conditions normales de fonctionnement de l'arme doivent être disponibles lors du mesurage et il convient de les mentionner dans le rapport d'essai. Il convient également de consigner dans le rapport d'autres circonstances susceptibles d'affecter les données relatives à

la source de bruit. L'arme doit être positionnée telle qu'elle devrait l'être dans ses conditions normales de fonctionnement. Si l'arme est posée sur un support surélevé et que la mise à feu est effectuée à distance à l'aide d'une corde, l'effet écran du tireur n'est pas pris en considération. Par conséquent, il convient de s'assurer que la configuration expérimentale se rapproche, en règle générale, le plus possible des conditions normales de fonctionnement (voir aussi 7.2).

#### 4.6 Autres fonctions et dispositifs

Toute autre information concernant les conditions de déroulement de l'essai ou pouvant affecter les données relatives à la source de bruit doit être consignée dans le rapport d'essai.

##### EXEMPLES

- le canon utilisé, dans le cas d'une arme à feu à tubes mixtes, lorsque les canons sont équipés de différents dispositifs, et tout particulièrement l'âme;
- les dispositifs spéciaux, tels que silencieux, freins de bouche, etc.;
- les conditions de stockage des munitions (température, humidité, durée, etc.).

### 5 Concept de base pour le mesurage et l'analyse

#### 5.1 Généralités

Pour le mesurage de la détonation, la propagation du son est supposée s'effectuer selon une symétrie de révolution autour de la ligne de tir. Cette hypothèse sert à définir des coordonnées sphériques,  $r_m$ ,  $\alpha$  et  $\beta$  centrées par rapport à la bouche. Les angles sont définis dans l'Article 3 et illustrés à la Figure 3.

La détonation pouvant se propager de manière directionnelle, les mesurages peuvent être effectués sur un cercle. Le but est d'en mesurer le niveau ainsi que le diagramme de directivité. Une distance égale entre points de mesurages facilite l'utilisation d'algorithmes d'interpolation permettant d'obtenir une fonction continue pour le diagramme de directivité.

Les mesurages et les analyses doivent permettre de fournir des informations d'ordre spectral au moins dans des bandes d'octave (de préférence dans des bandes de tiers d'octave) de 31,5 Hz à 8 kHz.

La méthode de calcul donnée de 5.2 à 5.6 s'applique à une analyse à large bande ainsi qu'à une analyse par bandes d'octave ou par bandes de tiers d'octave.

#### 5.2 Grandeur à mesurer

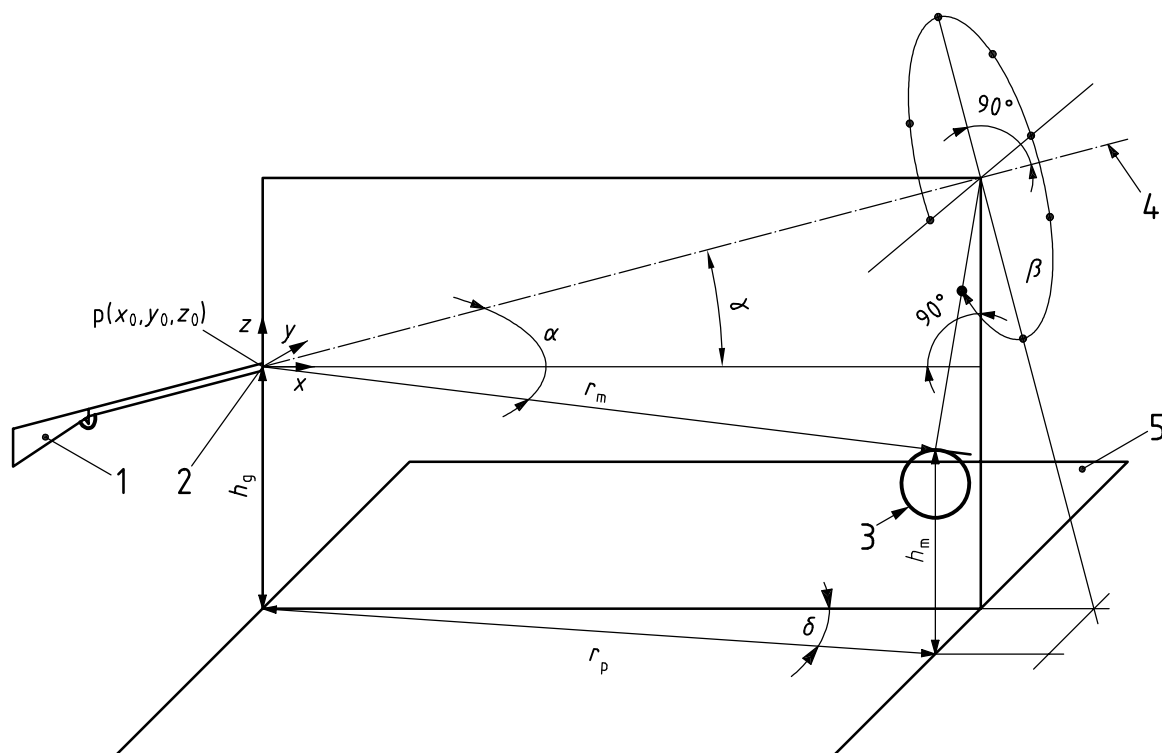
La grandeur de base à mesurer est le niveau d'exposition sonore mesuré à une distance  $r_m$  et selon les angles  $\alpha$  et  $\beta$ .

$$L_E(r_m, \alpha, \beta) = 10 \lg \int_T \frac{p^2(r_m, t, \alpha, \beta)}{p_0^2 T_0} dt \quad \text{dB} \quad (6)$$

Supposant que le son se propage selon une symétrie de révolution, le niveau d'exposition sonore est fonction de  $r_m$  et  $\alpha$  uniquement.

Toutefois, en raison des réflexions par le sol, lors de mesurages effectués au-dessus du sol, le niveau d'exposition sonore  $L_E$  dépendra également de  $\beta$ . Les corrections devant permettre d'éliminer les réflexions par le sol seront décrites en 9.2. Après correction, le niveau d'exposition sonore est supposé dépendre de la distance,  $r_m$ , et de l'angle  $\alpha$  uniquement.





### Légende

- 1 fusil
- 2 bouche
- 3 microphone
- 4 ligne de tir
- 5 plan du sol

NOTE Si la hauteur au dessus du sol à laquelle est placé le microphone est différente de la hauteur à laquelle est posée l'arme, l'angle  $\alpha$  est différent de l'angle  $\delta$ . La relation entre ces angles est donnée ci-dessous pour les cas où le canon est positionné horizontalement:

$$\alpha = \arccos \left( \frac{r_p \cos(\delta)}{\sqrt{r_p^2 + (h_m - h_g)^2}} \right)$$

où

$r_p$  est la distance projetée sur le plan du sol entre la bouche et le microphone;

$r_m$  est la distance entre la bouche et le microphone;

$h_m$  est la hauteur à laquelle est placé le microphone par rapport au sol;

$h_g$  est la hauteur à laquelle est située la bouche de l'arme par rapport au sol.

Figure 3 — Angles  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$  et  $\delta$

### 5.3 Niveau de distribution angulaire de l'énergie acoustique émise par la source

Les niveaux de distribution angulaire de l'énergie acoustique émise par la source  $L_q(\alpha_n)$ , sont estimés sur la base des mesurages du niveau d'exposition sonore à  $N$  angles discrets  $\alpha_n$  à la distance  $r_m$  par

$$L_q(\alpha_n) = L_E(r_m, \alpha_n) + A_{\text{div}}(r_m) - 11 \text{ dB} + A_{\text{atm}}(r_m) + A_z + A_{\text{gr}} \quad (7)$$

où

$A_{\text{div}}$  est une correction qui compense la dispersion géométrique,  $A_{\text{div}} = 10 \lg \left( \frac{r_m^2}{r_0^2} \right) \text{ dB} + 11 \text{ dB}$

et

$$r_0 = 1 \text{ m};$$

$A_{\text{atm}}$  est une correction tenant compte de l'absorption par l'air (voir l'ISO 9613-1);

$A_{\text{gr}}$  est une correction destinée à obtenir des conditions en champ libre (voir 9.2 et la Référence [14]).

NOTE Cette référence donne un algorithme simple permettant de calculer correctement la réflexion par le sol d'une onde sphérique, comme décrit dans la Référence [16].

$A_z$  est un paramètre utilisé pour la correction en cas de conditions météorologiques anormales (voir l'ISO 3741, l'ISO 3745 et l'ISO 9614-3).

$$A_z = -10 \lg \left( \frac{B}{B_0} \frac{T_0}{T} \right) \text{ dB} \quad (8)$$

où

$B$  est la pression atmosphérique dans les conditions de réalisation du mesurage;

$B_0$  est la pression atmosphérique de référence,  $B_0 = 1013 \text{ hPa}$ ;

$T$  est la température dans les conditions de réalisation du mesurage;

$T_0$  est la température de référence,  $T_0 = 296 \text{ K}$ .

### 5.4 Niveau de distribution interpolée angulaire de l'énergie acoustique émise par la source

Afin de calculer l'énergie acoustique totale émise par la source et de fournir une fonction continue de directivité, un ajustement de la courbe de niveau de distribution angulaire de l'énergie acoustique émise par la source est nécessaire. Les méthodes d'ajustement de courbe utilisées doivent décrire le comportement périodique de la fonction de directivité.

Le niveau de distribution angulaire de l'énergie acoustique émise par la source  $\bar{L}_q(\alpha)$  est obtenu par interpolation et doit être consigné dans le rapport de la manière suivante:

$$\bar{L}_q(\alpha) = a_0 + \sum_{j=1}^{N-1} a_j \cos(j\alpha) \quad (9)$$

où  $N$  est le nombre de termes utilisé pour décrire  $\bar{L}_q(\alpha)$ .

NOTE 1 Cette formulation correspond à une approche conforme à celle de Fourier, mais sans termes sinusoïdaux. Une symétrie de révolution suppose que les termes sinusoïdaux sont égaux à zéro.

NOTE 2 Les paramètres  $a_j$  peuvent être obtenus en utilisant la transformation de Fourier, les ajustements par les moindres carrés ou toute autre méthode d'interpolation.

L'Équation (9) représente une méthode d'interpolation. Le cas échéant, d'autres méthodes d'interpolation peuvent être utilisées, voir l'Annexe B.

