



---

**Commission économique pour l'Europe**

Comité des transports intérieurs

**Forum mondial de l'harmonisation des Règlements  
concernant les véhicules**

Groupe de travail du bruit

Soixante-neuvième session

Genève, 22-25 janvier 2019

Point 10 de l'ordre du jour provisoire

**Incidence du revêtement de la route sur le bruit  
de roulement des pneumatiques**

**Proposition révisée de projet de résolution  
sur la labellisation des revêtements routiers**

**Communication de l'expert des Pays-Bas\***

On trouvera ci-après une version révisée complète du projet de résolution soumis au Groupe de travail du bruit à sa soixante-huitième session (ECE/TRANS/WP.29/GRB/2018/8 et ECE/TRANS/WP.29/GRB/2018/9).

---

\* Conformément au programme de travail du Comité des transports intérieurs pour la période 2018-2019 (ECE/TRANS/274, par. 123, et ECE/TRANS/2018/21/Add.1, module 3), le Forum mondial a pour mission d'élaborer, d'harmoniser et de mettre à jour les Règlements ONU en vue d'améliorer les caractéristiques fonctionnelles des véhicules. Le présent document est soumis en vertu de ce mandat.



## Projet de résolution sur l'évaluation des performances et la classification des revêtements routiers = Cadre pour la labellisation des revêtements routiers

### Table des matières

	<i>Page</i>
I Exposé des fondements techniques du projet.....	3
1. Introduction .....	3
2. Avantages et nécessité : accessibilité, sécurité, viabilité, pérennité, durabilité et réduction des dépenses.....	5
3. Portée.....	6
4. Principe de labellisation pour les revêtements routiers et exemples .....	7
4.1 Considérations générales.....	7
4.2 Réduction du bruit.....	8
4.3 Résistance au dérapage sur sol mouillé .....	8
4.4 Résistance au roulement.....	9
4.5 Durée de vie .....	11
5. Références .....	12
II Texte de la Résolution sur l'évaluation des performances et la classification des revêtements routiers = Cadre pour la labellisation des revêtements routiers.....	13
Préambule .....	13
1. Objectifs.....	13
2. Champ d'application.....	14
3. Définitions .....	14
4. Spécifications.....	15
<b>Annexes</b>	
I. Classification des caractéristiques des revêtements routiers .....	16
II. Détermination de la valeur de réduction du bruit .....	18
III. Détermination de la valeur de résistance au dérapage.....	26
IV. Détermination de la valeur de réduction de la résistance au roulement .....	31
V. Détermination de la durée de vie.....	34
VI. Présentation du label .....	35

# I. Exposé des fondements techniques du projet

## 1. Introduction

1.1 Sachant que les véhicules entrent en interaction avec les revêtements routiers par l'intermédiaire de leurs roues et des pneumatiques qui les équipent, les performances des véhicules et des pneumatiques dépendent de la qualité de cette interaction, entre autres facteurs. Cette qualité dépend quant à elle de critères qui se rapportent aux caractéristiques de conception des véhicules et des pneumatiques, et elle dépend également de la qualité des revêtements routiers.

1.2 Dans le présent document, il est question des possibilités d'amélioration de cette interaction. Pour cela, il est proposé d'évaluer les performances des revêtements routiers et de classer ceux-ci.

1.3 L'évaluation des performances des revêtements routiers se fait en tenant compte de la protection de l'environnement (bruit de contact pneu/chaussée), de la sécurité (résistance au dérapage), de l'efficacité énergétique (résistance au roulement) et de la durée de vie utile du revêtement.

1.4 L'évaluation et la caractérisation des revêtements routiers peuvent se faire pour plusieurs raisons, à savoir pour l'élaboration des spécifications des contrats, la comparaison entre les matériaux de revêtement et l'amélioration de ces matériaux. Étant donné qu'il existe plusieurs méthodes différentes de caractérisation, on a besoin de disposer d'une méthode de classification harmonisée et facile à comprendre.

1.5 L'approche suggérée pour l'évaluation et la caractérisation est fondée sur des étiquettes de performance semblables à celles qui sont déjà utilisées pour un certain nombre de produits de consommation, en particulier les étiquettes de performance des pneumatiques, régies par la Directive n° 1222/2009/CE de la Commission européenne. Selon cette approche, un label pour revêtement routier complète l'étiquette existante pour les pneumatiques, cette dernière indiquant les performances de tel ou tel modèle de pneumatique sur un revêtement standard, tandis que le premier indique les performances de tel ou tel revêtement (type de revêtement). En utilisant à la fois des étiquettes pour les pneumatiques et des labels pour les revêtements routiers, on accroît les possibilités d'optimiser l'interaction entre les pneumatiques et la route dans la mesure où l'on agit sur les composants pris dans leur ensemble, et non séparément.

