
**Acoustique — Méthode de mesurage
de l'influence des revêtements de
chaussées sur le bruit émis par la
circulation —**

**Partie 2:
Méthode de proximité immédiate**

iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

*Acoustics — Measurement of the influence of road surfaces on
traffic noise —*

Part 2: The close-proximity method

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/65bafa05-5173-4da4-84a6-107c295c4a4d/iso-11819-2-2017>



iTeh STANDARD PREVIEW
(standards.iteh.ai)

ISO 11819-2:2017

<https://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/65bafa05-5173-4da4-84a6-107c295c4a4d/iso-11819-2-2017>



DOCUMENT PROTÉGÉ PAR COPYRIGHT

© ISO 2017

Tous droits réservés. Sauf prescription différente ou nécessité dans le contexte de sa mise en oeuvre, aucune partie de cette publication ne peut être reproduite ni utilisée sous quelque forme que ce soit et par aucun procédé, électronique ou mécanique, y compris la photocopie, ou la diffusion sur l'internet ou sur un intranet, sans autorisation écrite préalable. Une autorisation peut être demandée à l'ISO à l'adresse ci-après ou au comité membre de l'ISO dans le pays du demandeur.

ISO copyright office
Case postale 401 • Ch. de Blandonnet 8
CH-1214 Vernier, Geneva
Tél.: +41 22 749 01 11
Fax: +41 22 749 09 47
E-mail: copyright@iso.org
Web: www.iso.org

Publié en Suisse

Sommaire

Page

Avant-propos.....	v
Introduction.....	vi
1 Domaine d'application	1
2 Références normatives	2
3 Termes et définitions	2
3.1 Définitions relatives aux routes et chaussées.....	2
3.2 Méthodes et équipements de mesure.....	3
3.3 Grandeurs acoustiques et symboles.....	3
3.4 Symboles utilisés pour les termes correctifs.....	4
4 Symboles et abréviations	5
5 Principe de mesure	6
6 Instruments de mesure	7
6.1 Mesurage du niveau sonore.....	7
6.2 Analyse fréquentielle.....	7
6.3 Étalonnage acoustique.....	7
6.4 Mesurage de la vitesse des véhicules.....	8
6.5 Suivi de position.....	8
6.6 Mesurage de la température.....	8
6.7 Mesurage de la charge des pneumatiques.....	8
6.8 Mesurage de la pression de gonflage.....	8
6.9 Vérification du système de mesure et des instruments de mesure.....	8
7 Sites d'essai	8
8 Conditions météorologiques	9
8.1 Vent.....	9
8.2 Température et autres questions relatives aux conditions météorologiques.....	9
9 Véhicule d'essai	9
9.1 Conception générale.....	9
9.2 Positions et installation des microphones.....	10
9.3 Exigences de performance et conformité du véhicule d'essai.....	12
9.4 Pneumatiques de référence.....	12
9.5 Dureté de la gomme des pneumatiques.....	12
9.6 Montage des pneumatiques.....	12
9.7 Rodage des pneumatiques.....	13
10 Mode opératoire de mesure	13
10.1 Préparations en vue des mesurages.....	13
10.2 Mesurage du son.....	13
10.3 Mode opératoire pour l'étude d'une zone d'essai type.....	13
10.4 Nombre minimal de passages pour des zones d'essai très courtes.....	14
10.5 Position latérale sur la route.....	14
10.6 Position longitudinale sur la route.....	14
10.7 Prise en compte du bruit parasite.....	14
10.8 Vitesse du véhicule d'essai.....	15
10.8.1 Vitesses de référence.....	15
10.8.2 Vitesse d'essai et écarts acceptables.....	15
10.9 Charges des pneumatiques.....	15
10.10 Gonflage des pneumatiques.....	15
10.11 Mesurage de la température.....	15
10.11.1 Généralités.....	15
10.11.2 Température de l'air.....	16
10.11.3 Température du revêtement de chaussée (en option).....	16