## 5.5 Niveau d'énergie acoustique émise par la source

Le niveau d'énergie acoustique émise par la source est calculé à partir des niveaux de distribution interpolée angulaire de l'énergie émise par la source, par

$$L_Q = 10 \lg \frac{1}{r_0^2} \left( \int_{\beta=0}^{2\pi} \int_{\alpha=0}^{\pi} 10^{0,1\bar{L}_q(\alpha)} r_0 \sin \alpha \, d\beta \, r_0 \, d\alpha \right) \text{ dB} \quad (10)$$

Étant donné la symétrie de révolution supposée, l'équation peut s'écrire

$$L_Q = 10 \lg 2\pi \left( \int_{\alpha=0}^{\pi} 10^{0,1\bar{L}_q(\alpha)} \sin \alpha \, d\alpha \right) \text{ dB} \quad (11)$$

## 5.6 Directivité

La directivité  $D(\alpha)$  de la détonation est donnée par

$$D(\alpha) = \bar{L}_q(\alpha) - (L_Q - 10 \lg 4\pi \text{ dB}) \quad (12)$$

# 6 Site de mesurage

## 6.1 Site

Le site de mesurage doit être à un niveau raisonnable, homogène eu égard à l'impédance acoustique du sol et dégagé de tout objet pouvant provoquer des réflexions de nature à fausser l'exactitude de mesure.

EXEMPLE Exemples de sols homogènes:

- béton;
- eau;
- asphalte;
- gazon ou sable.

## 6.2 Conditions météorologiques

Il convient que la vitesse moyenne du vent à 10 m de hauteur soit inférieure à 3 m/s, et que le ciel soit couvert.

Il convient que l'humidité relative soit inférieure à 95 %. Il convient que le niveau du bruit de fond généré par le vent, à l'emplacement du microphone, ne soit pas assez fort pour parasiter le signal mesuré à toute fréquence représentative.

## 7 Planification des mesurages

### 7.1 Observations d'ordre général

Outre la détonation en sortie de bouche, l'environnement acoustique peut également inclure un son émis par le départ d'un projectile, des réflexions par des objets et par le sol. Lors de la planification d'un mesurage, il convient de prendre en considération la manière avec laquelle ces éléments «indésirables» peuvent être séparés de la détonation en sortie de bouche dans l'analyse ultérieure des données. Les méthodes utilisées en règle générale sont les suivantes.

- **Techniques de fenêtrage:** Cette technique est applicable aux signaux qui parviennent au microphone décalés dans le temps, où la largeur et la position de la fenêtre est ajustée de manière à ne pouvoir analyser que le bruit de la détonation en sortie de bouche. Elle constitue une méthode type utilisée pour le bruit émis par les objets réfléchissants et les projectiles. Lors d'un mesurage, l'aménagement de la source et du récepteur à certaines hauteurs permet une nette séparation entre l'onde directe et celle réfléchiée par le sol et peut également servir à éliminer l'effet des réflexions par le sol. Dans ce cas,  $A_{gr} = 0$ .
- **Modèles d'impédance acoustique du sol:** Ces modèles sont utilisés lorsque le signal mesuré est une superposition de l'onde directe et de l'onde réfléchiée par le sol. Ils permettent une prédiction de l'effet de sol fondée sur la réflexion d'une onde sphérique sur un terrain à impédance complexe.

D'autres méthodes peuvent être également utilisées. La description des méthodes utilisées est nécessaire.

### 7.2 Arme

Il convient que le canon soit positionné de préférence horizontalement et à une hauteur d'au moins 1,5 m au-dessus du sol. Dans certaines directions, l'onde sonore générée par le projectile et la détonation en sortie de bouche peuvent être discriminées par des techniques de filtrage par fenêtre. Pour les directions où cela n'est pas possible, la correction peut être calculée. Le bruit émis par le projectile est également généré par des projectiles tirés à partir de fusils de chasse et de pistolets, tant que la vitesse de ces projectiles est supersonique.

### 7.3 Position de mesure

Les positions de mesure peuvent être aménagées soit en demi-cercle, soit en cercle. Il convient de préférence d'incrémenter l'angle  $\alpha$  de manière régulière. Il convient que le pas d'incrément angulaire ne dépasse pas  $45^\circ$ . Il convient que la position de mesure soit proche de la ligne de tir. Il est nécessaire de faire attention à ne pas choisir des angles de mesure trop proches de la zone limite de propagation du bruit émis par le projectile. La différence de niveau d'exposition sonore moyennée à large bande du domaine de fréquence représentatif entre points de mesure adjacents doit être inférieure à 5 dB. Afin de réduire les effets météorologiques, il convient de choisir une distance qui soit la plus courte possible entre la source et la position de mesure.

Il convient en règle générale de placer le microphone à une distance d'au moins 10 m jusqu'à 50 m pour être sûr d'obtenir des valeurs de crête de pressions acoustiques n'excédant pas 1 kPa. Il convient d'effectuer les essais (compte tenu de la pression acoustique limite de 1 kPa) à la distance qui permet de satisfaire aux conditions préalables requises. En augmentant les hauteurs auxquelles sont placés le point de mesure et la source, il est possible d'accentuer le décalage dans le temps entre les signaux directs et réfléchis.

### 7.4 Appareillage de mesure

Les sonomètres et les instruments de mesure similaires doivent être conformes aux exigences relatives à un instrument de type 1 telles que spécifiées dans la CEI 61672-1:2002.

Pour le mesurage du bruit impulsionnel, la conformité avec les exigences additionnelles est recommandée. Ces exigences sont spécifiées dans la CEI 61672-1.

Lorsqu'un instrument d'enregistrement numérique ou analogique est utilisé pour archivage (intermédiaire), il doit disposer d'une bande passante et d'une dynamique adéquates.

L'appareillage de mesure, en particulier les microphones de mesure, doit être adapté et capable de mesurer des pressions acoustiques de crête élevées.

### 7.5 Traitement du bruit émis par un projectile

Le bruit émis par un projectile est perceptible lorsque la vitesse d'un projectile est supersonique. Cela est caractéristique pour les carabines, mais peut être également observé sur les fusils de chasse et les pistolets. Le bruit émis par un projectile se situe dans une zone distincte à l'avant de l'arme (la zone de Mach). La limite de la zone de Mach au niveau de la bouche est définie par l'angle  $\xi_0$ :

$$\xi_0 = \arccos\left(\frac{c}{v_0}\right) \quad (13)$$

où

$v_0$  est la vitesse du projectile en sortie de bouche;

$c$  est la vitesse du son dans les conditions de réalisation du mesurage.

Pour une position de mesure où l'angle  $\alpha$  est égal à  $\xi_0$ , les signaux correspondant au bruit accompagnant la détonation et le projectile en sortie de bouche parviennent en même temps et ne peuvent être discriminés par un fenêtrage temporel. Pour une position angulaire de mesure où l'angle  $\alpha$  est plus petit que  $\xi_0$ , le bruit accompagnant le projectile parvient toujours en premier et peut être discriminé par un fenêtrage temporel. Il est nécessaire de veiller à ne pas choisir une position de mesure trop proche de la limite de la zone de Mach afin de prévoir l'intervalle de temps nécessaire à la séparation des deux signaux. Pour le bruit émis par des fusils de chasse, le décalage temporel entre le bruit accompagnant le projectile et celui induit par la détonation en sortie de bouche peut être tellement faible que le fenêtrage temporel ou toute autre technique ne peuvent être appliqués. Cependant, puisque le projectile se déplace à une vitesse supersonique uniquement sur une courte distance, le bruit qui l'accompagne peut être considéré comme arrivant d'une source ponctuelle. Par conséquent, l'inclusion simultanée du bruit accompagnant les projectiles avec la

détonation en sortie de bouche est admise. Une augmentation du décalage temporel entre les deux signaux peut être obtenue par un accroissement de la distance de mesure pour les positions de mesure dans la zone de Mach (pour les détails, voir l'ISO 17201-4).

## 8 Étalonnage et validation

L'étalonnage du système doit s'étendre à tous les câbles, amplificateurs et accessoires à mettre en œuvre lors de la collecte de données réelles. L'étalonnage doit être effectué à des périodes adéquates afin de permettre le mesurage du niveau de pression acoustique temporel moyen sur l'ensemble de la gamme dynamique dans les limites de tolérance déclarées de l'instrument. Les méthodes admises d'étalonnage acoustique prévoient l'utilisation de calibreurs acoustiques, de sources de génération de chocs acoustiques ou des dispositifs à pression statique. Les moyens d'étalonnage électrique sont admis pour une utilisation sur le terrain à condition de procéder à un étalonnage acoustique avant et après utilisation sur le terrain. Il convient d'appliquer les signaux électriques à l'entrée du microphone par l'intermédiaire d'un adaptateur approprié.

La chaîne de mesure complète doit être étalonnée par l'utilisateur à intervalles réguliers et au moins avant et après une série de mesurages à au moins une fréquence. Le calibreur acoustique doit satisfaire aux exigences relatives à un calibreur acoustique de classe 1, tel que spécifié dans la CEI 60942:2003, dans les conditions ambiantes réelles.

Les instruments de mesure doivent être vérifiés régulièrement et étalonnés avec une traçabilité reliée à un étalon national.

Pour plus d'informations sur l'étalonnage à des fins de mesurage d'impulsions, voir l'ISO 10843.

## 9 Méthodes de mesure

### 9.1 Généralités

Il est nécessaire d'effectuer au moins cinq mesurages de l'exposition sonore à chaque position du microphone. La moyenne arithmétique des valeurs mesurées de  $E(\alpha, r_m)$  est calculée (ce qui signifie que l'énergie moyenne des niveaux d'exposition sonore est établie). Il est préférable d'effectuer des mesurages simultanés à toutes les positions du microphone. Alternativement, des mesurages peuvent être réalisés de manière séquentielle, mais il convient d'utiliser au moins deux microphones, en maintenant constamment un microphone à la même position.

Lorsque le niveau de pression acoustique de crête est supérieur à 154 dB, quelle que soit la position du microphone, la distance de mesure doit être augmentée. Il convient de lire ces pressions acoustiques de crête à partir du signal temps/pression, où les erreurs dues à une réponse limitée de l'appareillage en haute fréquence peuvent être corrigées.

### 9.2 Correction de la réflexion par le sol

Les méthodes de correction de la réflexion par le sol sont nombreuses. En cas d'application de techniques de fenêtrage temporel, aucune correction de la réflexion par le sol ne s'impose. Autrement, les niveaux résultants doivent être corrigés par rapport à des conditions en champ libre en appliquant une autre méthode appropriée (voir, par exemple, l'Annexe B). La présente partie de l'ISO 17201 exige l'enregistrement des détails relatifs à la méthode utilisée et aux corrections effectuées. Si une méthode autre que celle de l'ISO 9613-2 est utilisée pour déterminer la réflexion par le sol, la valeur de  $A_{gr}$  dans l'Équation (7) doit être modifiée en conséquence.

## 10 Contrôle du mode d'aménagement du dispositif de mesure

Afin de déterminer si le nombre de points de mesure est suffisant ou non, le mode opératoire suivant peut être appliqué.

