

# Mesurage du niveau de pression acoustique émis par les tuyaux d'échappement des motocyclettes stationnaires

Préparé par B. Lévesque, génie mécanique, Université Laval

## Introduction

Cette méthode de mesurage du niveau de pression acoustique a été développée afin de permettre l'évaluation du niveau de pression acoustique ( $dB_A$ ) émis par les tuyaux d'échappement des motocyclettes à l'arrêt. La méthode peut être utilisée pour le contrôle des motocyclettes sur route dans le cadre de l'application de lois limitant le niveau de bruit des véhicules (motocyclettes en particulier). Elle peut aussi être utilisée pour évaluer la capacité d'une motocyclette à répondre à un règlement sur le niveau total de bruit admissible (Annexe V.1 - Émission de bruit (norme 1106) - Règlement sur la sécurité des véhicules automobiles (C.R.C. ch. 1038), EPA) ; cependant, cette méthode ne mesure pas le niveau de pression acoustique total (le bruit total) maximum d'une motocyclette en accélération, mais seulement le niveau de pression acoustique émis par le tuyau d'échappement lorsque la moto est stationnaire. Cette norme ne remplace pas la réglementation canadienne d'homologation des motocyclettes pour le marché canadien. Dans tous les cas, la méthode permet d'obtenir une mesure du niveau de pression acoustique émis par les tuyaux d'échappement pour une motocyclette dans sa configuration lors de l'essai et à un régime moteur donné. Aucune extrapolation à partir de cette mesure ne peut être faite.

Cette norme vise à permettre le contrôle du niveau des émissions sonores des motocyclettes une fois mises sur le marché. Elle peut aussi servir d'outil pour les usagers et les commerçants afin de s'assurer du maintien des motocyclettes dans des conditions de conformité une fois les véhicules en usage.

Une limite de niveau de pression acoustique est proposée à la Section 8.1. Cette limite a été établie de manière à ce qu'un véhicule qui respecte les limites d'homologation prévues dans la Norme 1106, soit en deçà de la limite proposée. Une marge est incluse pour tenir compte de l'usure normale du véhicule.

Les usages prévus de cette norme sont :

contrôle routier des véhicules par les autorités compétentes ;

vérification du niveau de pression acoustique dans une configuration donnée par les commerçants et les usagers, suite à un entretien ou un remplacement d'une partie du système d'échappement.

Cette méthode diffère de la norme américaine SAE J2825 sur certains points.

## **1 Domaine d'application**

La présente norme spécifie une procédure d'essai, un environnement et l'instrumentation pour le mesurage des niveaux de pression acoustique émis par les échappements des motocyclettes à l'arrêt (véhicule stationnaire). Cette mesure diffère du mesurage du niveau de pression acoustique total en mouvement (ISO 362-2, SAE J47, Norme 1106, EPA Part 205, CEE 41) et des autres méthodes de mesurage du niveau de pression acoustique pour les véhicules stationnaires (ISO 5130, SAE 1287, SAE J2825, CEE 41).

La principale utilisation prévue de cette norme est le contrôle routier des motocyclettes. Les procédures ont été écrites afin de faciliter le travail pour cette application et d'éviter les risques d'erreur.

Cette norme est applicable aux motocyclettes dotées d'une transmission disposant d'une position neutre et exclut les cyclomoteurs.

## 2 Références

### 2.2 Références normatives

Les références suivantes font partie de la présente norme. Si des versions plus récentes que celles indiquées existent, elles s'appliquent.

ANSI S1.4-1983 (R 2006) (incluant Amendment S1.4a-1985) *Specification for Sound Level Meters.*

ANSI S1.40-2006 *Specifications and Verification Procedures for Sound Calibrators.*

CEI/IEC 61672-1 : 2002 *Électroacoustique – Sonomètres – Partie 1 : Spécifications.*

CEI/IEC 60942 : 2003 *Electroacoustique – Calibreurs acoustiques.*

### 2.3 Autres références

ISO 362-2 : 2007 *Mesurage du bruit émis par les véhicules routiers en accélération -- Méthode d'expertise -- Partie 2: Catégorie L.*

ISO 5130 : 2007 *Acoustics – Measurement of sound pressure level emitted by stationary vehicles.*

SAE J47 *Maximum Sound Level Potential for Motorcycles.*

SAE J331 *Sound Levels for Motorcycles*

SAE J1287 *Measurement of Exhaust sound Pressure Levels of Stationary Motorcycles.*

SAE J2825 *Measurement of Exhaust Sound Pressure Levels of Stationary On-Highway Motorcycles.*

Environmental Protection Agency (EPA), US Government – *Title 40, Part 205 Transportation Equipment Noise Emission Controls.*

Transport Canada, *Règlement sur la sécurité des véhicules automobiles (C.R.C., ch. 1038) Annexe V.1 - Émission de bruit (norme 1106).*

CEE, *Règlement No. 41 - Prescriptions uniformes relatives à l'homologation des motocycles en ce qui concerne le bruit – Annexe 3.*

### 3 Définitions

#### 3.1 Niveau de pression acoustique

Le niveau de pression acoustique est la mesure de la variation de la pression de l'air que produisent les sons. Dans le langage commun, on utilise souvent les expressions *niveau de bruit* et *niveau sonore*. L'unité de mesure du niveau de pression acoustique est le décibel (dB). En pratique, on tient compte dans les mesures de la façon dont l'oreille humaine réagit à la fréquence du son, et les mesures sont pondérées pour tenir compte de ce fait. La pondération correspondant à l'audition humaine est appelée la pondération A. On notera alors le niveau de pression acoustique en indiquant cette échelle de mesure dans les unités, soit  $dB_A$  ou dBA pour décibels pondérés A.

#### 3.2 $LAF_{MAX}$

Niveau de pression acoustique (« Level ») avec pondération fréquentielle A et pondération temporelle rapide (« Fast »). L'indice MAX indique qu'il s'agit de la valeur maximale s'étant produite durant l'intervalle de mesure.

#### 3.3 Série de mesure

Ensemble de mesures prises consécutivement sur un même site, le même jour, par les mêmes opérateurs et dans des conditions similaires.

#### 3.4 Régime moteur, vitesse du moteur

Vitesse de rotation du moteur exprimée en tours par minute (tr/min, « rpm »). Le régime moteur constant est un régime moteur où la vitesse de rotation est maintenue à une valeur fixe durant la prise de mesure. Le régime moteur variable est un régime moteur où la vitesse est augmentée progressivement jusqu'à une valeur finale prédéterminée durant la prise de mesure. Le régime moteur ralenti est le régime qui s'établit lorsque le moteur est mis en marche et que le contrôle des gaz n'est pas actionné.