10.12	Présentation et récapitulatif.....	16
11	Méthode d'analyse.....	16
11.1	Définition des étapes du processus de calcul.....	16
11.2	Résultats exprimés en tant que niveaux globaux.....	18
11.2.1	Généralités.....	18
11.2.2	Cas A.....	18
11.2.3	Cas B.....	19
11.2.4	Notation des niveaux CPX.....	19
11.3	Résultats exprimés en tant que niveaux par bande de tiers d'octave.....	19
11.3.1	Généralités.....	19
11.3.2	Cas A.....	20
11.3.3	Cas B.....	20
11.4	Correction pour l'analyse des niveaux spectraux.....	20
11.5	Variabilité acoustique.....	20
12	Évaluation de l'incertitude de mesure conformément au Guide ISO/IEC 98-3.....	20
13	Répétabilité et reproductibilité: comparaison de systèmes selon l'ISO 5725-2.....	22
14	Procès-verbal de mesure.....	23
Annexe A	(normative) Certification du véhicule d'essai.....	26
Annexe B	(normative) Moyennage sur chaque tronçon de route.....	33
Annexe C	(informative) Explication détaillée de la méthode de calcul.....	35
Annexe D	(informative) Applicabilité des méthodes de l'ISO 11819.....	40
Annexe E	(informative) Lignes directrices pour la conception et l'utilisation du véhicule d'essai.....	42
Annexe F	(informative) Lignes directrices relatives aux mesurages.....	46
Annexe G	(informative) Application de la méthode CPX au contrôle de grands réseaux routiers.....	49
Annexe H	(informative) Application de la méthode CPX pour d'autres objectifs.....	52
Annexe I	(informative) Récapitulatif des paramètres de mesure.....	53
Annexe J	(informative) Validité et stabilité de la méthode.....	54
Annexe K	(informative) Incertitude de mesure.....	57
Annexe L	(informative) Revêtement de chaussée de référence.....	60
Annexe M	(informative) Calcul des indices acoustiques de proximité.....	62
Annexe N	(informative) Récapitulatif des méthodes de mesure et de traitement des données.....	63
Annexe O	(informative) Exemple de procès-verbal de mesure.....	66
Bibliographie	70

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 (IEC) en ce qui concerne la normalisation électrotechnique.

Les procédures utilisées pour élaborer le présent document et celles destinées à sa mise à jour sont décrites dans les Directives ISO/IEC, Partie 1. Il convient, en particulier de prendre note des différents critères d'approbation requis pour les différents types de documents ISO. Le présent document a été rédigé conformément aux règles de rédaction données dans les Directives ISO/IEC, Partie 2 (voir www.iso.org/directives).

L'attention est attirée 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. Les détails concernant les références aux droits de propriété intellectuelle ou autres droits analogues identifiés lors de l'élaboration du document sont indiqués dans l'Introduction et/ou dans la liste des déclarations de brevets reçues par l'ISO (voir www.iso.org/brevets).

Les appellations commerciales éventuellement mentionnées dans le présent document sont données pour information, par souci de commodité, à l'intention des utilisateurs et ne sauraient constituer un engagement.

Pour une explication de la nature volontaire des normes, la signification des termes et expressions spécifiques de l'ISO liés à l'évaluation de la conformité, ou pour toute information au sujet de l'adhésion de l'ISO aux principes de l'Organisation mondiale du commerce (OMC) concernant les obstacles techniques au commerce (OTC), voir le lien suivant: www.iso.org/avant-propos.

Le présent document a été élaboré par le comité technique ISO/TC 43, *Acoustique*, sous-comité SC 1, *Bruit*.

Une liste de toutes les parties de la série ISO 11819 se trouve sur le site Web de l'ISO.

Introduction

L'émission et la propagation du bruit émis par la circulation dépendent dans une large mesure des caractéristiques du revêtement de la chaussée, et notamment de sa texture, de sa résistance à l'écoulement et de son absorption acoustique. Tous ces paramètres exercent une influence notable sur la génération du bruit de contact pneumatique/chaussée et, de plus, l'absorption acoustique peut influencer sur la propagation du son, en particulier à proximité de la surface du revêtement. Le bruit du groupe motopropulseur, dont la hauteur de source est plus élevée que celle du bruit de contact pneumatique/chaussée, peut aussi être affecté durant sa propagation par les caractéristiques de porosité du revêtement de la chaussée. Par conséquent, en fonction des revêtements de chaussée, on relève des variations du niveau de pression acoustique pour un même trafic d'un débit et d'une composition donnés. Celles-ci peuvent atteindre jusqu'à 15 dB, ce qui n'est pas sans répercussions sur la qualité de l'environnement le long d'une route.

Il est donc important qu'une méthode normalisée permette de mesurer l'influence des caractéristiques du revêtement sur le bruit de contact pneumatique/chaussée. Dans les limites de cette méthode, la procédure décrite dans le présent document permet un classement objectif des caractéristiques des revêtements afin de satisfaire aux demandes formulées par les personnes responsables de l'aménagement et de la gestion des réseaux routiers, par les entrepreneurs de travaux publics et les fabricants des revêtements de chaussée dits «peu bruyants», ainsi que par d'autres intervenants chargés de la surveillance du bruit émis par la circulation routière.