**Étape 1:** Le niveau d'énergie émise par la source  $L_Q^{(1)}$  est calculé à partir du niveau de distribution interpolée angulaire de l'énergie émise par la source, tel que donné dans l'Équation (9).

$$L_Q^{(1)} = 10 \lg \left( 2\pi \int_{\alpha=0}^{\pi} 10^{0,1\bar{L}_q(\alpha)} \sin \alpha \, d\alpha \right) \text{ dB} \quad (14)$$

où

l'exposant (1) renvoie à ce mode opératoire.

**Étape 2:** Le niveau d'énergie acoustique émise par la source  $L_Q^{(2)}$  est calculé à partir de la distribution interpolée angulaire de l'énergie émise par la source  $\bar{S}_q(\alpha)$ , comme suit:

$$L_Q^{(2)} = 10 \lg \left( \frac{2\pi}{Q_0} \int_{\alpha=0}^{\pi} \bar{S}_q(\alpha) \sin \alpha \, d\alpha \right) \text{ dB} \quad (15)$$

où

l'exposant (2) renvoie à ce mode opératoire;

$\bar{S}_q(\alpha)$  est obtenue à l'aide de la même méthode d'interpolation utilisée pour l'estimation de  $\bar{L}_q(\alpha)$ .

Si la différence entre les valeurs absolues de  $L_Q^{(1)}$  et  $L_Q^{(2)}$  est égale ou inférieure à 0,4 dB, le nombre de directions angulaires mesurées est considéré suffisant:

$$\left| L_Q^{(1)} - L_Q^{(2)} \right| \leq 0,4 \text{ dB} \quad (16)$$

## 11 Incertitude de mesure

### 11.1 Généralités

Les incertitudes de mesure associées au niveau d'énergie émise par la source et à la directivité, déterminées conformément à la présente partie de l'ISO 17201 doivent être évaluées de préférence en conformité avec le GUM (*Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure*)<sup>[6]</sup>.

Les incertitudes résultent en partie des variations entre sites d'essai, des différences de conditions atmosphériques, de géométrie de l'environnement, de propriétés acoustiques du sol, du bruit de fond ainsi que du type et de l'étalonnage de l'appareillage de mesure. Ces incertitudes sont également dues aux diverses techniques expérimentales, y compris le nombre et la localisation des positions de microphone, l'emplacement et l'orientation de la source sonore ainsi que la détermination des corrections. En outre, des incertitudes peuvent apparaître si les mesurages sont effectués trop près de la source; ces incertitudes augmentent à des distances plus courtes et des fréquences plus basses.

L'incertitude de mesure élargie ainsi que le coefficient de couverture correspondant doivent être indiqués pour une probabilité de couverture de 95 % comme définie dans le GUM.

L'Annexe C donne des directives quant à la manière d'exprimer l'incertitude.

**11.2 Méthode empirique**

La présente partie de l'ISO 17201 propose deux grandeurs pour exprimer le bruit de la détonation en sortie de bouche, à savoir le niveau d'énergie acoustique émise par la source et sa directivité. La contribution du mesurage à l'incertitude comme décrit ci-dessus peut être estimée à partir de la variance  $s_D^2$  de la directivité:

$$s_D^2 = \frac{1}{n \cdot m - N} \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m [\bar{L}_q(\alpha_i) - L_{q,j}(\alpha_i)]^2 \tag{17}$$

où

$m$  est le nombre de mesurages répétitifs;

$n$  est le nombre de directions mesurées;

$L_{q,j}(\alpha_i)$  est le niveau de distribution angulaire mesurée de l'énergie acoustique émise par la source,  $j$ , dans la direction  $\alpha_i$ ;

$N$  est le nombre de coefficients utilisés dans l'Équation (9) (voir 5.4).

La contribution de la directivité,  $\Delta_D$ , à l'incertitude est donnée par

$$\Delta_D = \frac{s_D \cdot t \cdot (n \cdot m - N, P)}{\sqrt{m}} \tag{18}$$

où

$t$  est le facteur de la loi de Student;

$p$  est la probabilité de couverture (choisie à 0,05).

**Tableau 1 — Distributions des valeurs de  $t$  en fonction du nombre de degrés de liberté**

Nombre de degrés de liberté	P, probabilité de couverture %	
	68,27	95
1	1,84	12,71
5	1,11	2,57
10	1,05	2,23
20	1,03	2,09
40	1,01	2,02
NOTE Extrait de la Référence [6].		



Pour le niveau d'énergie acoustique émise par la source, la contribution équivalente à l'incertitude est donnée par

$$\Delta_Q = \frac{s_D \cdot t \cdot (n \cdot m - 1, P)}{\sqrt{n \cdot m - 1}} \quad (19)$$

Les contributions à l'incertitude données dans les Équations (18) et (19) couvrent celles des méthodes de mesure qui sont utilisées. Elles doivent être complétées par la contribution à l'incertitude qui résulte du mesurage du niveau d'exposition sonore  $L_E(r, \alpha)$  et des autres grandeurs données dans l'Équation (7) comme exprimée dans l'Annexe C.

Un exemple est donné dans l'Annexe B.

## 12 Rapport

Le rapport doit attester les données brutes enregistrées (au moins une analyse par bandes d'octave de l'exposition sonore et le niveau de pression acoustique de crête pour chaque tir), et doit être associé à une description détaillée du mesurage et à une analyse des conditions de déroulement de celui-ci, y compris l'incertitude de mesure (voir Article 11).

Toutes les grandeurs de mesure doivent être spécifiées en unités SI.

La hauteur au-dessus du sol du microphone ou celle relative à la position de la source sonore doit être déclarée.

Il est nécessaire de décrire par quel moyen le bruit émis par les projectiles atteignant une vitesse supersonique et la réflexion par le sol ont été éliminés, de quelle manière l'analyse par bandes d'octave a été réalisée et quelles corrections ont été utilisées. Un exemple au moins de signal temps/pression doit être donné pour une position de mesure. Les diagrammes de directivité sont présentés en listant le coefficient d'interpolation de l'Équation (9) pour chaque bande de fréquence.

Tous les éléments de l'appareillage de mesure doivent être spécifiés tout en indiquant la date et le résultat du dernier étalonnage traçable. Les armes et les munitions doivent être spécifiées; il en va de même pour les conditions météorologiques (vitesse du vent, température, humidité, pression atmosphérique et couverture nuageuse).

## Annexe A (informative)

### Glossaire des armes légères

#### A.1 Termes et définitions

##### A.1.1

##### **mécanisme**

parties associées d'une arme à feu qui déterminent de quelle manière s'effectuent l'approvisionnement, la mise à feu et le déchargement d'une arme à feu

NOTE La plus grande partie des armes de poing est décrite par l'expression «à simple action» ou «à double action» Une arme à feu à simple action nécessite, de la part de l'utilisateur, l'armement et le rappel manuels du chien avant de pouvoir déclencher le mécanisme de mise à feu de l'arme (comme c'était le cas pour les vieux revolvers dans les westerns). Une arme à feu à double action offre à l'utilisateur la possibilité d'armer le chien manuellement ou simplement d'appuyer sur la détente afin de permettre l'armement et le déclenchement du chien de l'arme à feu de lui-même.

##### A.1.2

##### **mécanisme automatique**

arme à feu qui charge, tire et éjecte les cartouches aussi longtemps que la détente est actionnée et tant qu'il y a des cartouches dans le système d'alimentation (c'est-à-dire dans le magasin ou autre mécanisme assimilé)

NOTE Les armes à feu à mécanisme automatique sont des mitrailleuses.<sup>2)</sup>

##### A.1.3

##### **mécanisme à culasse**

arme à feu, typiquement une carabine, qui est chargée, armée et déchargée manuellement en soulevant et en tirant vers l'arrière un mécanisme à culasse afin d'éjecter une cartouche vide et d'en charger une autre

NOTE Les armes à feu à mécanisme à culasse sont largement appréciées pour la chasse, le tir sur cible et les courses de biathlon. Un fusil à mécanisme à culasse permet de tirer avec une exactitude maximale, mais peut se révéler trop lent ou encombrant pour certains sports de tir.

##### A.1.4

##### **mécanisme à verrouillage de culasse**

tout mécanisme dans lequel le verrou de culasse est asservi au canon ou à la boîte de culasse, et ce partiellement ou tout au long du mouvement de recul

##### A.1.5

##### **mécanisme semi-automatique**

arme à feu présentant un mécanisme qui déclenche un cycle de tir complet chaque fois que la détente est actionnée, du départ du coup jusqu'au rechargement

NOTE 1 Il est nécessaire de relâcher la détente et de l'actionner de nouveau à chaque cycle. Ces armes à feu sont donc appelées armes à «auto-chargeurs» ou à «rechargement automatique». Le mécanisme de mise à feu et d'introduction d'une cartouche dans la chambre est déclenché soit par un refoulement des gaz, soit par un recul, soit par un emprunt de gaz.

NOTE 2 Une arme à feu à mécanisme automatique charge, tire et recharge tant qu'il y a une munition disponible dans le système d'alimentation et aussi longtemps que la détente est actionnée. Une arme à feu à mécanisme semi-automatique ne tire une cartouche qu'à chaque nouvelle pression sur la détente.

---

2) Depuis 1934, la vente ou la possession d'une arme à feu automatique est illicite sans autorisation spéciale et une licence délivrées par l'U.S. Department of the Treasury, en plus d'autres mesures à prendre.

**A.1.6****mécanisme à répétition commandée ou à pompe**

arme à feu disposant d'un garde-main mobile actionné manuellement et destiné à introduire une cartouche dans la chambre, à éjecter la douille et à insérer une nouvelle cartouche prête au tir

**A.1.7****armes à feu à poudre noire**

Voir A.1.26 (armes à chargement par la bouche)

**A.1.8****mécanisme à culasse**

Voir A.1.3 (mécanisme à culasse)

**A.1.9****diamètre de l'âme**

⟨canons rayés⟩ plus petit diamètre intérieur d'un canon correspondant au diamètre d'un cercle formé par le sommet des parois dans un canon rayé

⟨fusils de chasse⟩ dimensions intérieures du canon à l'avant de la chambre mais avant le choke à l'extrémité de l'âme

**A.1.10****tranche de la culasse**

partie du bloc-culasse qui repose contre le culot de la douille de la cartouche ou de la cartouche à plombs pour un fusil de chasse, pendant l'alimentation et le tir

NOTE Parfois appelée tranche du bloc-culasse.

**A.1.11****calibre**

terme utilisé pour désigner les cartouches spécifiques qui sont introduites dans la chambre d'une arme à feu

NOTE Il correspond au diamètre approximatif du cercle formé par le sommet des parois d'un canon rayé. Il s'agit de la partie numérique de la désignation identifiant la cartouche qui sert à indiquer grossièrement et de manière approximative le diamètre du projectile (c'est-à-dire calibre 30).