#### 3.5 Calibration du sonomètre

La calibration du sonomètre est une opération consistant à appliquer un appareil appelé calibreur sur le microphone du sonomètre afin de vérifier (vérification de la calibration) ou de régler (calibration) la justesse du sonomètre. Un calibreur typique installé sur un microphone produit un son d'une fréquence de 1000 hertz à un niveau de  $94 dB_A$ . Le sonomètre indiquera cette valeur s'il est muni d'un microphone de type *incidence aléatoire* (« *random incidence* »). Si le sonomètre est muni d'un microphone de type *champ libre* (« *free field* »), il indiquera  $93,85 dB_A$ .

## 4 Instrumentation

L'instrumentation suivante doit être utilisée :

- 4.1 Un sonomètre conforme à la norme CEI 61672-1 : 2002 ou à la norme ANSI S1.4-1983 (R2006). Les sonomètres doivent être de classe 1 (selon CEI 61672-1) ou de type 1 ou de type 2 (selon ANSI S1.4). Les sonomètres de classe 2 (selon CEI 61672-1) ne doivent pas être utilisés pour le contrôle routier dans le cadre de l'application de lois ou de règlements. Les appareils de classe 1 ou de type 1 doivent être privilégiés.

Le sonomètre doit disposer de la pondération fréquentielle « A » et de la pondération temporelle « F » (rapide).

Le sonomètre doit avoir la capacité de mémoriser la valeur maximale se produisant durant l'intervalle de mesure.

- 4.2 Un câble de rallonge recommandé par le fabricant du sonomètre pour raccorder le microphone au sonomètre.
- 4.3 Un trépied pour maintenir le microphone lors de la prise de mesure.
- 4.4 Un écran anti-vent (boule anti-vent) recommandé par le fabricant et n'affectant pas la réponse du microphone de plus de  $\pm 1$  dB pour les fréquences entre 63 et 4000 Hz et pas plus de  $\pm 1,5$  dB pour les fréquences entre 4000 et 10000 Hz.
- 4.5 Un calibre acoustique de classe 1 permettant d'étalonner le sonomètre et répondant à la norme CEI 60942 : 2003 ou à la norme ANSI S1.40-2006. Les pistophones ne doivent pas être utilisés comme moyen de calibration pour répondre à cette norme. La calibration interne des appareils ne doit pas être utilisée comme moyen de calibration pour répondre à cette norme.
- 4.6 Un tachymètre permettant la mesure externe de la vitesse de rotation du moteur ayant une précision de  $\pm 3\%$  à la vitesse d'essai. Le tachymètre peut utiliser un moyen mécanique, électromagnétique ou acoustique pour prendre la mesure. Le tachymètre de la motocyclette peut être utilisé (voir l'Article 6.1.8).
- 4.7 Un anémomètre pour la mesure de la vitesse du vent, ayant une précision d'au moins  $\pm 10\%$ .

## 5 Site d'essai et environnement d'essai

Le site d'essai et les conditions environnementales durant l'essai doivent répondre aux exigences suivantes.

- 5.1 Le site doit être plat et dégagé de tout obstacle réfléchissant (ex. : véhicules, chaînes de trottoir, panneaux de signalisation, bâtiments, talus, arbres, personnes, animaux) sur une distance d'au moins 2,5 m de la motocyclette et du microphone (voir Annexe A, *Figure A.1*). L'opérateur et un assistant peuvent être dans cette zone si nécessaire. Les essais ne doivent pas être faits à l'intérieur.
- 5.2 Le sol de la zone d'essai doit être pavé (asphalte ou béton) ou fait de terre battue. Il doit être exempt de matière meuble (terre meuble ou sablonneuse), d'herbe ou d'autres matières.
- 5.3 Le sol doit être horizontal. La pente moyenne ne doit pas dépasser 40 mm/m (4% ou 2,3 degrés).
- 5.4 L'espace au-dessus du site d'essai doit être dégagé (pas de branches d'arbre ou de structures). Les essais ne doivent pas être faits à l'intérieur.
- 5.5 La vitesse du vent, incluant les rafales, mesurée à une hauteur entre 1,5 m et 2 m du sol, ne doit pas excéder 10 m/s (36 km/h) durant les prises de mesure.
- 5.6 La température de l'air doit se situer entre 5°C et 35°C<sup>1</sup>.
- 5.7 L'humidité relative doit se situer entre 25% et 90%<sup>1</sup>.
- 5.8 Le niveau de pression acoustique pondéré A du bruit de fond ambiant, incluant les effets du vent, doit être d'au moins 10 dB<sub>A</sub> sous le niveau du bruit à mesurer.
- 5.9 Si l'opérateur ou un assistant doivent se tenir près de la motocyclette lors de la prise de mesure, ceux-ci doivent se placer le plus loin possible du microphone et, de préférence, du côté de la motocyclette opposé à celui où se trouve le microphone.

---

<sup>1</sup> Les prévisions météorologiques peuvent être utilisées pour évaluer si la température et l'humidité relative sont adéquates pour les essais. Au besoin, des mesures peuvent être prises pour s'assurer que ces limites ne sont pas dépassées.

## 6 Procédures et mesurage

### 6.1 Conditions générales d'essai

- 6.1.1 Le moteur de la motocyclette doit être à sa température normale de marche durant l'essai (moteur réchauffé).
- 6.1.2 Le motocycliste doit être assis sur sa motocyclette et la maintenir verticale et stable. S'il ne peut seul garder cette position, un assistant peut l'aider en se plaçant du côté opposé au microphone et vers l'avant de la motocyclette si possible. Les freins peuvent être appliqués durant l'essai pour aider à garder la motocyclette immobile. Si nécessaire, un support peut être utilisé pour aider à maintenir la motocyclette verticale.
- 6.1.3 La motocyclette doit être au neutre durant l'essai.
- 6.1.4 Si la motocyclette est munie d'un système de réglage pouvant affecter les émissions sonores, le système doit être réglé dans la position donnant le bruit maximum.
- 6.1.5 La justesse du sonomètre doit être vérifiée avec le calibreur acoustique immédiatement avant la prise d'une série de mesures<sup>1</sup>. Si la valeur affichée par le sonomètre diffère de plus de 0,2 dB<sub>A</sub> de la valeur du calibreur, effectuer un calibrage ou le réglage du sonomètre. La calibration du sonomètre doit être vérifiée au moins une fois par heure. La calibration du sonomètre doit aussi être vérifiée immédiatement à la fin d'une série de mesures. Les mesures entre deux vérifications sont valides si un ajustement de moins de 0,5 dB<sub>A</sub> est requis.
- 6.1.6 Le microphone doit être placé derrière l'échappement à une distance de 50 cm  $\pm$  2 cm du point de référence du tuyau d'échappement (voir Annexe A, *Figure A.2*), à la même hauteur que le point de référence  $\pm$  2 cm si ce point est à plus de 20 cm du sol ou à 20 cm du sol autrement, sur une ligne imaginaire faisant un angle de 45°  $\pm$  10° par rapport à l'axe longitudinal de la motocyclette. Le microphone doit pointer vers le point de référence (peu importe le type de microphone). Le microphone doit être supporté par le trépied et aucun accessoire ayant servi à positionner le microphone par rapport à l'échappement ne doit être laissé en place (corde, règle, équerre, etc.). L'écran anti-vent doit être installé sur le microphone pour la prise de mesure.