1.6 L'utilité première des labels pour revêtements routiers est l'instauration d'une communication plus fluide et transparente entre le client et le maître d'œuvre, et entre les autorités routières d'une part et les usagers de la route, les contribuables et les résidents d'autre part. En outre, la labellisation favorise la reconnaissance dans les sphères sociale et politique et améliore la connaissance qu'a le public des caractéristiques du revêtement de chaussée. Les labels pour revêtements routiers servent en outre à stimuler la conception et l'utilisation de revêtements routiers plus performants et moins coûteux pour la société.

1.7 Les étiquettes de performance catégorisent les prescriptions, sous la forme d'indicateurs de performance, et vont souvent d'une classe A (excellent) à une classe G (minimum). On peut citer à titre d'exemples les étiquettes de performance énergétique concernant les machines à laver, les bâtiments et les voitures, mais ces étiquettes peuvent aussi décrire des propriétés non énergétiques. Ainsi, les étiquettes apposées sur les pneumatiques décrivent la résistance au dérapage sur sol mouillé et les propriétés phoniques des pneumatiques, en plus de leur résistance au roulement (laquelle a des incidences sur la consommation de carburant).

1.8 On trouvera ci-après des informations générales sur le contexte dans lequel la proposition de labellisation des revêtements routiers (couche de roulement) est faite. Sont pris en considération les quatre indicateurs de performance suivants, les trois premiers correspondant aux trois indicateurs de performance inscrits sur les étiquettes des pneumatiques selon la Directive n° 1222/2009/CE :

- Réduction du bruit dû à la circulation ;

- Résistance au dérapage sur sol mouillé ;
- Résistance au roulement ;
- Durée de vie.

1.9 Les trois premiers indicateurs des caractéristiques du revêtement de chaussée portent tous sur l'interaction pneumatique/chaussée et, à ce titre, sont influencés par les propriétés des pneumatiques et par les conditions ambiantes. Il faudrait donc que des pneumatiques standard soient utilisés dans toute la mesure possible pour mesurer ces indicateurs. Lorsque cela est possible, il faudrait aussi que les conditions pertinentes (comme la température ou la vitesse à laquelle sont prises les mesures) soient uniformisées, ou que leur variété soit limitée, sans quoi des corrections doivent être apportées en fonction des variations. La résistance au dérapage sur sol mouillé et le bruit des pneumatiques sur la chaussée dépendent beaucoup de la vitesse du véhicule, mais il est nécessaire d'utiliser une vitesse standard par souci de simplification.

1.10 À l'heure actuelle, il n'existe pas de méthodes européennes uniformisées de caractérisation des quatre indicateurs de performance se rapportant aux revêtements, mais le Groupe de travail 5 (Caractéristiques des revêtements) du Comité technique 227 (Matériaux routiers) du Comité européen de normalisation (CEN) est en train d'en élaborer. Entre-temps, le présent document vise à promouvoir l'utilisation de certaines méthodes de caractérisation et de classes pour les labels (de A à G inclus). Une fois que des méthodes harmonisées auront été élaborées, il serait préférable de les appliquer à la place des méthodes actuelles.

1.11 Le système de labellisation est conçu pour être mis en œuvre sur des revêtements routiers spécifiques, à savoir les revêtements de portions de route situées en un lieu donné, par exemple au numéro de route xxx, entre le kilomètre y,y et le kilomètre z,z.

1.12 Cela signifie qu'avant qu'on pose un revêtement spécifique, c'est-à-dire au stade de l'appel d'offres, les classes du label ne peuvent être définies qu'à titre indicatif, soit par des mesures prises sur un ou plusieurs revêtements semblables déjà posés, soit par un calcul prédictif en laboratoire. Après la pose du revêtement, les classes du label peuvent être déterminées *in situ*.

1.13 Labelliser des types de revêtements (par exemple un mélange spécifique de matériaux enrobés ou le traitement de finition d'une surface en béton de ciment Portland), plutôt que des portions de revêtements, a été envisagé, mais cette solution a été rejetée pour les raisons suivantes :

- Les propriétés des différentes portions d'un même type de revêtement peuvent varier considérablement, étant donné que la construction du revêtement subit l'influence de nombreux facteurs (dont les conditions météorologiques) qui varient d'un projet de construction à l'autre. De ce fait, une valeur générale se rapportant au type de revêtement ne serait pas suffisamment fiable pour chaque revêtement particulier ;
- Le fait de labelliser un type de revêtement en s'appuyant sur l'expérience, par exemple la valeur moyenne de cinq tronçons de référence, entraverait l'innovation étant donné que les nouveaux types de revêtements devraient être appliqués au moins cinq fois avant de pouvoir faire l'objet d'un label.