Une méthode satisfaisant aux demandes susmentionnées, mais présentant de sérieuses limites pratiques, est décrite dans l'ISO 11819-1. Cette méthode, dite méthode statistique au passage (SPB), est conçue pour deux applications principales. Premièrement, elle peut être utilisée pour classer des revêtements représentatifs et en bon état par catégories correspondant à leur influence sur le bruit du trafic (hiérarchisation des revêtements), et, deuxièmement, elle peut être utilisée pour évaluer l'influence de différents revêtements de chaussée sur le bruit émis par la circulation sur des sites spécifiques, quels que soient leur état et leur âge. Cependant, compte tenu des exigences très strictes concernant l'environnement acoustique du site de mesure, il est généralement impossible d'utiliser cette méthode en un point donné pour réceptionner des revêtements de chaussée neufs ou ayant fait l'objet d'une réfection. De plus, la méthode SPB présente de nombreuses autres limites pratiques, qui sont décrites à l'[Annexe D](#).

La méthode spécifiée dans le présent document, associée à l'ISO/TS 11819-3, vient en complément de la méthode SPB dans les applications où cette dernière ne peut être utilisée.

Acoustique — Méthode de mesurage de l'influence des revêtements de chaussées sur le bruit émis par la circulation —

Partie 2: Méthode de proximité immédiate

1 Domaine d'application

Le présent document décrit une méthode d'évaluation de différents revêtements de chaussée en ce qui concerne leur influence sur le bruit émis par la circulation, dans des conditions où prédomine le bruit de contact pneumatique/chaussée. L'interprétation des résultats s'applique à des véhicules se déplaçant dans des conditions de circulation fluide sur des routes sensiblement planes à des vitesses constantes de 40 km/h et plus, auquel cas le bruit de contact pneumatique/chaussée est supposé prédominer (bien que dans certains pays, le bruit de contact pneumatique/chaussée peut ne pas prédominer à 40 km/h lorsque la proportion de véhicules lourds est élevée). Dans les autres conditions de conduite, où la circulation n'est pas fluide, par exemple au niveau des carrefours ou en cas de forte accélération, et aux endroits où l'on rencontre souvent des encombrements, l'influence du revêtement de la chaussée sur l'émission sonore est plus complexe. C'est également le cas pour les routes à fortes pentes longitudinales et supportant des trafics à forte proportion de véhicules lourds.

Une méthode normalisée de comparaison des caractéristiques acoustiques des revêtements de chaussée fournit aux autorités responsables du réseau routier et de l'environnement un outil leur permettant d'établir des pratiques courantes ou des limites pour l'utilisation de revêtements conformes à certains critères acoustiques. La définition de ces critères ne fait toutefois pas l'objet du présent document.

L'ISO 11819-1 définit une autre méthode: la méthode statistique au passage (SPB). La méthode de proximité (CPX) décrite dans le présent document a les mêmes objectifs que la méthode SPB, mais elle est conçue spécifiquement pour des applications complémentaires telles que:

- la caractérisation acoustique des revêtements de chaussée au niveau de pratiquement n'importe quel site arbitraire, principalement dans le but de vérifier la conformité à des spécifications de revêtement (un exemple de la conformité de la production est suggéré dans la Référence [1]);
- la vérification de l'impact acoustique de l'entretien et de l'état des revêtements, par exemple l'usure et la dégradation de l'état de surface, ainsi que le colmatage et l'effet du nettoyage des revêtements poreux;
- la vérification de l'homogénéité longitudinale et latérale sur une zone d'essai;
- le développement de revêtements de chaussée moins bruyants et l'étude de l'interaction pneumatique/chaussée.

NOTE Le présent document ne décrit pas les conditions d'application pour les besoins formels du mesurage selon la méthode CPX. Ces conditions peuvent être définies dans d'autres normes ou dans des textes de loi. Toutefois, certains conseils vis-à-vis de l'applicabilité de l'ISO 11819-1 et du présent document sont donnés à l'Annexe D.

Les mesures réalisées avec la méthode CPX sont plus rapides et plus pratiques que celles réalisées avec la méthode SPB, mais elles sont plus limitées dans le sens où elles ne sont applicables que dans les cas où le bruit de contact pneumatique/chaussée prédomine et où le bruit du groupe motopropulseur peut être négligé. Par ailleurs, elle ne peut pas prendre en compte le bruit de contact pneumatique/chaussée des véhicules lourds de façon aussi complète que la méthode SPB car elle repose sur l'évaluation du

bruit émis par un pneumatique de camion léger pour caractériser les pneumatiques de véhicules lourds et ne prend pas en compte le bruit du groupe motopropulseur.

La méthode CPX décrite dans le présent document permet de mesurer les propriétés des revêtements de chaussée, et non celles des pneumatiques. Si la méthode est utilisée à des fins d'étude, afin d'évaluer les différences entre divers pneumatiques, des valeurs de charge et de gonflage différentes de celles spécifiées dans le présent document devraient en principe être utilisées.