S'il y a plus d'un tuyau d'échappement d'un même côté de la motocyclette, voir la *Figure A.3* de l'Annexe A pour déterminer quel tuyau d'échappement utiliser pour la mesure.

---

<sup>1</sup> Une série de mesures est un ensemble de mesures prises avec le même appareil, sur le même site, le même jour, par les mêmes opérateurs et dans les mêmes conditions générales. Cet ensemble de mesures peut inclure différentes motocyclettes (différents véhicules).

La *Figure A.4* de l'Annexe A donne des indications sur le choix du point de référence à utiliser sur le tuyau d'échappement en fonction de sa géométrie.

- 6.1.7 Le sonomètre doit être réglé sur l'échelle de pondération fréquentielle A et sur l'échelle de pondération temporelle rapide (F). Il doit être utilisé dans un mode de mesure permettant la mémorisation de la valeur maximale du niveau de pression acoustique ( $LAF_{MAX}$ ) sur la période de mesure prévue.
- 6.1.8 Lorsque le tachymètre de la motocyclette est utilisé, l'opérateur ou un assistant doit en faire la lecture durant l'essai. Cette personne doit se placer du côté opposé au microphone, tel que décrit à l'Article 5.9.
- 6.1.9 Si la motocyclette est munie d'un tuyau d'échappement de chaque côté, une mesure doit être prise de chaque côté. Le niveau de pression acoustique mesuré le plus élevé est celui à retenir. Si le niveau mesuré du premier côté dépasse la limite admissible, il n'est pas nécessaire de tester le second côté.
- 6.1.10 Réaliser l'essai avec moteur à vitesse constante tel que décrit à la Section 6.2.

## 6.2 Essais avec moteur à vitesse constante

- 6.2.1 Amener le moteur de la motocyclette à la vitesse de rotation prescrite pour l'essai (voir *Tableau 1*) et le maintenir à ce régime de rotation durant la prise de mesure. Un minimum de 2 secondes est requis.

Tableau 1 Régime moteur prescrit pour le contrôle routier des motocyclettes

Nombre de cylindres du moteur	Régime moteur
Moteurs à 1 ou 2 ou 6 cylindres	2500 rpm ( $\pm 250$ rpm)
Moteurs à 3 ou 4 cylindres	5000 rpm ( $\pm 250$ rpm)

S'il n'est pas possible de maintenir le régime moteur de façon stable, utiliser l'essai à vitesse variable (Annexe B.1).

- 6.2.2 Effectuer la mesure du niveau de pression acoustique. La mesure doit être prise sur une durée minimum de 1 seconde durant le fonctionnement stable du moteur. La valeur  $LAF_{MAX}$  durant cette période de 1 seconde est la valeur du niveau de pression acoustique émise par le tuyau d'échappement.
- 6.2.3 Si la mesure obtenue est à 2  $dB_A$  ou moins de la limite permise ou supérieure à celle-ci, faire une seconde mesure<sup>1</sup>. L'écart maximum entre les deux mesures doit être d'au plus 1,0  $dB_A$  pour considérer l'essai comme valide. Les deux mesures peuvent être prises en maintenant le régime moteur sur une période suffisamment longue ou en refaisant la procédure après avoir ramené le moteur au régime ralenti.

S'il s'avère impossible d'avoir cette précision après plusieurs mesures, utiliser l'essai à vitesse variable (Annexe B.1).

<sup>1</sup> Il est recommandé, mais non obligatoire, de vérifier la calibration entre les deux mesures ou immédiatement après la prise des deux mesures si celles-ci sont prises sans interruption du régime du véhicule afin de s'assurer qu'elles sont valides. Si la vérification du sonomètre montre un écart de plus de 0,5 dB par rapport à la dernière vérification réalisée, calibrer ou ajuster le sonomètre et refaire deux mesures.

## 7 Résultat des mesurages

- 7.1 Le résultat des mesurages est le niveau de pression acoustique maximal  $LAF_{MAX}$  si une seule mesure est prise (Article 6.2.2) ou la valeur maximale des deux mesures si deux mesures sont prises (Article 6.2.3). Le résultat est arrondi au 0,1  $dB_A$  près.

Si l'essai à vitesse variable (Annexe B.1) ou l'essai au ralenti (Annexe B.2) a dû être utilisé, se référer à l'Annexe correspondante pour le résultat du mesurage et son interprétation.

## 8 Interprétation des résultats

- 8.1 Contrôle routier et application de lois et règlements sur le niveau de bruit.

<b>Limite prescrite pour toutes les motocyclettes testées en régime moteur constant ou variable</b>	<b>100 <math>dB_A</math></b>
-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------	------------------------------

- 8.2 Autres applications.

Le résultat des mesurages déterminé à l'Article 7.1 doit être utilisé tel quel pour toute autre application.

## 9 Rapport

Les données suivantes doivent être notées dans le rapport de mesure.