**A.1.12****carabine ou mousqueton**

fusil court et léger destiné à l'origine aux troupes à cheval

**A.1.13****chambre**

⟨carabine, fusil de chasse ou pistolet⟩ partie du canon conçue pour recevoir une cartouche ou une cartouche à plombs spécifique

⟨revolver⟩ trous dans le barillet conçus pour recevoir une cartouche spécifique

**A.1.14****choke (étranglement)**

resserrement intérieur au niveau ou à proximité de l'extrémité de la bouche d'un canon de fusil de chasse servant à contrôler la dispersion des plombs

**A.1.15****collier du choke**

partie du choke à l'avant du resserrement maximal (voir Tableau 1)

Tableau A.1 — Colliers du choke en Europe et aux États-Unis

	Marquage du choke, européen	Marquage du choke, américain
Choke maximum	*	FC, Full (plus grand resserrement)
Amélioré — modifié	**	Imp. Mod. (plus faible resserrement)
Modifié	***	Mod. (plus faible resserrement)
Cylindre amélioré	****	IC, Imp. Cyl. (plus faible resserrement)
Cylindre	CL	
Skeet [alésage spécial pour tir au pigeon]		Skeet, Sk (plus faible resserrement)
Canon cylindrique		Cyl. (plus petit resserrement)
NOTE Certains fabricants d'armes à feu aux États-Unis utilisent également le système européen.		

**A.1.16**

**amortisseur de recul (compensateur)**

dispositif fixé à l'extrémité de la bouche du canon de fusil qui utilise les gaz propulsifs pour réduire le recul ou le bruit ou les deux à la fois

Voir également A.1.25 (frein de bouche)

**A.1.17**

**cône de raccordement**

cône reliant le diamètre de la chambre d'un fusil de chasse au diamètre de l'âme du canon, cône reliant le diamètre de l'âme du canon au diamètre du choke ou entrée conique vers l'âme à l'arrière d'un barillet de revolver

**A.1.18**

**arme à feu**

assemblage constitué d'un canon et d'un mécanisme et à partir duquel un projectile est propulsé grâce à l'énergie résultant d'une combustion

**A.1.19**

**calibre**

terme relatif au nombre de balles en plomb du diamètre de l'âme pesant 1 lb

NOTE C'est un terme utilisé pour identifier la plupart des âmes de fusils de chasse, à l'exception du fusil de chasse de calibre 410.

**A.1.20**

**diamètre à fond de rayure**

diamètre le plus grand d'un canon correspondant au diamètre d'un cercle circonscrit par le fond des rayures dans un canon rayé

**A.1.21**

**rainures**

Voir A.1.33 (rayures)

**A.1.22**

**arme de poing**

arme à feu conçue pour être tenue et mise à feu d'une main

**A.1.23****feuillure**

distance de la tranche de la culasse verrouillée d'une arme à feu à la surface d'appui de la douille d'une cartouche dans la chambre

**A.1.24****mitrailleuse**

Voir A.1.2 (mécanisme automatique)

**A.1.25****frein de bouche**

dispositif monté à l'extrémité de la bouche, généralement solidaire du canon, lequel utilise les gaz générés à l'arrière d'un projectile pour réduire le recul.

Voir également A.1.16 (amortisseur de recul)

**A.1.26****armes à chargement par la bouche**

toute arme à feu chargée par la bouche

NOTE Également appelées armes à feu «à poudre noire». Il peut s'agir d'armes à feu anciennes, de répliques ou d'armes de conception moderne.

**A.1.27****canons superposés, à**

arme à feu à deux canons, placés l'un au-dessus de l'autre

**A.1.28****pistolet**

arme de poing dont la chambre fait partie du canon

**A.1.29****pistolet automatique**

terme commun mais improprement utilisé pour décrire des pistolets semi-automatiques

NOTE Voir «Mécanisme semi-automatique» pour une description du mode de fonctionnement de ces pistolets

**A.1.30****fusil à pompe**

Voir A.1.6 (mécanisme à répétition commandée ou à pompe).

**A.1.31****revolver**

arme à feu, généralement une arme de poing équipée d'un barillet disposant d'une série de chambres disposées de manière à effectuer une rotation autour d'un axe, les cartouches qui y sont logées étant tirées les unes après les autres par le même mécanisme de mise à feu

**A.1.32****fusil**

arme à feu dont l'âme comporte des rainures ou rayures hélicoïdales et conçue pour un tir à l'épaule

**A.1.33****rayures**

rainures formées dans l'âme du canon d'une arme à feu pour imprimer à un projectile un mouvement de rotation autour de son axe

**A.1.34****semi-automatique**

arme à feu qui tire, extrait, éjecte et recharge une seule cartouche à chaque fois que la détente est actionnée et relâchée

**A.1.35**

**fusil de chasse**

arme à feu d'épaule et à canon lisse conçue pour tirer des cartouches contenant plusieurs plombs ou une balle unique

**A.1.36**

**pas de rayure**

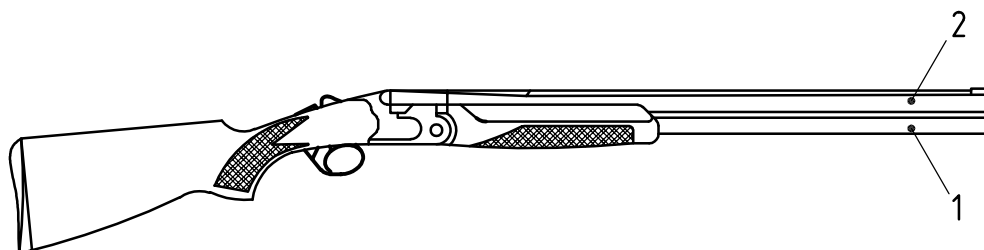
distance nécessaire pour un tour complet de rayure, généralement exprimée sous la forme d'un rapport

**A.2 Exemples d'armes à feu**

**A.2.1 Armes à feu à canon à âme lisse**



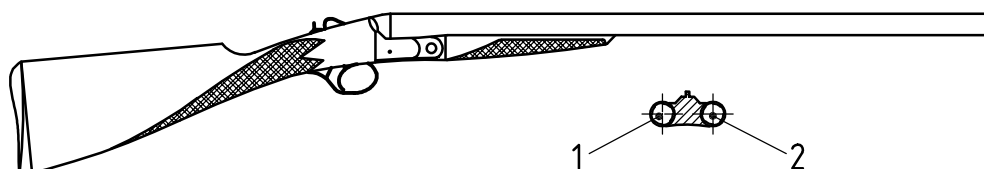
Figure A.1 — Fusil de chasse à un coup



**Légende**

- 1 canon supérieur
- 2 canon inférieur

Figure A.2 — Fusil de chasse à canons superposés



**Légende**

- 1 canon de droite
- 2 canon de gauche

Figure A.3 — Fusil de chasse à canons juxtaposés

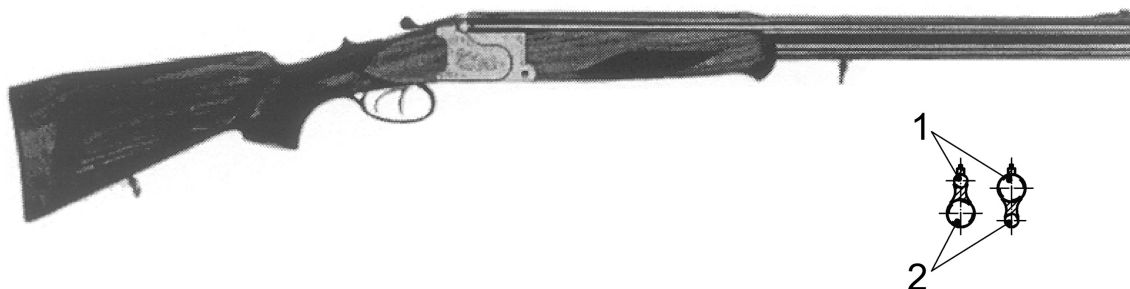


Figure A.4 — Fusil à pompe



Figure A.5 — Fusil de chasse semi-automatique (mécanisme à verrouillage de culasse)

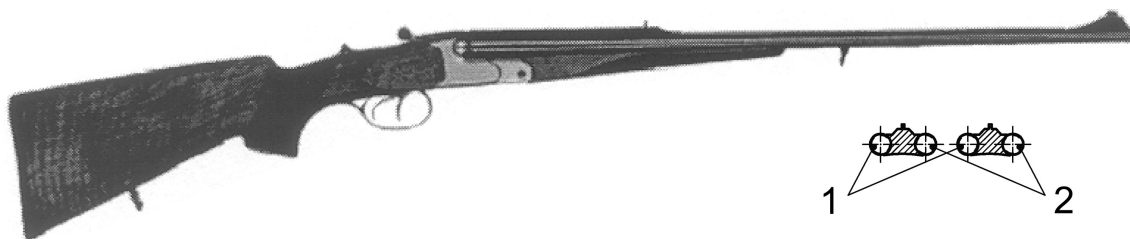
**A.2.2 Armes à feu à canons mixtes, canon à âme lisse et canon rayé**



**Légende**

- 1 canon supérieur
- 2 canon inférieur

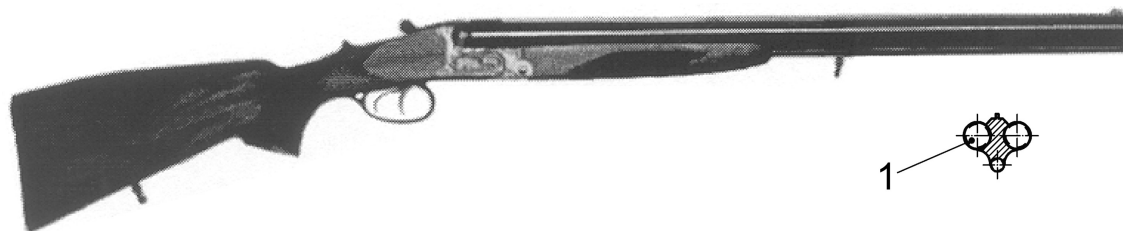
Figure A.6 — À canons mixtes superposés



**Légende**

- 1 canon de gauche
- 2 canon de droite

Figure A.7 — À canons mixtes juxtaposés



**Légende**

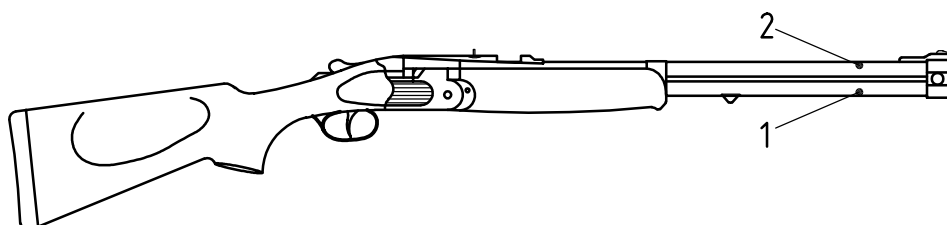
1 deux canons rayés et un canon lisse ou deux canons lisses et un canon rayé