2 Références normatives

Les documents suivants cités dans le texte constituent, pour tout ou partie de leur contenu, des exigences 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 5725-2, *Exactitude (justesse et fidélité) des résultats et méthodes de mesure — Partie 2: Méthode de base pour la détermination de la répétabilité et de la reproductibilité d'une méthode de mesure normalisée*

ISO 11819-1, *Acoustique — Mesurage de l'influence des revêtements de chaussées sur le bruit émis par la circulation — Partie 1: Méthode statistique au passage*

ISO/TS 11819-3, *Acoustique — Méthode de mesurage de l'influence des revêtements de chaussées sur le bruit émis par la circulation — Partie 3: Pneumatiques de référence*

ISO/TS 13471-1, *Acoustique — Effet de la température sur les essais de bruit pneu/route — Partie 1: Mode opératoire de correction des essais avec la méthode CPX*

IEC 60942, *Électroacoustique — Calibreurs acoustiques*

IEC 61260-1, *Électroacoustique — Filtres de bande d'octave et de bande d'une fraction d'octave — Partie 1: Spécifications*

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

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

3 Termes et définitions

Pour les besoins du présent document, les termes et définitions de l'ISO 11819-1 ainsi que les suivants, s'appliquent.

L'ISO et l'IEC tiennent à jour des bases de données terminologiques destinées à être utilisées en normalisation, consultables aux adresses suivantes:

- IEC Electropedia: disponible à l'adresse <http://www.electropedia.org/>
- ISO Online browsing platform: disponible à l'adresse <https://www.iso.org/obp>

3.1 Définitions relatives aux routes et chaussées

3.1.1

zone d'essai

longueur totale de la voie de circulation soumise aux essais

3.1.2

tronçon de route

partie d'une zone d'essai, de 20 m de long, conçu pour la normalisation des niveaux de pression acoustique à la vitesse réelle sur ce tronçon par rapport à une vitesse de référence donnée

3.2 Méthodes et équipements de mesure

3.2.1

méthode statistique au passage

méthode SPB

méthode de mesure destinée à évaluer le bruit émis par un véhicule et par la circulation sur différentes sections de route dans des conditions spécifiques de circulation

Note 1 à l'article: Les mesurages sont effectués à partir d'un grand nombre de véhicules se déplaçant normalement sur la route. Les résultats obtenus selon cette procédure sont ensuite rapportés à des vitesses types en fonction de la catégorie ou du type de route pris en considération. La méthode est spécifiée dans l'ISO 11819-1.

3.2.2

pneumatiques de référence

pneumatiques d'essai spécifiés dans le but de représenter certaines caractéristiques d'émission sonore du contact pneumatique/chaussée, conçus et fabriqués pour être utilisés dans la présente méthode avec des propriétés normalisées spécifiées et reproductibles

Note 1 à l'article: Les pneumatiques de référence sont spécifiés dans l'ISO/TS 11819-3.

3.3 Grandeurs acoustiques et symboles

3.3.1

niveau de proximité

niveau CPX

L_{CPX}

niveau de pression acoustique (NPA) temporel moyen pondéré A du bruit de contact pneumatique/chaussée, tel que déterminé par la méthode CPX, soit en large bande ou en bandes spectrales, comme requis

Note 1 à l'article: Le niveau CPX est exprimé en décibels. Pour fournir davantage d'informations, des suffixes supplémentaires sont utilisés; voir [Tableau 1](http://standards.iteh.ai/catalog/standards/sist/65baf05-5173-4da4-84ab-107c295c4a4d/iso-11819-2-2017).

3.3.2

niveau CPX pour des véhicules de tourisme et autres véhicules légers

$L_{CPX:P}$

niveau de pression acoustique pondéré A caractérisant le revêtement de chaussée soumis à essai, déterminé à partir des niveaux de pression acoustique du contact pneumatique/chaussée d'un ou plusieurs pneumatiques représentatifs des pneumatiques de véhicules de tourisme

Note 1 à l'article: Le niveau $L_{CPX:P}$ est exprimé en décibels. Les pneumatiques de véhicules de tourisme sont désignés par P1, P2

3.3.3

niveau CPX pour des véhicules lourds

$L_{CPX:H}$

niveau de pression acoustique pondéré A caractérisant le revêtement de chaussée soumis à essai, déterminé à partir des niveaux de pression acoustique du contact pneumatique/chaussée d'un ou plusieurs pneumatiques représentatifs des pneumatiques de véhicules lourds

Note 1 à l'article: Le niveau $L_{CPX:H}$ est exprimé en décibels. Les pneumatiques de véhicules lourds sont désignés par H1, H2

3.3.4

indice CPX

$L_{CPX:I}$

indice déterminé à partir de la moyenne pondérée du niveau CPX pour des véhicules de tourisme et autres véhicules légers ($L_{CPX:P}$) et du niveau CPX pour des véhicules lourds ($L_{CPX:H}$)

Note 1 à l'article: L'indice $L_{CPX:I}$ est exprimé en décibels. La méthode est conçue pour décrire les performances des revêtements de chaussée pour une certaine composition du trafic, d'une manière similaire à la méthode SPB de l'ISO 11819-1, bien que les valeurs numériques pour une vitesse donnée soient plus élevées. De plus amples informations sur le calcul des indices CPX sont données à l'[Annexe M](#).