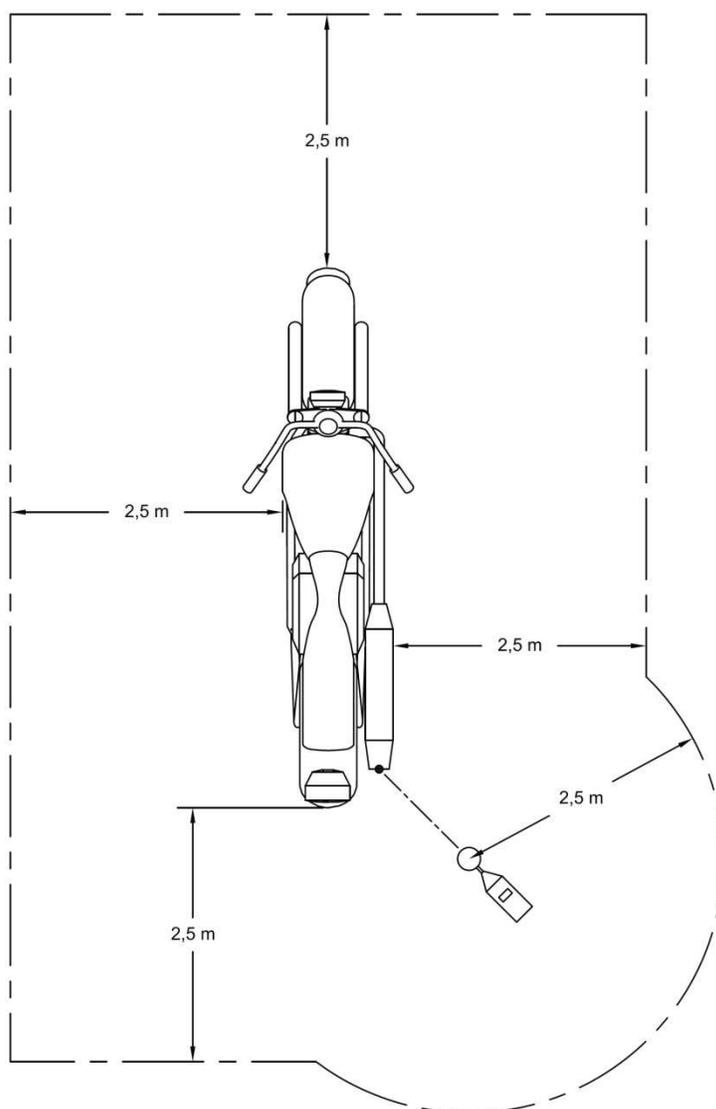
- 9.1 L'identification de la motocyclette (numéro de série ou immatriculation), la marque, le modèle et l'année, le nombre de cylindres et sa cylindrée.
- 9.2 Le niveau de pression acoustique maximal obtenu en 7.1.
- 9.3 La procédure utilisée : vitesse constante (Section 6.2), vitesse variable (Annexe B.1) ou ralenti (Annexe B.2).
- 9.4 La vitesse de rotation du moteur durant les mesures (sauf le ralenti) et le moyen de mesure utilisé.
- 9.5 L'indication si le niveau de pression acoustique dépasse ou non la limite permise, tel que décrit à l'Article 8.1 ou à l'Article B.2.5.
- 9.6 La vitesse maximale du vent.
- 9.7 Le niveau de pression acoustique ( $dB_A$ ) du bruit ambiant sur le site de mesure durant les mesures.
- 9.8 La température et l'humidité relative de l'air si ces mesures ont été prises.

## Annexe A

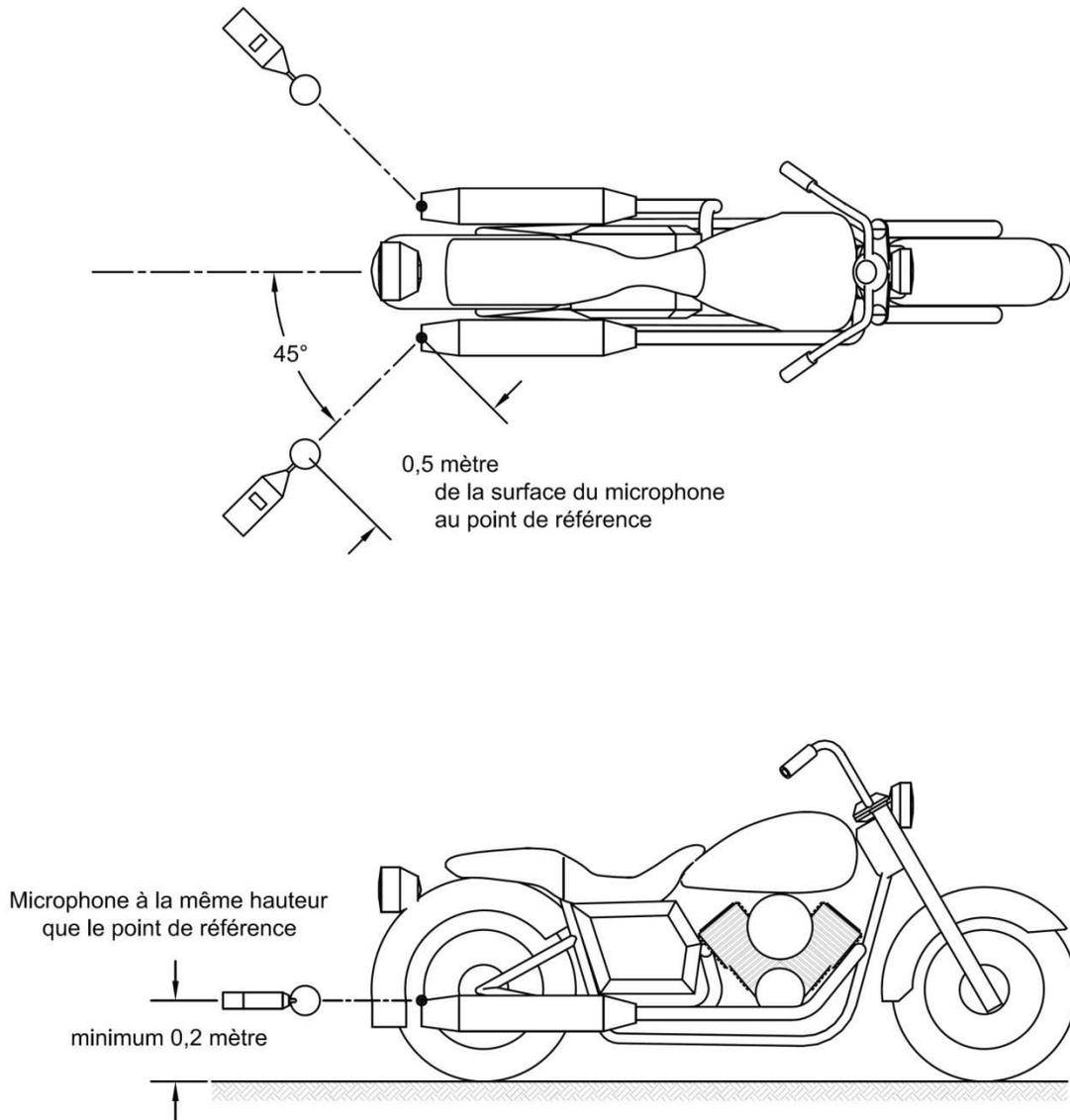
(Annexe normative)

Illustrations montrant les dégagements à respecter, la position du microphone par rapport à la motocyclette, le tuyau d'échappement à choisir pour les mesures, et la position du point de mesure sur le tuyau d'échappement.