**Figure A.8 — Fusil à trois canons/drilling**

**A.2.3 Armes à feu à canon rayé**



**Figure A.9 — Fusil à un coup**



**Légende**

1 canon supérieur

2 canon inférieur

**Figure A.10 — Fusil à cartouches express et à canons superposés**



**Figure A.11 — Fusil semi-automatique (mécanisme à verrouillage de culasse)**





**Figure A.12 — Fusil semi-automatique (mécanisme à refoulement de gaz)**



**Figure A.13 — Fusil à culasse mobile**



**Figure A.14 — Pistolet mitrailleur (mécanisme à refoulement de gaz)**



**Figure A.15 — Fusil d'assaut (fusil automatique à mécanisme à verrouillage de culasse)**



Figure A.16 — Mitrailleuse (mécanisme à verrouillage de culasse)

#### A.2.4 Pistolets et revolvers

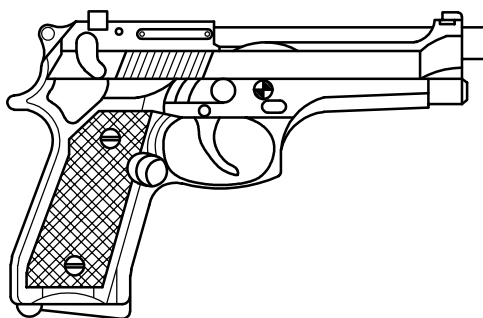


Figure A.17 — Pistolet semi-automatique (mécanisme à verrouillage de culasse)

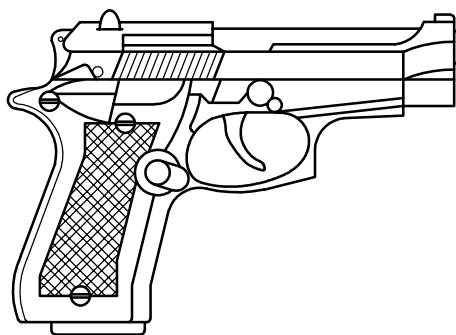
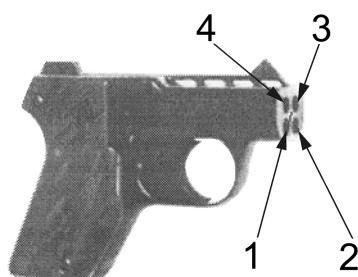


Figure A.18 — Pistolet semi-automatique (mécanisme à refoulement de gaz)



Figure A.19 — Revolver à simple action



**Légende**

- 1 canon inférieur droit
- 2 canon inférieur gauche
- 3 canon supérieur gauche
- 4 canon supérieur droit

Figure A.20 — Arme de point à canons multiples



Figure A.21 — Revolver à double action

**A.2.5 Armes à feu à poudre noire**



**Figure A.22 — Fusil à chargement par la bouche**



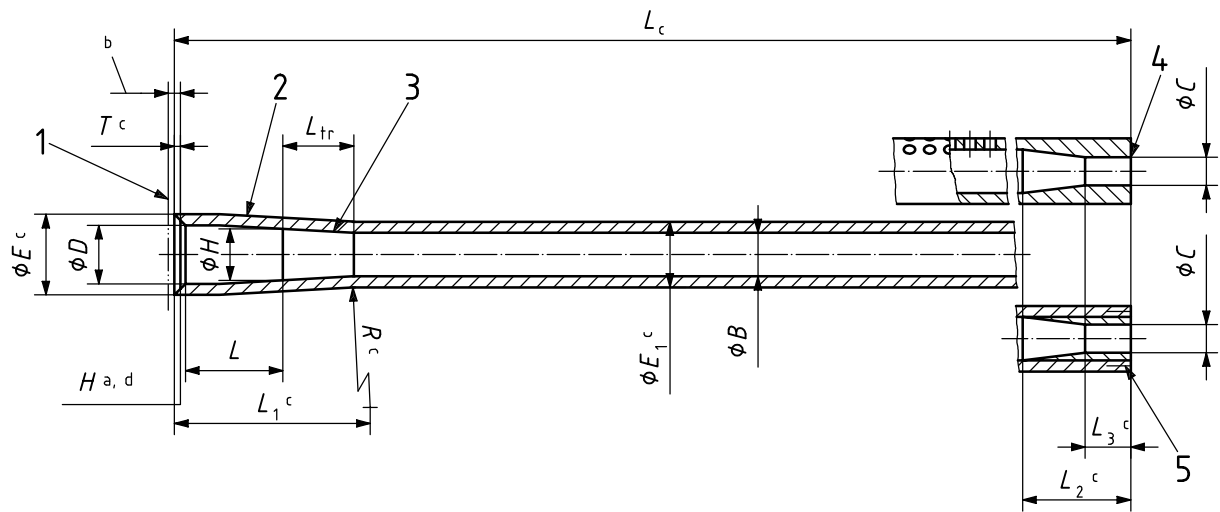
**Figure A.23 — Pistolet à chargement par la bouche**



**Figure A.24 — Revolver à chargement par la bouche**

## A.3 Canons

### A.3.1 Canon lisse



#### Légende

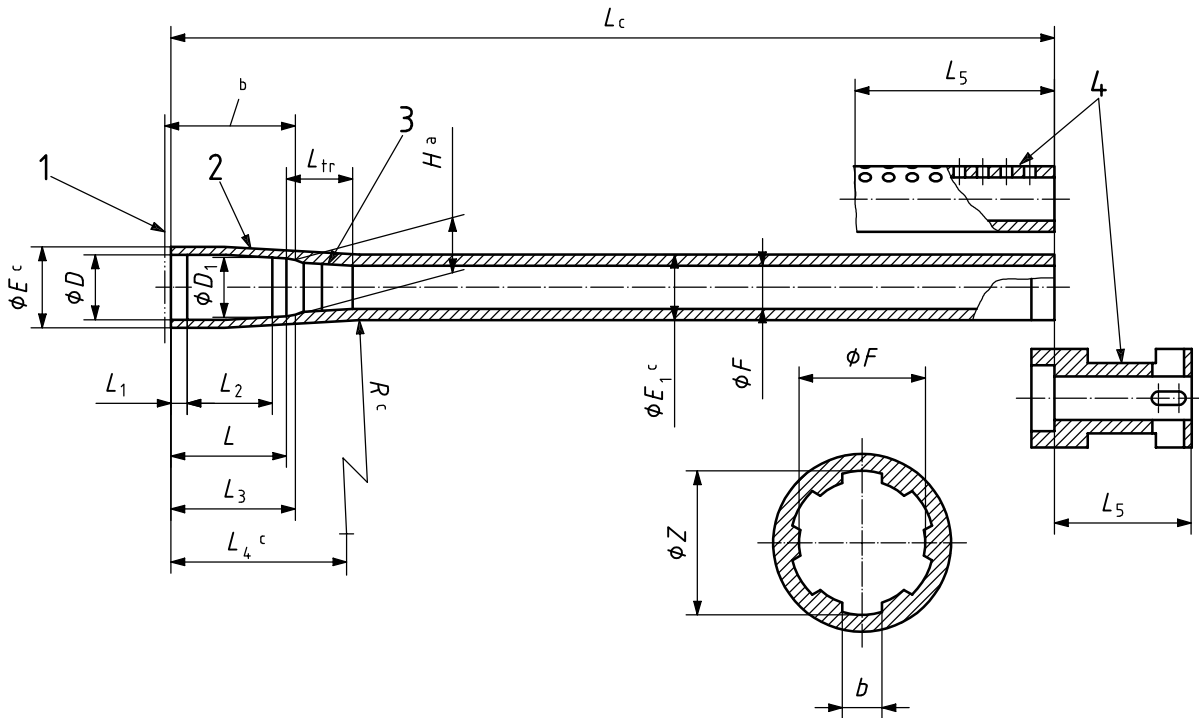
- 1 tranche de (bloc de) culasse
- 2 chambre
- 3 cône de raccordement
- 4 choke
- 5 choke amovible

- a Base.
- b Dimension de la feuillure.
- c Dimension fournie par le fabricant.

ID	Définitions	Notes
$D$	Diamètre de la 1ère chambre	
$H$	Diamètre de la 2ème chambre	
$L$	Longueur de la chambre	
$B$	Diamètre de l'âme	
$C$	Diamètre du choke	$C = B - \text{valeur du rétrécissement}$
$L_c$	Longueur du canon	
$E, E_1$	Diamètre extérieur	

Figure A.25 — Canon lisse

A.3.2 Canon rayé



Légende

- 1 tranche de (bloc de) culasse
- 2 chambre
- 3 cône de raccordement de la chambre
- 4 frein de bouche ou cache-flamme ou tout autre dispositif de bouche

- a Base.
- b Dimension de la feuillure.
- c Dimension fournie par le fabricant.

ID	Définitions
$D$	Diamètre de la 1ère chambre
$D_1$	Diamètre de la 2ème chambre
$L$	Longueur de la chambre
$L_1$	Distance jusqu'à $D$ depuis la face arrière du canon
$L_2$	Distance entre diamètres de chambres ( $D, D_1$ )
$H$	Diamètre de l'épaule de base
$L_3$	Distance jusqu'à $H$ depuis la face arrière du canon
$L_{tr}$	Longueur du cône de raccordement de la chambre
$F$	Diamètre de l'âme
$Z$	Diamètre à fond de rayure
$b$	Largeur de rayure
	Nombre de rayures
	Pas de rayure
	Zone à rayures
$L_c$	Longueur du canon
$E, E_1$	Diamètre extérieur

Figure A.26 — Canon rayé

## Annexe B (informative)

### Exemple

#### B.1 Positions de mesure

La détonation en sortie de bouche d'un fusil de chasse muni d'un canon de 0,67 m à étranglement maximal et utilisant une charge de plombs de 24 g, a été mesurée. L'arme était montée sur un étau de manière à positionner la bouche à une hauteur de  $1,5 \text{ m} \pm 0,03 \text{ m}$  au-dessus du sol. Les microphones de  $\frac{1}{4}$  in étaient placés en demi-cercle à une distance de 10 m et à une hauteur de 1,5 m au-dessus du sol et orientés de manière à tenir compte de l'incidence rasante. La munition était fabriquée de manière à obtenir une vitesse moyenne de la grenaille de 400 m/s, en sortie de bouche. La munition était stockée dans des conditions normales à l'intérieur d'une caisse avec conditionnement d'air. La ligne de tir était parfaitement parallèle au plan du sol.

L'incrémentation angulaire choisie était de  $30^\circ$ . La position zéro était choisie de manière à s'inscrire à 0,025 m par rapport à la ligne de tir perpendiculaire. La distance de l'ensemble des positions a été vérifiée en utilisant des cartouches à blanc d'un revolver. La position du microphone a été ajustée jusqu'à obtenir un signal de détonation en sortie de bouche accompagnant la cartouche à blanc comportant le même retard temporel que le signal correspondant à la position zéro. En outre, la position correspondant à  $15^\circ$  a été mesurée.