3.3.5

variabilité acoustique due aux irrégularités du revêtement de chaussée

S_t

écart-type des niveaux de pression acoustique pondérés A sur tous les tronçons, pour un pneumatique de référence t donné

Note 1 à l'article: La variabilité acoustique est exprimée en décibels. Cette variabilité est principalement due aux irrégularités du revêtement de chaussée, même si l'incertitude aléatoire peut y contribuer quelque peu. La vitesse de mesure et les traces de roulement n'ont en principe pas d'influence significative sur cette valeur. Par conséquent, cette mesure est considérée comme un indicateur de l'homogénéité du revêtement de chaussée en ce qui concerne les propriétés acoustiques.

3.4 Symboles utilisés pour les termes correctifs

3.4.1

vitesse mesurée

v

vitesse réelle pendant un mesurage

Note 1 à l'article: La vitesse mesurée est exprimée en kilomètres par heure.

3.4.2

vitesse de référence

v_{ref}

vitesse préférentielle pour le mesurage

Note 1 à l'article: La vitesse de référence est exprimée en kilomètres par heure. Les vitesses de référence les plus couramment employées sont 50 km/h, 80 km/h et 110 km/h, mais d'autres vitesses peuvent être utilisées si besoin pour des raisons techniques, de sécurité ou réglementaires.

3.4.3

coefficient de vitesse

B

coefficient déterminant la dépendance des niveaux de pression acoustique vis-à-vis de la vitesse, normalement utilisé pour corriger le niveau de pression acoustique par rapport à une vitesse de référence donnée

Note 1 à l'article: La correction permettant de prendre en compte un écart par rapport à la vitesse de référence est donnée par l'expression $B \cdot \lg(v/v_{ref})$, exprimée en décibels, où B est sans dimension. Les valeurs de B attribuées aux chaussées particulières sont données en [11.1 d](#)).

3.4.4

coefficient de température

γ_t

coefficient utilisé pour corriger l'effet de la température sur le niveau CPX pour le pneumatique t

Note 1 à l'article: Le coefficient de température est exprimé en décibels par degré Celsius.

3.4.5
coefficient de dureté de la gomme

β_t

coefficient utilisé pour corriger l'effet de la dureté de la gomme de la bande de roulement du pneumatique t sur le niveau CPX

Note 1 à l'article: Le coefficient de dureté de la gomme est exprimé en décibels par dureté Shore A. Se référer à 11.1 f) pour des précisions sur l'application du coefficient.

3.4.6
terme correctif pour les réflexions acoustiques, lié au dispositif

$C_{d,f}$

concerne les dispositifs de mesure individuels par bande de tiers d'octave de 315 Hz à 5 000 Hz avec une fréquence médiane f, permettant de prendre en compte les écarts par rapport à des conditions acoustiques de champ semi-anéchoïque

Note 1 à l'article: Le terme correctif pour les réflexions acoustiques est exprimé en décibels. Les informations relatives à la détermination de $C_{d,f}$ sont données en A.2.

4 Symboles et abréviations

Le Tableau 1 donne la liste des symboles utilisés dans le présent document. Toutes les variables acoustiques sont pondérées A.

Tableau 1 — Symboles et abréviations utilisés dans le présent document et leur valeur ou unité