**Figure A.1 : Dégagements à respecter autour de la motocyclette et du microphone.**

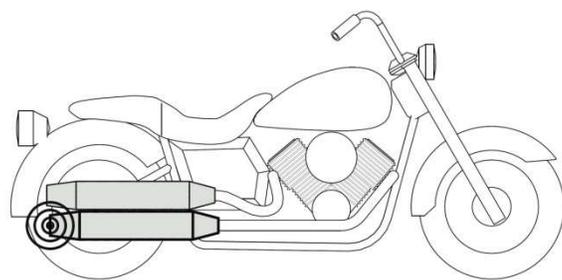
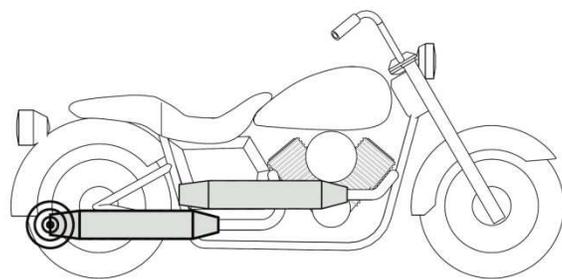
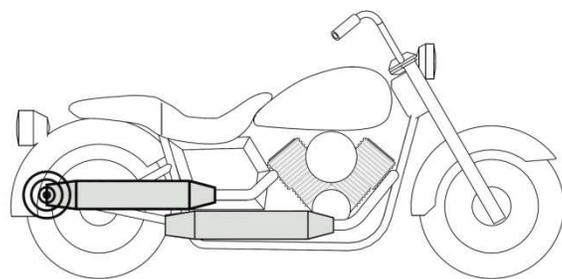
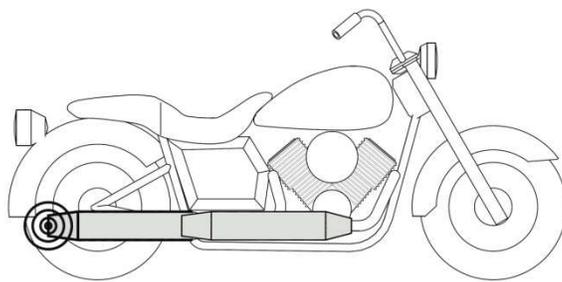


**Figure A.2 : Position du microphone par rapport au tuyau d'échappement.**



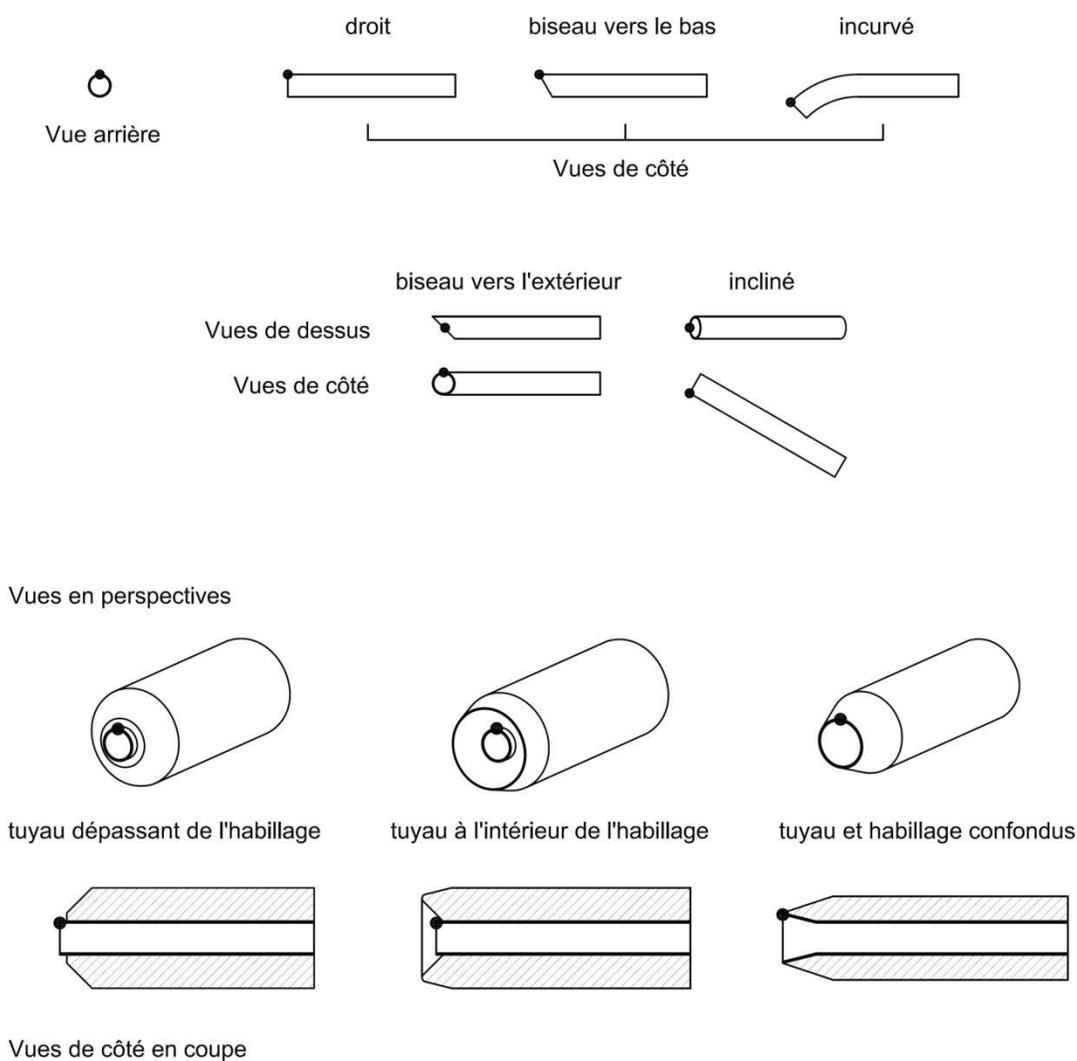
**Figure A.3 : Tuyau d'échappement à choisir lorsque plusieurs sorties sont du même côté.**

Règle générale, choisir le tuyau d'échappement le plus à l'arrière. Lorsque les deux tuyaux d'échappement sont approximativement à la même position, choisir le tuyau d'échappement le plus bas des deux. Le second tuyau d'échappement ne doit pas être à moins de 50 cm du microphone.



**Figure A.4 : Point de référence à utiliser sur les tuyaux d'échappement pour prendre les mesures de distances.**

Règle générale, le point de référence à utiliser est le point le plus haut sur le pourtour du tuyau d'échappement, au-dessus du centre de l'ouverture de l'échappement (voir la *Vue arrière*), sans tenir compte de l'habillage autour du tuyau d'échappement lui-même. Le point de référence doit être choisi de sorte à ce que le centre de l'ouverture du tuyau d'échappement ne soit pas à moins de 50 cm du microphone.