#### B.2 Valeurs mesurées

Les valeurs données dans le Tableau B.1 ont été obtenues à partir de la pression acoustique mesurée en utilisant une transformation de Fourier pour obtenir les bandes de fréquence suivantes:

Tableau B.1 — Niveau d'exposition acoustique angulaire mesurée en décibels

Angle degrés	31,5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz	8 000 Hz
0	90,6	96,9	98,2	107,9	112,5	112,5	113,8	112,4	109,7
0	88,0	95,3	94,9	108,5	112,3	113,7	111,7	110,3	107,9
0	87,9	96,7	101,0	103,8	111,3	112,8	114,2	111,7	108,3
0	89,2	97,8	100,3	107,2	113,2	114,3	111,8	112,6	107,8
0	88,1	97,8	101,9	104,0	111,7	114,1	111,9	109,7	106,0
15	87,6	96,4	102,1	99,3	105,7	111,3	106,3	105,0	103,8
15	86,4	95,6	101,5	97,9	106,2	110,6	108,5	106,0	103,9
15	86,5	95,7	102,3	101,3	105,8	109,4	107,6	103,9	102,9
15	87,1	96,5	102,2	99,9	105,3	112,8	107,7	104,7	104,4
15	87,0	96,0	102,2	100,7	104,2	109,3	106,4	105,3	101,4
30	85,0	93,9	101,1	101,1	108,6	108,2	105,1	99,4	97,2
30	84,9	93,7	100,9	101,0	109,4	106,7	102,9	99,3	95,2
30	84,9	94,0	101,1	101,2	109,0	108,3	104,8	100,9	97,6
30	84,8	94,1	101,2	100,9	108,9	108,4	102,9	102,0	100,3
30	85,4	94,0	101,0	100,6	108,3	108,9	103,5	101,0	94,5
60	78,5	88,3	95,8	95,4	98,6	100,3	99,3	98,5	94,7
60	78,8	87,8	95,5	95,2	98,4	99,7	98,8	96,2	94,0
60	79,4	88,2	95,5	95,4	99,4	98,6	100,5	97,5	93,1
60	78,8	87,7	95,4	95,0	99,5	98,9	98,7	96,5	94,2
60	78,9	88,4	95,5	94,9	98,9	98,7	99,3	98,1	95,2
90	72,9	83,3	89,9	88,2	96,9	96,2	95,9	93,3	90,5
90	74,1	82,9	90,1	88,3	96,6	96,5	94,0	93,2	89,7
90	72,9	83,5	90,1	87,9	96,6	96,2	94,6	91,5	91,0
90	73,3	83,8	90,5	88,3	97,2	96,9	95,8	92,3	90,6
90	73,0	83,6	90,1	88,1	96,3	95,7	93,7	91,3	90,8
120	68,9	78,6	85,1	83,7	92,3	92,1	91,3	91,5	89,4
120	69,1	79,5	85,5	84,1	91,9	92,8	91,7	91,1	89,0
120	70,7	79,7	85,3	84,0	92,0	92,4	92,4	92,1	89,8
120	71,2	80,1	85,5	84,1	92,0	91,6	89,2	92,1	89,2
120	71,3	80,0	85,3	83,8	91,8	93,2	92,7	92,7	89,1
150	64,9	75,1	82,1	84,0	88,7	87,5	86,9	82,6	78,2
150	67,9	77,0	82,4	83,9	88,2	87,8	87,5	85,6	80,0
150	67,5	76,8	82,0	83,4	86,3	87,8	89,5	87,0	87,0
150	67,3	77,6	82,9	84,0	88,4	87,7	87,1	84,3	81,2
150	65,9	77,0	82,5	84,0	87,8	88,4	87,8	87,6	85,0
180	63,3	74,5	80,8	79,5	90,6	90,5	91,5	86,5	86,3
180	63,8	74,0	80,7	81,0	88,2	90,8	89,5	86,3	84,6
180	64,5	74,3	81,1	81,5	87,4	88,4	89,7	84,7	82,9
180	64,4	75,8	81,3	81,1	89,5	91,5	89,3	89,6	86,2
180	63,0	74,6	81,4	81,8	88,0	90,0	90,8	88,4	85,0



### B.3 Suppression du son émis par le projectile

La Figure B.1 présente les courbes qui correspondent aux pressions acoustiques à 0°, à 15° et à 60°. Le décalage dans le temps est inférieur à 2 ms entre les deux signaux. La discrimination des traces n'a pas réussi. Aucune correction n'a donc été effectuée.

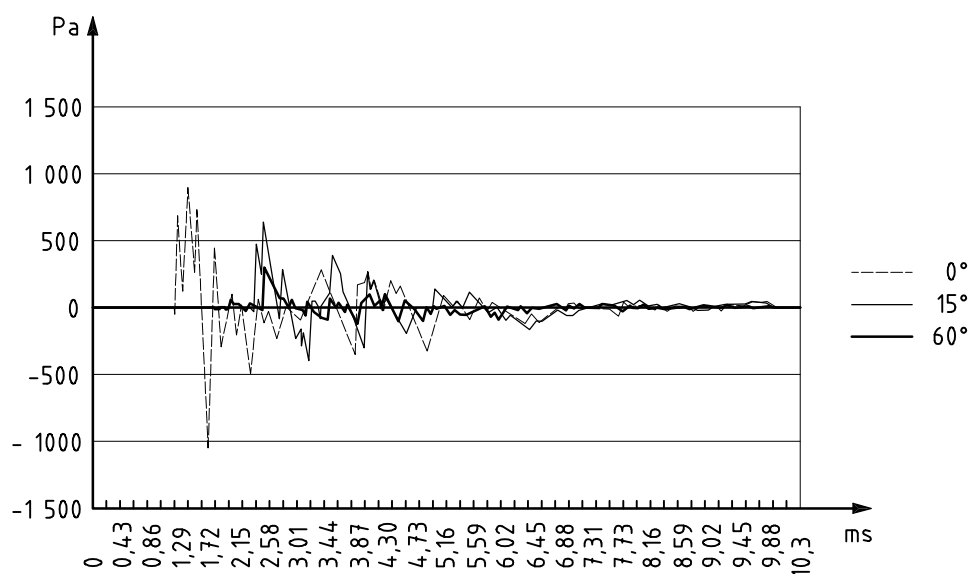


Figure B.1 — Pression acoustique mesurée à 0°, à 15° et à 60° pour un canon de 0,67 m à étranglement, à plombs de 24 g et une vitesse de projectile en sortie de bouche de 400 m/s

### B.4 Suppression de la réflexion par le sol

L'effet de sol a été corrigé par les valeurs données dans le Tableau B.2, dérivé de l'impédance acoustique mesurée sur site, une fois les mesurages effectués. L'interférence minimale a été mesurée. L'impédance acoustique du sol a été obtenue en faisant varier la résistance à l'écoulement et la profondeur de pénétration dans un modèle de propagation du son basé sur la Référence [14].

Tableau B.2 — Correction tenant compte de la réflexion par le sol

Fréquence, Hz	31,5	63	125	250	500	1 000	2 000	4 000	8 000
Réflexion par le sol, dB	-5,2	-5,2	-3,4	2,7	-1,5	-1,5	-1,1	0,9	0,6

NOTE Conformément à la Référence [14].

### B.5 Valeurs de mesure corrigées

Les valeurs mesurées ont été moyennées et corrigées en tenant compte de la réflexion par le sol (voir Tableau 3).

Tableau B.3 — Niveaux moyennés après suppression de la réflexion par le sol

Valeurs en décibels

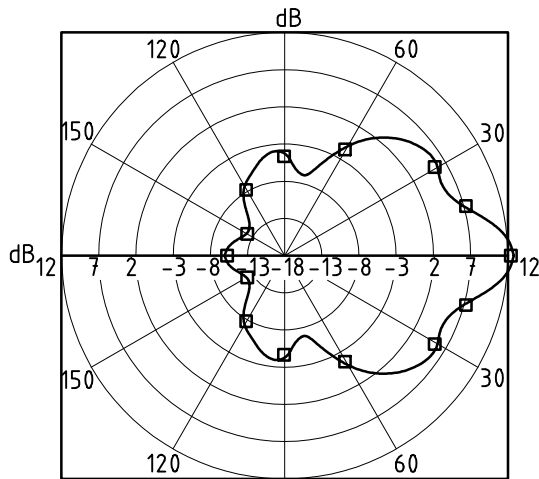
Angle de direction degrés	Niveaux moyens	31,5 Hz	63 Hz	125 Hz	250 Hz	500 Hz	1 000 Hz	2 000 Hz	4 000 Hz	8 000 Hz
0	118,0	83,7	91,8	96,5	109,4	110,8	112,0	111,7	110,6	108,7
15	112,9	81,6	90,8	98,8	102,4	103,8	109,2	105,9	103,6	103,5
30	110,7	79,7	88,6	97,5	103,8	107,5	106,4	102,7	99,6	97,8
60	104,1	73,5	82,7	92,0	97,6	97,2	97,6	98,1	96,4	94,8
90	100,3	67,9	78,1	86,6	90,7	95,2	94,8	93,7	91,4	91,1
120	97,5	65,1	74,3	81,8	86,6	90,3	90,8	90,4	90,9	89,8
150	92,9	61,5	71,5	78,9	86,5	86,4	86,4	86,8	84,8	84,0
180	94,8	58,7	69,5	77,7	83,8	87,4	88,8	89,1	86,5	85,7

**B.6 Directivité et énergie acoustique émise par la source**

En utilisant les valeurs mesurées, données dans le Tableau B.2, un mode opératoire de fonctions splines cubiques a été utilisé pour effectuer une interpolation entre les différentes directions.

Les Figures B.2 et B.3 illustrent le niveau angulaire d'énergie acoustique émis par la source et la directivité.

L'application des deux méthodes d'interpolation donne une différence inférieure à 0,4 dB, conformément aux dispositions de l'Article 10. Cependant, la formule d'interpolation est légèrement différente, comme on peut le constater.



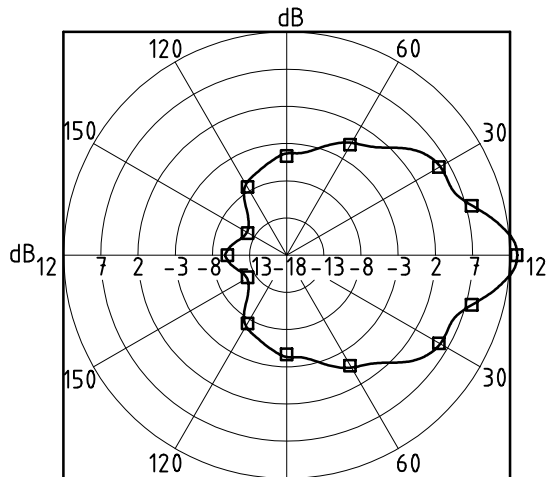
NOTE 1 Les valeurs mesurées sont signalées par des carrés.