Symbole	Valeur/unité	Explication
$L_{CPX:t,v_{ref}}$	dB	Mesure des propriétés acoustiques de la zone soumise à essais, pour le pneumatique t, à la vitesse de référence v_{ref}
$L'_{CPX:t,w,r,i,f}$	dB	Spectre énergétique moyen au niveau des positions de microphone m = 1 et m = 2 (pour le détail des symboles en indice, voir ci-dessous)
$L_{CPX:t,w,r,i,f,m,v_{ref}}$	dB	NPA temporel moyen du contact pneumatique/chaussée («niveau CPX») sur la période nécessaire pour parcourir un tronçon de route (20 m)
$L_{CPX:P,v_{ref}}$	dB	Mesure des propriétés acoustiques de la zone soumise à essais, pour un (des) pneumatique(s) «P» représentant des véhicules de tourisme et autres véhicules légers, à la vitesse de référence v_{ref}
$L_{CPX:H,v_{ref}}$	dB	Mesure des propriétés acoustiques de la zone soumise à essais, pour un (des) pneumatique(s) «H» représentant des véhicules lourds, à la vitesse de référence v_{ref}
$L_{CPX:I,v_{ref}} = 0,5 \cdot L_{CPX:P,v_{ref}} + 0,5 \cdot L_{CPX:H,v_{ref}}$	dB	«indice CPX» représentant les propriétés acoustiques globales de la zone soumise à essais, pour un (des) pneumatique(s) représentant un ensemble de véhicules légers et lourds (avec la même pondération), à la vitesse de référence, v_{ref}
B	Sans dimension	Coefficient de vitesse, c'est-à-dire augmentation du niveau CPX correspondant à une vitesse dix fois plus élevée, permettant de corriger les écarts par rapport à la vitesse de référence, v_{ref}
$C_{d,f}$	dB	Terme correctif de dispositif (dépendant de la fréquence) utilisé pour tenir compte des écarts par rapport à des conditions de champ libre
γ_t	dB/°C	Coefficient de température utilisé pour un pneumatique t pour tenir compte des écarts par rapport à une température de référence de 20 °C. Le coefficient est négatif pour les pneumatiques P1 et H1

Tableau 1 (suite)

Symbole	Valeur/unité	Explication
β_t	dB/Shore A	Coefficient de dureté de la gomme pour le pneumatique t pour tenir compte des écarts par rapport à une dureté de référence
f	315 Hz, ... 5 000 Hz	Fréquence médiane de bande de tiers d'octave
i	1, 2, 3 ...	Nombre de tronçons de route
m	1, 2	Positions de microphone avant et arrière obligatoires
	3, 4, 5, 6	Positions de microphone facultatives
n	1, 2, 3 ...	Nombre total de passages, n_r , de traces de roulement, n_w , ou de tronçons de route, n_i
r	1, 2, 3 ...	Nombre de passages
H_A		Dureté de la gomme de la bande de roulement d'un pneumatique d'essai, mesurée par un duromètre de type A
H_{ref}		Dureté de gomme de référence, mesurée par un duromètre de type A
s_t	dB	Variabilité acoustique; mesure de l'homogénéité d'un revêtement de chaussée
t	P H	Type de pneumatique défini pour les essais Pneumatiques de véhicules de tourisme Pneumatiques de véhicules lourds ou pneumatiques équivalents
T_i	°C	Température de l'air au niveau du tronçon de route i (cet indice est inutile si la température n'est pas mesurée en continu)
v	km/h	Vitesse réelle mesurée
v_{ref}	km/h	Vitesse nominale préférentielle pour le mesurage; la vitesse de référence utilisée devant donc être indiquée dans le procès-verbal de mesure
w	1, 2, 3, ...	Les traces de roulement dans une voie dans lesquelles passent les pneumatiques d'essai La trace numéro 1 est la trace la plus proche du bas-côté, la trace numéro 2 correspond à la trace de roulement opposée sur la même voie; les traces 3, 4, etc., sont des traces supplémentaires

5 Principe de mesure

Dans la méthode CPX, les niveaux de pression acoustique pondérés A moyens émis par des pneumatiques spécifiés sont mesurés sur une longueur de route arbitraire ou spécifiée, à l'aide d'au moins deux microphones positionnés à proximité des pneumatiques. À cet effet, un véhicule d'essai dédié, automoteur ou tracté par un autre véhicule, est utilisé. La vitesse du véhicule est également mesurée. Les pneumatiques de référence sont montés sur le véhicule d'essai, l'un après l'autre ou simultanément. Deux pneumatiques de référence ont été choisis pour représenter les caractéristiques du contact pneumatique/chaussée devant être étudiées.

Même si les microphones sont positionnés à proximité de la source du bruit de contact pneumatique/chaussée, une partie substantielle de l'effet de propagation associé aux surfaces absorbantes est bien incluse dans le signal mesuré. Cela est démontré par les modèles de calculs et les résultats de la campagne expérimentale de validation CPX (Références [2],[3]). Voir [Annexe D](#) pour de plus amples informations.

Les essais sont effectués dans le but de déterminer un niveau de pression acoustique du contact pneumatique/chaussée, désigné ici par niveau CPX, L_{CPX} , à une ou plusieurs vitesses de référence. Pour

cela, les essais sont effectués à une vitesse de référence, ou sont effectués à d'autres vitesses, auquel cas il est nécessaire d'appliquer une méthode corrective normalisée pour exprimer les résultats par rapport à une vitesse de référence.

Pour chaque pneumatique de référence et chaque passage d'essai individuel avec ce pneumatique, les niveaux moyens de pression acoustique sur de courtes distances de mesure (tronçons de 20 m chacun) ainsi que les vitesses correspondantes du véhicule sont enregistrés. Le niveau de pression acoustique sur chaque tronçon est exprimé par rapport à une vitesse de référence par une méthode de correction simple. La moyenne est ensuite calculée selon l'objectif du mesurage (c'est-à-dire mesurage d'un tronçon particulier ou d'un certain nombre de tronçons consécutifs, à savoir un linéaire).