## Annexe B – Méthodes alternatives d'essai

(Annexe normative)

Cette Annexe donne deux méthodes alternatives pour les cas où la méthode avec régime moteur constant décrite à la Section 6.2 ne peut être utilisée. La Section B.1 présente la méthode à régime moteur variable à utiliser lorsqu'il est impossible de maintenir un régime moteur constant stable. La Section B.2 présente la méthode avec régime moteur au ralenti à utiliser lorsque la méthode à vitesse variable décrite à la Section B.1 ne donne pas de résultats concluants.

### B.1 Essais avec moteur à vitesse variable

Cet essai ne doit être réalisé que lorsque l'essai avec moteur à vitesse constante (Section 6.2) n'est pas réalisable de manière concluante.

B.1.1 Lancer la prise de mesure du niveau de pression acoustique lorsque le moteur de la motocyclette tourne au ralenti et régler le sonomètre de telle sorte qu'il mesure en continu jusqu'à la fin de l'essai.

B.1.2 À partir du régime ralenti, amener de façon progressive le moteur à la vitesse de rotation prescrite, sans dépasser la limite maximale établie. L'augmentation de la vitesse doit se faire sur une durée d'au moins 2 secondes. Réduire progressivement le régime moteur par la suite.

B.1.3 Arrêter la prise de mesure du sonomètre. Noter le niveau de pression acoustique maximal atteint durant la période de prise de mesure ( $LAF_{MAX}$ ).

B.1.4 Si la mesure obtenue est à 2  $dB_A$  ou moins de la limite permise ou supérieure à celle-ci, faire une seconde mesure<sup>1</sup>. L'écart maximum entre les deux mesures doit être d'au plus 1,0  $dB_A$  pour considérer l'essai valide. Ramener le moteur au régime ralenti entre deux mesures.

S'il s'avère impossible d'avoir cette précision après plusieurs mesures, utiliser l'essai au ralenti (Section B.2).

---

<sup>1</sup> Il est recommandé, mais non obligatoire, de vérifier la calibration entre les deux mesures afin de s'assurer qu'elles sont valides. Si la vérification du sonomètre montre un écart de plus de 0,5 dB par rapport à la dernière vérification réalisée, calibrer ou ajuster le sonomètre et refaire deux mesures.

B.1.5 Le résultat des mesurages est le niveau de pression acoustique maximal  $LAF_{MAX}$  si une seule mesure est prise (Article B.1.3), ou la valeur maximale des deux mesures si deux mesures sont prises (Article B.1.4). Le résultat est arrondi au 0,1 dB<sub>A</sub> près.

B.1.6 L'interprétation des résultats se fait conformément aux articles de la Section 8.

## B.2 Essais avec moteur au ralenti (« idle »)

Cet essai ne doit être réalisé que lorsque l'essai avec moteur à vitesse variable (Section B.1) n'a pu être réalisé de manière concluante.

B.2.1 Laisser le moteur tourner au ralenti en maintenant la motocyclette immobile. La motocyclette peut être sur sa béquille.

B.2.2 Effectuer la mesure du niveau de pression acoustique. La mesure doit être prise sur une durée minimum de 1 seconde. La valeur  $LAF_{MAX}$  durant cette période de 1 seconde est la valeur du niveau de pression acoustique émise par le tuyau d'échappement au régime ralenti.

B.2.3 Si la mesure obtenue est à 2 dB<sub>A</sub> ou moins de la limite permise (voir Article B.2.5) ou supérieure à celle-ci, faire une seconde mesure<sup>1</sup>. L'écart maximum entre les deux mesures doit être d'au plus 1,0 dB<sub>A</sub> pour considérer l'essai valide.

B.2.4 Le résultat des mesurages est le niveau de pression acoustique maximal  $LAF_{MAX}$  si une seule mesure est prise (Article B.2.2), ou la valeur maximale des deux mesures si deux mesures sont prises (Article B.2.3). Le résultat est arrondi au 0,1 dB<sub>A</sub> près.

B.2.5 Interprétation pour le contrôle routier et l'application de lois et règlements sur le niveau de bruit :

Le résultat ne doit pas dépasser la limite prescrite de 92 dB<sub>A</sub> pour l'essai au ralenti.

<b>Limite prescrite pour toutes les motocyclettes testées en régime moteur ralenti</b>	<b>92 dB<sub>A</sub></b>
------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------

<sup>1</sup> Il est recommandé, mais non obligatoire, de vérifier la calibration entre les deux mesures afin de s'assurer qu'elles sont valides. Si la vérification du sonomètre montre un écart de plus de 0,5 dB par rapport à la dernière vérification réalisée, calibrer ou ajuster le sonomètre et refaire deux mesures.

## Annexe C – Informations techniques

(Annexe informative)

### C.1 Définition du niveau de pression acoustique et du décibel (dB)

Le niveau de pression acoustique se définit par l'équation mathématique :

$$L_p = 10 \log \left( \frac{p}{p_{ref}} \right)^2 = 20 \log \frac{p}{p_{ref}}$$

où  $p$  est la pression de l'onde sonore et  $p_{ref}$  est la pression de référence et vaut  $2 \times 10^{-5}$  Pa (20  $\mu$ Pa). La pression de référence correspond à un niveau sonore tout juste perceptible à une fréquence de 1000 Hz. La lettre  $L$  utilisée pour représenter le niveau de pression acoustique vient de l'anglais « Level ». L'indice  $P$  indique un niveau de pression. Cet indice est souvent omis.

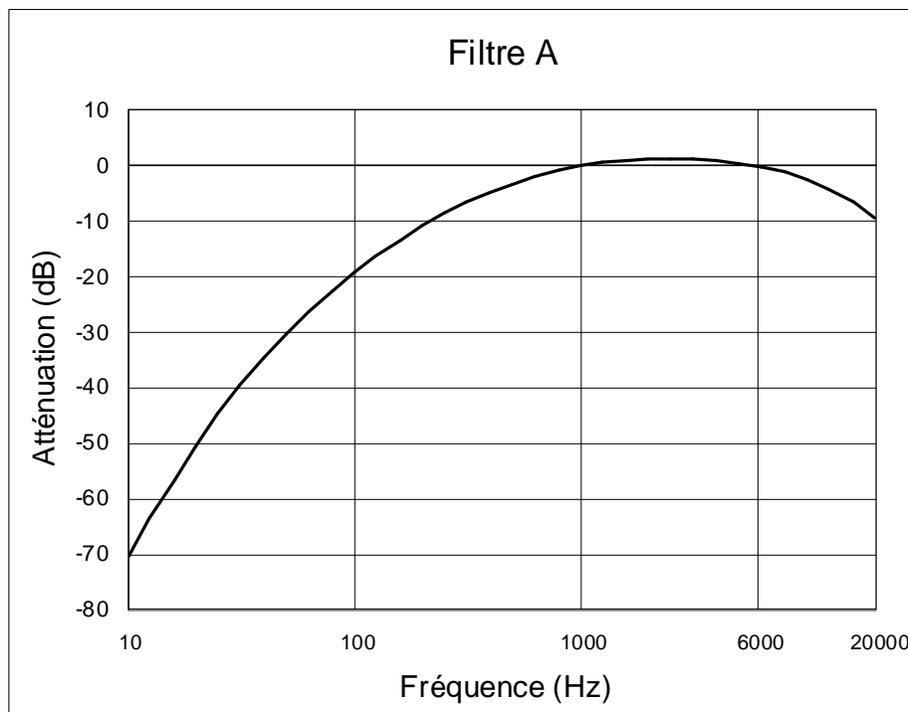
L'unité de base utilisée est le Bel. Cette unité indique que l'on utilise le logarithme pour exprimer le résultat. Afin de faciliter la lecture des résultats, on utilise en pratique le décibel (dB), tout comme on utilise le centimètre plutôt que le mètre pour les petites longueurs. L'échelle des sons s'étend de 0 dB à 140 dB environ. Un son au seuil de l'audition aura un niveau de 0 dB. Le seuil de la douleur et de perte d'audition se situe à 140 dB. Il faut une différence d'environ 1 dB entre deux sons pour percevoir que l'un est plus fort que l'autre. Le tableau suivant donne quelques exemples typiques.