NOTE 2 Les résultats décrits sont obtenus par la transformation cosinusoidale de la distribution angulaire interpolée de l'énergie acoustique émise par la source.

**Figure B.2 — Directivité  $D(\alpha)$  du niveau angulaire pondéré A de l'énergie acoustique émise par la source, utilisant une interpolation de fonction spline cubique comme définie par l'Équation (15)**

Tableau B.4 — Résultats

Niveau pondéré A d'énergie acoustique émise par la source $L_Q = 135,8$ dB			
Angle degrés	$D(\alpha)$ dB	Indice $j$	Coefficient dB
0	13,2	0	-2,99
15	8,1	1	9,74
30	5,8	2	2,03
45	2,7	3	1,24
60	-0,7	4	0,99
75	-3,0	5	-0,36
90	-4,5	6	0,69
105	-5,6	7	0,21
120	-7,3	8	0,39
135	-10,2	9	0,42
150	-11,9	10	0,33
165	-10,9	11	0,35
180	-10,0	12	0,33



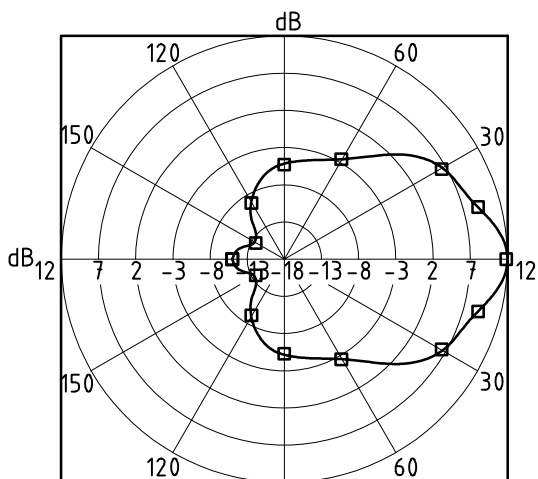
NOTE 1 Les valeurs mesurées sont signalées par des carrés.

NOTE 2 Les résultats décrits sont obtenus par la transformation cosinusoidale du niveau de distribution angulaire interpolée de l'énergie acoustique émise par la source.

**Figure B.3 — Directivité  $D(\alpha)$  du niveau angulaire pondéré A de l'énergie acoustique émise par la source, utilisant une interpolation de fonction spline cubique comme définie par l'Équation (14)**

**Tableau B.5 — Résultats**

Niveau pondéré A d'énergie acoustique émise par la source $L_Q = 136,1$ dB			
Angle degrés	$D(\alpha)$ dB	Indice $j$	Coefficient dB
0	12,9	0	-3,32
15	7,6	1	9,77
30	5,7	2	2,34
45	4,4	3	1,43
60	-1,4	4	0,64
75	-6,4	5	-1,40
90	-4,6	6	0,55
105	-4,8	7	1,17
120	-7,7	8	0,85
135	-11,0	9	0,32
150	-12,2	10	0,06
165	-10,9	11	0,31
180	-10,3	12	0,39



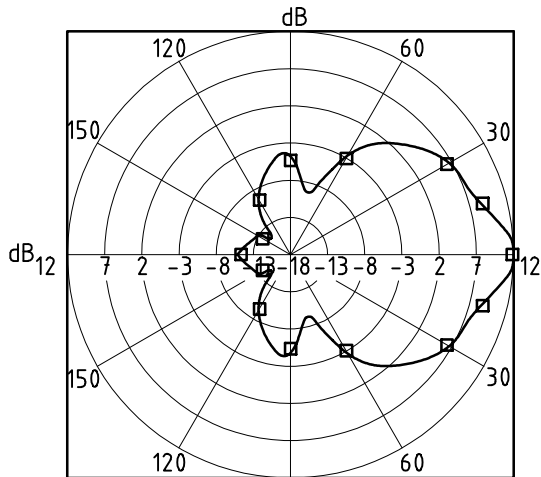
NOTE 1 Les valeurs mesurées sont signalées par des carrés.

NOTE 2 Les résultats sont obtenus par la transformation cosinusoidale du niveau angulaire interpolé de l'énergie acoustique émise par la source à 1 kHz.

**Figure B.4 — Directivité  $D(\alpha)$  du niveau de distribution angulaire de l'énergie acoustique émise par la source pour la bande d'octave de 1 kHz, utilisant une interpolation de fonction spline cubique comme définie par l'Équation (15)**

**Tableau B.6 — Résultats**

Niveau pondéré A d'énergie acoustique émise par la source $L_Q = 130,8$ dB			
Angle degrés	$D(\alpha)$ dB	Indice $j$	Coefficient dB
0	12,2	0	-3,87
15	9,3	1	10,61
30	6,6	2	2,49
45	2,1	3	1,36
60	-2,3	4	1,31
75	-4,2	5	-0,76
90	-5,1	6	0,20
105	-6,6	7	-0,03
120	-9,1	8	0,23
135	-12,1	9	0,24
150	-13,5	10	0,15
165	-12,1	11	0,19
180	-11,0	12	0,13



NOTE 1 Les valeurs mesurées sont signalées par des carrés.

NOTE 2 Les résultats sont obtenus par la transformation cosinusoidale du niveau angulaire interpolé de l'énergie acoustique émise par la source à 1 kHz.

**Figure B.5 — Directivité  $D(\alpha)$  du niveau de distribution angulaire de l'énergie acoustique émise par la source pour la bande d'octave de 1 kHz, utilisant une interpolation de fonction spline cubique comme définie par l'Équation 14**

**Tableau B.7 — Résultats**

Niveau pondéré A d'énergie acoustique émise par la source $L_Q = 131,1$ dB			
Angle degrés	$D(\alpha)$ dB	Indice $j$	Coefficient dB
0	12,0	0	-4,28
15	9,1	1	11,62
30	6,5	2	3,05
45	3,5	3	1,66
60	-2,8	4	1,08
75	-8,9	5	-2,07
90	-5,1	6	0,06
105	-5,6	7	1,24
120	-9,4	8	0,57
135	-13,7	9	0,02
150	-13,6	10	-0,36
165	-11,8	11	0,13
180	-11,2	12	0,58

**B.7 Présentation du résultat**

Le Tableau B.8. présente les résultats correspondant aux niveaux pondérés A et aux niveaux par bande d'octave. La première ligne donne le niveau total d'énergie pondéré A et les lignes suivantes indiquent les niveaux par bande d'octave. La troisième colonne donne le niveau de distribution angulaire de l'énergie acoustique émise par la source pour  $j = 0$  de la transformation cosinusoidale (voir Équation 9). Les autres lignes contiennent les coefficients cosinusoidaux d'ordres supérieurs. Le tableau donne une liste des coefficients de transfert cosinusoidal pour les niveaux de distribution angulaire de l'énergie acoustique émise par la source en fréquence. La deuxième colonne donne les niveaux d'énergie acoustique émise par la source.

**Tableau B.8 — Niveaux d'énergie émise par la source,  $L_Q$ , et coefficients,  $\alpha_j$ , des niveaux de distribution angulaire de l'énergie acoustique émise par la source,  $L_q(\alpha)$**

Coefficient cosinusoidal	Niveau d'énergie acoustique émise par la source dB	$\alpha_j$													
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
		dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	dB	
Niveau-A	135,8	121,8	9,7	2,0	1,2	1,0	-0,4	0,7	0,2	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	
31,5 Hz	104,4	89,7	10,7	1,4	1,2	-0,4	0,2	0,1	0,2	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	
63 Hz	113,6	99,3	10,0	1,3	0,9	0,04	0,1	-0,1	0,04	0,03	0,02	0,03	0,0	0,02	
125 Hz	122,2	107,4	10,4	0,8	-0,01	-0,2	-0,3	-0,4	-0,3	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	-0,2	
250 Hz	128,3	113,3	10,5	2,3	-0,1	-0,7	0,4	-0,03	0,7	0,8	0,7	0,7	0,6	0,7	
500 Hz	130,8	115,6	10,3	1,5	0,7	0,2	-1,4	-0,4	0,4	0,9	1,0	0,9	0,8	0,8	
1 kHz	130,8	116,0	10,6	2,5	1,4	1,3	-0,8	0,2	-0,03	0,3	0,2	0,2	0,2	0,1	
2 kHz	128,8	115,2	9,3	2,1	0,8	1,3	0,07	1,0	0,4	0,4	0,4	0,3	0,3	0,3	
4 kHz	126,7	113,5	8,8	1,6	1,7	1,0	0,2	1,7	0,5	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	
8 kHz	125,6	112,4	8,5	1,5	1,9	1,5	0,4	1,5	0,3	0,2	0,2	0,1	0,1	0,1	

## B.8 Équipement de mesure

Microphone XX

Sonomètre XX

Convertisseur ADX XX

Calibreur XX

L'étalonnage du sonomètre a été vérifié par XX

Position de mesure à 10 m de la bouche positionnée pour une incidence rasante à 1,5 m au dessus du sol

Fusil de chasse canons supérieur et inférieur de 0,67 m avec choke maximal

Munition charge spéciale de 24 g et vitesse initiale de 400 m/s, 400 plombs, poids de poudre ...

Fabricant XX

## B.9 Conditions de déroulement du mesurage

La température était de 5 °C et la pression atmosphérique de 1 020 hPa. La correction pour des conditions météorologiques normalisées  $A_z = -0,1$  dB n'a pas été prise en compte.

## B.10 Contribution à l'incertitude conformément à 11.2

L'étendue des niveaux mesurés de distribution angulaire pondérée A de l'énergie acoustique mesurée était inférieure à  $\pm 1$  dB pour chacune des huit positions de mesure. Lesdits niveaux ont été mesurés cinq fois pour chaque direction. Lorsqu'une loi uniforme est posée en postulat, la variance est de 0,33 dB.

L'écart-type du niveau mesuré de distribution angulaire d'énergie acoustique émise par la source  $L_q$  peut être estimé au moyen de l'Équation (17):

$$s_D^2 = \frac{8 \times 5}{8 \times 5 - 13} (0,33) = 0,5 \text{ dB}^2 \quad (\text{B.1})$$

La contribution à l'incertitude du mesurage de la directivité est obtenue à l'aide de l'Équation (18) de la manière suivante:

$$\Delta_D = \frac{\sqrt{0,48} \times 2,04}{\sqrt{5}} = 0,6 \text{ dB} \quad (\text{B.2})$$

L'Équation (19) permet d'obtenir la contribution à l'incertitude du mesurage de l'énergie émise par la source

$$\Delta_Q = 0,2 \text{ dB} \quad (\text{B.3})$$

La contribution à l'incertitude provenant d'autres sources doit être ajoutée comme décrit dans l'Annexe C.