Le niveau CPX, $L_{CPX:t,v_{ref}}$ est le niveau moyen de pression acoustique obtenu pour les deux microphones imposés à la vitesse de référence, v_{ref} , pour un pneumatique de référence t de type P ou H.

Lorsque les niveaux de pression acoustique ont été déterminés pour ces deux types de pneumatique, l'indice acoustique de proximité $L_{CPX:I}$ est la moyenne de $L_{CPX:P}$ et de $L_{CPX:H}$, calculée en appliquant le même coefficient de pondération aux deux indices. $L_{CPX:I}$ permet ainsi de comparer des valeurs individuelles.

Lors de l'application de cette méthode, certaines problématiques méritent une attention particulière, surtout si les circonstances d'application ne sont pas des plus répandues. L'[Annexe J](#) traite de ces problématiques.

6 Instruments de mesure

6.1 Mesurage du niveau sonore

Dans la gamme de fréquences minimale de 315 Hz à 5 000 Hz, le sonomètre ou un système de mesure équivalent doit satisfaire aux exigences de l'IEC 61672-1 classe 1. Les microphones doivent être de type «champ libre».

Un dispositif anti-vent approprié d'au moins 90 mm de diamètre doit être utilisé. Les propriétés acoustiques des dispositifs anti-vent se dégradant à mesure qu'ils s'encrassent, il est de bonne pratique d'évaluer fréquemment les performances de ces dispositifs par des essais et de les remplacer par un matériau neuf lorsqu'ils présentent des signes d'encrassement substantiel.

6.2 Analyse fréquentielle

L'analyse fréquentielle du son mesuré par bande de tiers d'octave est obligatoire. La gamme de fréquences minimale devant être couverte s'étend de 315 Hz à 5 000 Hz (fréquences médianes des bandes de tiers d'octave). Les filtres de bandes de tiers d'octave doivent être conformes à l'IEC 61260-1.

6.3 Étalonnage acoustique

La sensibilité globale des sonomètres ou du système de mesure équivalent (microphone compris) doit être vérifiée avant chaque mesurage (après toute période de préchauffage spécifiée par le fabricant). Le cas échéant, régler la sensibilité conformément aux instructions du fabricant. L'utilisation d'une source de bruit étalon, telle qu'un calibre acoustique ou un pistonphone, peut se révéler nécessaire à cette fin. Cette vérification doit être répétée à la fin des mesurages et au moins toutes les 4 h de fonctionnement. Tout écart doit être consigné dans le procès-verbal de mesure. Si les lectures d'étalonnage varient de plus de 0,5 dB entre les vérifications, toutes les mesures intermédiaires doivent être considérées comme non valides.

Le dispositif d'étalonnage acoustique doit satisfaire aux exigences de l'IEC 60942, classe 1.

6.4 Mesurage de la vitesse des véhicules

La vitesse moyenne du véhicule sur le tronçon de mesure doit être déterminée avec une erreur maximale admissible de ± 1 % de la valeur indiquée.

Si un pneumatique est utilisé pour le mesurage d'une vitesse, celui-ci doit être monté sur un essieu moteur.

6.5 Suivi de position

Un GPS ou un autre dispositif permettant de localiser les positions de départ des mesurages est très utile pour éviter les problèmes d'identification d'une zone d'essai et être en mesure de la retrouver par la suite en vue d'effectuer d'autres types de mesurages. Il est recommandé d'employer un système GPS d'un type spécifié dont l'erreur maximale admissible est de ± 5 m.

6.6 Mesurage de la température

Le ou les appareils de mesure de la température de l'air et (éventuellement) de la température de la chaussée doivent avoir une erreur maximale admissible de ± 1 °C, comme spécifié par le fabricant. Les appareils utilisant la technologie infrarouge ne doivent pas être utilisés pour les mesurages de la température de l'air.

6.7 Mesurage de la charge des pneumatiques

L'appareil de pesée utilisé pour déterminer la charge des pneumatiques d'essai doit avoir une erreur maximale admissible de ± 5 %, comme spécifié par le fabricant.

6.8 Mesurage de la pression de gonflage

L'appareil utilisé pour déterminer la pression de gonflage des pneumatiques d'essai doit avoir une erreur maximale admissible de ± 4 %.