dB	
140	Seuil de la douleur
120	Décollage d'un jet à 500 m
100	Marteau pneumatique, sirène, tondeuse
80	Voiture à 15 m, rue passante
60	Bureaux, bruit ambiant extérieur (quartier calme)
40	Bibliothèque, bureau privé
20	Bruissement de feuilles à 20 m (vent très léger)
0	Seuil de l'audition

Le niveau de pression acoustique diffère de la puissance acoustique et de l'intensité acoustique qui sont aussi des grandeurs exprimées en décibels.

## C.2 Réponse en fréquence de l'oreille

L'oreille humaine peut percevoir des sons allant de 16 Hz à 16 kHz (un hertz est une oscillation par seconde). L'oreille répond différemment à la pression acoustique en fonction de la fréquence. Dans les basses fréquences et dans les hautes fréquences, une même pression acoustique donne l'impression d'être plus faible qu'à une fréquence moyenne. Pour reproduire cet effet, une pondération fréquentielle est appliquée pour modifier le son et le rendre comparable à ce qui est entendu par l'oreille avant d'en calculer le niveau de pression acoustique. La pondération correspondant à l'audition humaine pour les sons de faible intensité, ayant comme base de comparaison un son de 40 dB à 1000 Hz, est appelée *pondération fréquentielle A*. Cette pondération est réalisée par un filtre. L'utilisation de la lettre *A* dans le nom de la variable *niveau de pression acoustique* ( $L_{AF}$ ,  $L_{AS}$ ,  $L_{Aeq}$ ) ou dans les unités ( $dB_A$ ,  $dB_A$ ) fait directement référence au fait que le son a été pondéré avec un filtre A. Cette pondération fréquentielle est largement utilisée. La figure ci-dessous montre les atténuations (valeurs négatives) du filtre A, la fréquence de 1000 Hz (1 kHz) étant la référence.



### C.3 Addition de décibels

Le niveau de pression acoustique total, en décibels, résultant de la somme de deux sources sonores indépendantes se calcule avec la formule suivante :

$$L_{tot} = 10 \log(10^{L_1/10} + 10^{L_2/10})$$

où  $L_1$  et  $L_2$  sont les niveaux de pression acoustique, en décibels, des deux sources.

Le tableau suivant permet de calculer facilement la somme de deux sources à partir de la différence ( $L_1 - L_2$ ) de niveau de pression acoustique entre les deux sources. La source dont le niveau sonore est le plus élevée est  $L_1$ . Le niveau total se calcule avec :

$$L_{tot} = L_1 + \Delta$$

$L_1 - L_2$ (dB)	0	1	2	3	4	5	6	8	10	15	20	25
$\Delta$ (dB)	3,01	2,54	2,12	1,76	1,46	1,19	0,97	0,64	0,41	0,14	0,04	0,01

Exemple : Addition de deux sources dont les niveaux sont  $L_1 = 90 \text{ dB}_A$  et  $L_2 = 88 \text{ dB}_A$ .

D'après le tableau, pour une différence de 2 dB,  $\Delta = 2,12 \text{ dB}$ ;

le niveau total est donc  $L_{tot} = 90 + 2,12 = 92,12 \text{ dB}_A$ .

### C.4 Influence du bruit ambiant

Lors de la prise de mesure, le bruit ambiant agit comme une deuxième source sonore. La règle d'addition ci-dessus s'applique. L'écart de  $10 \text{ dB}_A$  requis entre le niveau mesuré et le bruit de fond permet de s'assurer que ce dernier ne contribue pas pour plus de  $0,41 \text{ dB}_A$  à la valeur mesurée.

### C.5 Variation du niveau de pression acoustique avec la distance

En s'éloignant de la source sonore, l'énergie des ondes de pression se disperse et il en résulte une diminution du niveau de pression acoustique. Pour une source ponctuelle, on observe une diminution de 6 dB lorsque l'on double la distance. À proximité d'une motocyclette, la diminution du niveau de pression acoustique est de l'ordre de 4 dB lorsque la distance est doublée.

## C.6 Certification des appareils

La conformité des sonomètres aux exigences de la norme CEI 61672-1 : 2002 ou à celles de la norme ANSI S1.4-1983 (R2006), de même que la conformité des calibreurs acoustiques aux exigences de la norme CEI/IEC 60942 : 2003 ou à celles de la norme ANSI S1.40-2006 doivent être vérifiées par l'existence d'un certificat de conformité valide. Les essais de vérification de conformité des appareils doivent avoir été réalisés durant les 24 mois précédant l'utilisation de l'appareil dans le cas des sonomètres et durant les 12 derniers mois dans le cas des calibreurs acoustiques. Tous les essais de conformité des appareils doivent être réalisés par un laboratoire autorisé à effectuer des calibrations traçables.

## C.7 Caractéristiques des sonomètres

Un sonomètre est un appareil comportant un microphone, un ensemble de circuits électriques pour l'amplification et le traitement du signal reçu (traitement analogique) ou des dispositifs pour le traitement numérique et pour le calcul de grandeurs particulières, ainsi qu'un moyen d'affichage des résultats.

Les sonomètres disposent de différentes pondérations fréquentielles (A, C, Z), de différentes pondérations temporelles (F, S) et de différents modes de prises de mesure. Cette section décrit certaines de ces caractéristiques.