## Annexe C (informative)

### Directives pour l'incertitude de mesure

#### C.1 Généralités

Le format accepté pour l'expression des incertitudes qui sont généralement associées à des méthodes de mesure est celui donné dans le GUM (*Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure*)<sup>[6]</sup>. Ce format intègre un bilan d'incertitude où sont identifiées et quantifiées les diverses sources d'incertitude et à partir duquel il est possible d'obtenir l'incertitude combinée. Les données nécessaires à l'établissement d'un bilan quantitatif pour la présente partie de l'ISO 17201 n'étaient pas disponibles au moment de son élaboration. Cependant, sur la base d'évaluations préalables, les sources d'incertitude considérées être associées aux méthodes et matériels décrits sont fournies ci-après. La méthode générale pour le calcul des incertitudes convenant à la présente partie de l'ISO 17201 et conforme au GUM, est illustrée ci-après pour information.

#### C.2 Incertitude du niveau de distribution angulaire de l'énergie acoustique émise par la source

##### C.2.1 Relation fonctionnelle

Des estimations préliminaires montrent qu'une expression générale pour la détermination du niveau de distribution angulaire de l'énergie acoustique émise par la source,  $L_q$ , est donnée par l'équation suivante:

$$L_q(\alpha_n) = L_E(r_m, \alpha_n) + A_{\text{div}}(r_m) + A_{\text{atm}}(r_m) + A_Z + A_{\text{gr}} + \delta_{\text{slm}} + \delta_{\text{fw}} - 11 \text{ dB} \quad (\text{C.1})$$

où

$L_E(r_m, \alpha_n)$	est le niveau d'exposition sonore mesuré, exprimé en décibels;
$A_{\text{div}}(r_m)$	est une correction qui compense la dispersion géométrique, exprimée en décibels;
$A_{\text{atm}}(r_m)$	est une correction tenant compte de l'absorption par l'air, exprimée en décibels;
$A_Z$	est un paramètre utilisé pour la correction en cas de conditions météorologiques non normalisées, exprimé en décibels;
$A_{\text{gr}}$	est une correction destinée à obtenir des conditions en champ libre, exprimée en décibels ; ceci comprend l'effet de l'impédance acoustique du sol;
$\delta_{\text{slm}}$	est une grandeur d'entrée permettant de tenir compte des effets de l'appareillage de mesure, exprimée en décibels;
$\delta_{\text{fw}}$	est une grandeur d'entrée permettant de tenir compte des incertitudes de la pondération en fréquence (pondération A ou filtrage en bande de tiers d'octave), exprimée en décibels.

NOTE 1 Les grandeurs d'entrée incluses dans l'Équation (C.1) pour tenir compte des incertitudes sont celles considérées applicables sur la base des connaissances disponibles au moment où la présente partie de l'ISO 17201 a été rédigée. D'autres grandeurs pourraient ultérieurement être révélées par des recherches supplémentaires.

NOTE 2 Dans une situation donnée, il serait admis de ne pas tenir compte de grandeurs d'entrée considérées avoir un effet négligeable sur l'incertitude combinée pour le calcul du bilan des incertitudes.

Une loi de probabilité (normale, rectangulaire, valeur *t* de student, etc.) est associée à chacune des grandeurs d'entrée. Sa valeur probable (valeur moyenne) est la meilleure estimation de la grandeur d'entrée et son écart-type est une mesure de sa variance, appelée incertitude-type. Ces incertitudes contribuent à l'incertitude combinée associée aux valeurs du niveau d'énergie acoustique émise par la source.

**C.2.2 Contributions à l'incertitude de mesure**

Les contributions à l'incertitude combinée associée à la valeur du niveau de distribution angulaire de l'énergie acoustique émise par la source dépendent des incertitudes et des coefficients de sensibilité,  $c_j$ , correspondants. Les coefficients de sensibilité sont une mesure de la manière dont les valeurs du niveau d'énergie acoustique émise par la source sont affectées par des modifications des valeurs des grandeurs d'entrée correspondantes. Mathématiquement, ces coefficients sont égaux à la dérivée partielle de la relation physique par rapport à la grandeur d'entrée concernée. Les contributions des grandeurs d'entrée respectives sont dans ce cas données par les produits des incertitudes-types et des coefficients de sensibilité qui y sont associés. Ainsi, les informations nécessaires pour dériver l'incertitude globale sont celles illustrées dans le Tableau C.1.

**Tableau C.1 — Bilan des incertitudes pour déterminer les niveaux de distribution angulaire de l'énergie acoustique émise par la source**

Grandeur	Estimation <sup>a</sup> dB	Incertitude-type <sup>a</sup> $u_j$ dB	Loi de probabilité <sup>a</sup>	Coefficient de sensibilité, $c_j$	Contribution à l'incertitude $c_j u_j$ dB
$L_E(r_m, \alpha_n)$	$L_{E,est}(r_m, \alpha_n)$	$u_1$	d	1	$u_1$
$A_{div}(r_m)$	$A_{div,est}(r_m)^c$	$u_2$		1	$u_2$
$A_{atm}(r_m)$	$A_{atm,est}(r_m)^c$	$u_3$		1	$u_3$
$A_Z$	$A_{Z,est}$	$u_4$		1	$u_4$
$A_{gr}$	$A_{gr,est}$	$u_5$		1	$u_5$
$\delta_{slm}$	b	$u_6$		1	$u_6$
$\delta_{fw}$	b	$u_7$		1	$u_7$

<sup>a</sup> L'estimation, la loi de probabilité et l'écart-type qui en résulte doivent respectivement être évalués pour chaque grandeur sur la base des informations disponibles ou d'un jugement personnel.

<sup>b</sup> En général, aucune correction n'est appliquée pour tenir compte de ces effets. Dans chaque cas, la meilleure estimation est zéro.

<sup>c</sup> Du fait de leur faible contribution, il est également admis de ne pas tenir compte de ces termes.

<sup>d</sup> Partie empirique.



### C.2.3 Incertitude de mesure combinée et étendue

L'incertitude combinée de la détermination du niveau de distribution angulaire de l'énergie acoustique émise par la source,  $u(L_q(\alpha_n))$  est donnée par l'équation suivante:

$$u[L_q(\alpha_n)] = \sqrt{\sum_{i=1}^7 u_i^2} \quad (\text{C.2})$$

Le GUM exige une incertitude étendue,  $U$ , spécifiée telle que l'intervalle  $[L_Q - U, L_Q + U]$  couvre, par exemple 95 % des valeurs de  $L_Q$  qui pourraient être raisonnablement attribuées à  $L_Q$ . À cet effet, il est utilisé un coefficient de couverture,  $k$ , tel que  $U = ku$ .

Tableau C.2 — Coefficients de couverture associés aux diverses probabilités de couverture

Probabilité de couverture %	Coefficient de couverture
67	1,0
80	1,3
90	1,6
95	2,0
99,9	2,6

### C.3 Incertitude du niveau d'énergie acoustique émise par la source

Le niveau d'énergie acoustique émise par la source est calculé par intégration à partir du niveau mesuré de la distribution angulaire de l'énergie émise par la source. Cette intégration donne lieu à une réduction des incertitudes liées au niveau de distribution angulaire de l'énergie acoustique émise par la source. Par conséquent, les incertitudes du niveau d'énergie acoustique émise par la source peuvent être supposées identiques aux incertitudes de la distribution angulaire de l'énergie acoustique émise par la source, comme décrit en C.2. L'Équation (18) donne une méthode heuristique permettant de tenir compte de l'intégration. Toutes les autres contributions au bilan d'incertitude tel que décrit dans le Tableau C.1 doivent être ajoutées à ces incertitudes.

## Bibliographie

- [1] Glossaire de la Commission Intergouvernementale Permanente (CIP), *Small Arms Terms*, 2003 (Des exemplaires de ce glossaire peuvent être obtenus auprès de: The Department of Trade and Industry, Headquarters Library, 1 Victoria Street, London SW1H 0ET, Royaume Uni)
- [2] SAAMI, Technical Correspondent's Handbook — Section 15, *Glossary of Industry Terms* (Copie de travail éditée le 20 février 1980 — Révisée le 7 octobre 1996 et le 31 janvier 2000)
- [3] ANSI/SAAMI Z299.5-1966, *Criteria for Evaluation of New Firearm Designs Under Conditions of Abusive Mishandling*
- [4] SAAMI, *Glossary of Terms*
- [5] NATO Unclassified, AC/225 (Panel III-SP.1) D/200 (Révisé le 30 avril 1992)
- [6] GUM:1995, *Guide pour l'expression de l'incertitude de mesure*, BIPM, CEI, FICC, ISO, OIML, UICPA, UIPPA
- [7] ISO 5725-1:1994, *Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure — Partie 1: Principes généraux et définitions*
- [8] ISO/CEI 17025:1999, *Prescriptions générales concernant la compétence des laboratoires d'étalonnages et d'essais*
- [9] ISO 17201-2, *Acoustique — Bruit des stands de tir — Partie 2: Calcul de l'énergie sonore en sortie de bouche et du bruit du projectile* <sup>3)</sup>
- [10] ISO 17201-3, *Acoustique — Bruit des stands de tir — Partie 3: Lignes directrices pour le calcul de la propagation sonore* <sup>3)</sup>
- [11] ISO 17201-4, *Acoustique — Bruit des stands de tir — Partie 4: Estimation du bruit du projectile* <sup>3)</sup>
- [12] ISO 17201-5, *Acoustique — Bruit des stands de tir — Partie 5: Gestion du bruit d'un champ de tir* <sup>3)</sup>
- [13] MORFEY, C.L. *Dictionary of Acoustics*, Academic Press, 2001
- [14] WEMPEN, J. *Schallausbreitung über Erdboden*, Bibliothek-Informationssystem der Universität Oldenburg, 1991 (Sound propagation above ground, library-information system of the University Oldenburg)
- [15] DRAPER, N.R. & SMITH, H. *Applied regression analysis*. John Wiley & Sons, New York (ISBN 0-471-02995-5)
- [16] PIERCE, A. *Acoustics: An Introduction to its Physical Principal et Application*
- [17] ISO 3741:1999, *Acoustique — Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique — Méthodes de laboratoire en salles réverbérantes*
- [18] ISO 3745:2003, *Acoustique — Détermination des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit à partir de la pression acoustique — Méthodes de laboratoire pour les salles anéchoïques et semi-anéchoïques*

---

3) À publier.

- [19] ISO 9614-3:2002, *Acoustique — Détermination par intensimétrie des niveaux de puissance acoustique émis par les sources de bruit — Partie 3: Méthode de précision pour mesurage par balayage*
- [20] ISO 10843:1997, *Acoustique — Métrique et techniques pour le mesurage physique de bruits impulsionnels isolés ou en courtes rafales*
- [21] CEI 61260, *Électroacoustique — Filtres de bande d'octave et de bande d'une fraction d'octave*
- [22] ISO 9613-2, *Acoustique — Atténuation du son lors de sa propagation à l'air libre — Partie 2: Méthode générale de calcul*