6.9 Vérification du système de mesure et des instruments de mesure

La conformité du calibre acoustique aux exigences de la classe appropriée de l'IEC 60942 doit être vérifiée une fois par an. La conformité du sonomètre, ou du système de mesure équivalent, aux exigences de l'IEC 61672-1 doit être vérifiée au moins tous les deux ans. Ces vérifications doivent être réalisées par un laboratoire agréé. Pour tous les autres instruments de mesure, il convient de procéder à leur étalonnage au moins tous les deux ans.

7 Sites d'essai

Lors de la réalisation d'un mesurage CPX, la zone d'essai évaluée doit répondre à un certain nombre de critères qui peuvent être résumés comme suit:

- la zone d'approche de la zone d'essai doit avoir une longueur suffisante pour pouvoir atteindre la vitesse de référence avant d'entrer dans la zone d'essai. Une zone d'entrée d'au moins 10 mètres de longueur doit être équipée d'un revêtement de même type que celui de la zone d'essai évaluée;
- la zone d'essai (en excluant la zone d'entrée) doit avoir une longueur d'au moins 20 m et de préférence supérieure à 100 m;
- la zone d'essai ne doit pas comprendre de virages ayant un rayon de courbure inférieur à 250 m à 50 km/h et inférieur à 500 m à 80 km/h;
- le revêtement de la zone d'essai doit être du même type que dans la trace de roulement ou avoir des caractéristiques d'impédance acoustique similaires, ceci jusqu'à une distance de 0,5 m perpendiculairement au flanc extérieur du pneumatique d'essai orienté vers le microphone;

- les limites de bruit de fond sur le site d'essai spécifiées en [A.5](#) doivent être respectées;
- lorsque les mesurages sont effectués en utilisant une remorque non capotée (voir [9.1](#)), les parties de la zone d'essai comportant des surfaces réfléchissantes situées à une distance inférieure à 2 m du microphone doivent être exclues de l'évaluation. Cela comprend les glissières de sécurité, les séparateurs de type New Jersey ou autres barrières ou talus, rochers, véhicules stationnés, ponts et bâtiments. Lorsque la remorque est capotée conformément aux exigences de l'[Annexe A](#), aucune restriction ne s'applique aux objets situés sur le bord de la route.

En ce qui concerne cette dernière exigence, une valeur de 2 m est choisie par précaution contre l'effet possible de réflexions multiples entre le panneau latéral du véhicule (le cas échéant) et l'objet situé sur le bord de la route. Si l'utilisateur peut démontrer que lorsque le véhicule longe une paroi réfléchissante, de telles réflexions n'ont jamais d'influence sur les niveaux mesurés à une distance inférieure à 2 m, cette dernière peut être réduite, sans toutefois être inférieure à 1 m. Ces dispositions doivent être mentionnées dans le procès-verbal de mesure.

8 Conditions météorologiques

8.1 Vent

Il est recommandé que la vitesse du vent ne dépasse pas 5 m/s à la hauteur du microphone pendant le mesurage pour des remorques non capotées. Lorsque le pneumatique d'essai est capoté les mesurages peuvent être effectués lorsque la vitesse du vent n'excède pas 10 m/s.

Si le fabricant ou l'utilisateur du véhicule d'essai peut démontrer que des vitesses de vent plus élevées, dans n'importe quelle direction, n'ont pas d'influence significative sur le résultat de mesure, la recommandation ci-dessus peut être ignorée. Les mêmes conditions que celles spécifiées en [A.3.2](#) doivent alors être satisfaites.

8.2 Température et autres questions relatives aux conditions météorologiques

Les mesurages doivent être réalisés exclusivement sur des revêtements de chaussée secs et à une température de l'air ambiant comprise dans la plage représentative de la zone climatique:

- tempérée et continentale: 5 °C à 30 °C;
- tropicale et subtropicale: 10 °C à 35 °C.

Les revêtements peuvent être supposés suffisamment secs si les périodes minimales de séchage après des précipitations, indiquées dans le [Tableau F.1](#), sont respectées.

NOTE 1 La plage de température autorisée dépend des matériaux employés localement pour le revêtement des chaussées. Dans les zones chaudes, des températures élevées sont courantes et la viscosité du bitume est ajustée en conséquence, alors que la même température sous un climat plus froid peut provoquer un ressuage du bitume. Ce phénomène est connu pour provoquer un bruit supplémentaire de décollement du pneumatique en phase de roulement.

NOTE 2 L'[Annexe F](#) donne également des lignes directrices pour estimer le niveau d'humidité dans les vides des revêtements poreux par une méthode d'essai simple.

9 Véhicule d'essai

9.1 Conception générale

Le véhicule d'essai peut être de l'un des deux types suivants:

- un véhicule automoteur dont l'un ou deux des pneumatiques (d'essai) de référence est/sont monté(s) sur l'essieu le plus proche des microphones. Il peut également s'agir d'un véhicule sur lequel est monté un pneumatique supplémentaire à des fins d'essai;