Les pondérations fréquentielles permettent de modifier le son pour reproduire différentes caractéristiques auditives. La pondération fréquentielle A reproduit l'audition humaine, tel que présenté à la Section C.2. La pondération fréquentielle C est approximativement plate entre 63 et 4000 Hz. On l'utilise entre autres pour mesurer les niveaux de pression acoustique crête (« peak ») et pour spécifier les protections auditives. La pondération fréquentielle Z (aussi appelée pondération plate ou linéaire) laisse le son inchangé.

Les pondérations temporelles sont utilisées pour générer un lissage des fluctuations instantanées du signal sonore en appliquant un filtre exponentiel afin de faciliter la lecture sur les appareils. La pondération temporelle S (lente, « Slow ») utilise une constante de temps de 1 seconde et est utile lorsqu'on désire une estimation moyenne d'un son fluctuant. Elle est utilisée, par exemple, pour le mesurage des doses de bruit. La pondération temporelle F (rapide, « Fast ») utilise une constante de temps de 0,125 seconde. Elle permet de mieux suivre les fluctuations des sons que la pondération S. On utilise généralement la pondération F pour mesurer le bruit des véhicules, de la machinerie, etc.

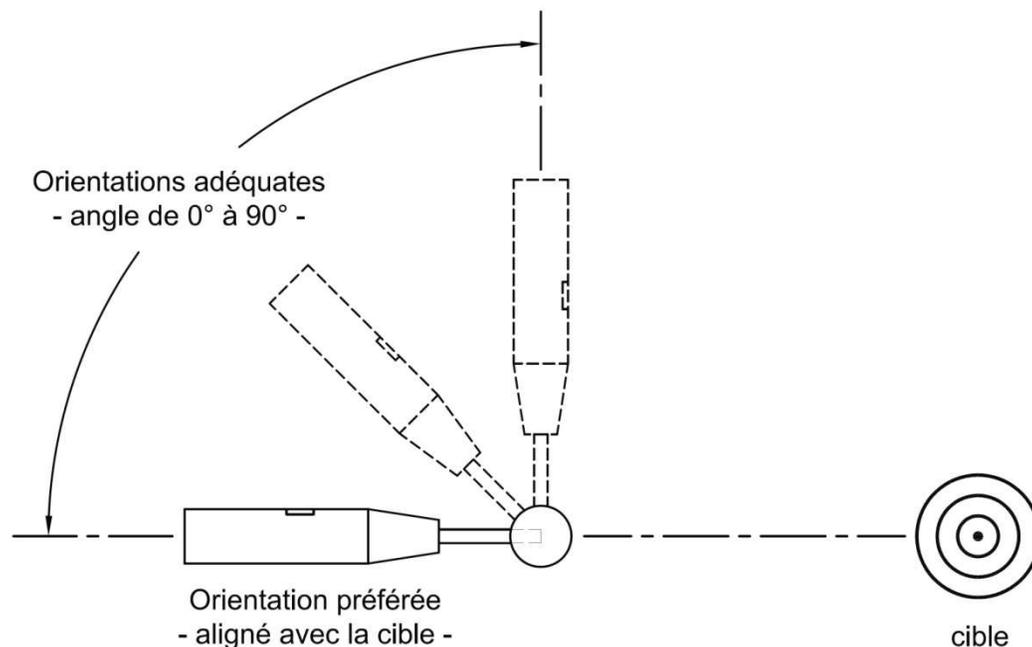
Finalement, différents modes de prises de mesures sont disponibles sur les appareils. L'affichage en continu (incluant le mode SPL) donne une lecture de la valeur instantanée, moyenne ou maximale, selon l'appareil ou le réglage choisi, avec un rafraîchissement de 0,5 à 1 seconde. La

valeur affichée peut être pondérée (A, C, Z, et F ou S). Les utilisateurs choisissent souvent la pondération S pour réduire les variations de l'affichage, mais ceci a pour conséquence de modifier la valeur mesurée lorsque le son est très variable (effet de lissage). La plupart des appareils proposent aussi la mémorisation des valeurs maximales et minimales s'étant produites durant une période donnée. La valeur  $LAF_{MAX}$ , par exemple, est le niveau de pression acoustique maximal mesuré par l'appareil avec la pondération fréquentielle A et la pondération temporelle F. La période de mesurage peut être réglée. Cette valeur est souvent utilisée pour la mesure du bruit des véhicules et des machines. De la même manière, on peut obtenir une mesure de la valeur moyenne durant une période donnée. Cette mesure est appelée niveau équivalent de pression acoustique et est habituellement pondérée A et F,  $L_{Aeq}$ . Elle permet de tenir compte de bruits ponctuels ou de bruits variant grandement durant la période de mesure. Cette mesure est souvent ramenée à l'équivalent d'un bruit constant durant une seconde pour fins de comparaison et d'application de normes. Un dernier mode courant permet la mesure de la pression acoustique instantanée crête (ou valeur pic, « peak »). Cette mesure n'est pas pondérée temporellement (aucun lissage) et est pondérée C :  $L_{C peak}$ . Cette mesure ne doit pas être confondue avec  $LAF_{MAX}$ .  $L_{C peak}$  peut facilement être supérieure à  $LAF_{MAX}$  par 20 à 30 dB<sub>A</sub>.

### C.8 Orientation de l'axe du microphone

Les deux types de microphones utilisés avec les sonomètres (champ libre et incidence aléatoire) diffèrent par leur conception et leurs champs d'application. Les microphones de type champ libre sont conçus pour des mesures où il n'y a pas de réverbération (à l'extérieur sur un terrain dégagé, à l'intérieur dans une chambre anéchoïque). Les microphones de type incidence aléatoire sont conçus pour des mesures dans un champ acoustique réverbéré ou un champ acoustique avec sources multiples (usine, salle avec réverbération). Les deux types de microphones sont omnidirectionnels. Leur réponse est plate pour une orientation de leur axe, par rapport à la cible, entre  $0^\circ$  et  $90^\circ$  pour des fréquences inférieures à 3 kHz. Les émissions sonores des tuyaux d'échappement des motocyclettes proviennent à 90% de leur contenu fréquentiel sous les 3 kHz. En conséquence, l'axe du microphone n'a pas besoin d'être parfaitement aligné avec la cible.

Compte-tenu des caractéristiques des microphones, qu'ils soient de type *champ libre* ou de type *incidence aléatoire*, et compte-tenu des caractéristiques des émissions sonores des tuyaux d'échappement des motocyclettes, l'axe du microphone n'a pas besoin d'être parfaitement aligné avec la cible.



### **C.9 Incertitude de mesure**

Un ensemble de facteurs influencent la précision de la mesure en ajoutant une certaine variabilité au processus de mesurage appelée incertitude de mesure. Selon la norme ISO 5130, l'incertitude de mesure pour le type de mesures décrites dans la présente norme est inférieure à 1,9 dB.