1.14 Un label de revêtement routier ne comporte pas de prescriptions minimales relatives aux critères de performance qu'il indique ; ces dernières peuvent être spécifiées par les parties concernées à l'aide de labels dans les appels d'offres pour la construction de routes. Les exigences formulées pour les revêtements routiers dans les contrats ne sont quant à elles pas limitées aux caractéristiques sur lesquelles porte le label du revêtement routier et, parmi ces caractéristiques, ne sont pas limitées aux classes définies.

1.15 Les performances des revêtements routiers peuvent varier selon qu'on utilise tel ou tel type de pneumatique, en particulier quand on utilise un pneumatique de camion ou bien un pneumatique de voiture, mais la description des propriétés des revêtements routiers se fait principalement en utilisant des pneumatiques de voiture, ou des pneumatiques comparables, sachant que les voitures sont en plus grand nombre dans la circulation.

1.16 Les performances des revêtements routiers peuvent se dégrader dans le temps, mais il est très difficile de prévoir cette dégradation et il est donc préférable de décrire les performances lorsque le revêtement est récent. Des exigences visant à limiter la dégradation peuvent être introduites dans les contrats de construction de routes.

1.17 Les labels pour revêtements routiers pourraient être le point de départ de discussions entre les administrations locales, régionales et nationales compétentes d'une part, et les constructeurs d'autre part, en ce qui concerne la qualité des revêtements routiers. Ils pourraient favoriser la transparence dans la construction routière, stimuler l'innovation et aider les constructeurs d'une part et les fabricants d'autre part à mieux travailler ensemble.

## 2. Avantages et nécessité : accessibilité, sécurité, viabilité, pérennité, durabilité et réduction des dépenses

2.1 Les routes existent pour faciliter la mobilité des personnes et des marchandises. Elles sont l'objet d'importantes questions politiques et sociales, notamment l'accessibilité (et donc la disponibilité), la sécurité, la viabilité, la pérennité, la durabilité et la réduction des dépenses. Ces questions sont liées aux indicateurs de performance des revêtements figurant dans le tableau ci-dessous.

<i>Questions politiques et sociales</i>	<i>Indicateurs de performance à examiner sur la base du rapport pneumatique/revêtement</i>
Sécurité	Résistance au dérapage
Viabilité	Réduction du bruit et résistance au roulement
Pérennité	Indicateur de coût pour l'environnement
Accessibilité et disponibilité	Durée de vie
Réduction des dépenses	Résistance au roulement et durée de vie

2.2 La performance en matière de résistance au dérapage joue un rôle clef dans la sécurité d'une route ; pour la viabilité, c'est le bruit des pneumatiques sur la chaussée, et la résistance au roulement est très importante que ce soit pour la pérennité (CO<sub>2</sub>) ou la réduction des dépenses. Pour l'accessibilité et la disponibilité, la durée de vie de la route, aussi bien sur le plan mécanique que fonctionnel, est un paramètre important. Cette durée de vie peut en outre être calculée plus en détail, par exemple en s'intéressant à la résistance à la formation de fissures, à l'orniérage et au déchaussement. Enfin, la pérennité peut être exprimée au moyen de l'indicateur de coût pour l'environnement.

*Quels sont les avantages pour la société ?*

2.3 Les labels pour revêtements routiers incitent à optimiser les revêtements routiers, notamment en ce qui concerne le bruit de contact pneumatique/chaussée, la résistance au dérapage, la résistance au roulement et la durée de vie, et aident à choisir entre différents revêtements. Une telle amélioration des performances des revêtements réduira les coûts de la mobilité sur les plans social et environnemental, en réduisant la consommation de carburant, les émissions de CO<sub>2</sub>, les coûts des accidents et les nuisances sonores.

2.4 Ainsi, une réduction de la résistance au roulement d'environ 10 à 30 % permet de réaliser des économies de carburant de 2 à 6 %, et lorsque la résistance au dérapage est bonne, les risques d'accidents sont deux à cinq fois moindres que lorsqu'elle est très mauvaise. Un revêtement routier silencieux réduit les nuisances, les problèmes de sommeil liés au bruit et la nécessité de construire des écrans antibruit dont l'aspect laisse à désirer, ainsi que les coûts correspondants.

2.5 Les avantages au niveau de l'Europe dans son ensemble n'ont pas encore été calculés. Pour les Pays-Bas, 4 % d'économies de carburant réalisées correspondent à une réduction d'environ 1 mégatonne de CO<sub>2</sub> par an (pour les routes nationales et les routes départementales) et environ 325 millions d'euros de prestations sociales (simplement pour

les routes nationales). L'amélioration de la résistance au dérapage pourrait permettre de réduire considérablement le coût annuel des accidents de la route dans ce même pays (8 milliards d'euros). Une réduction du bruit pourrait quant à elle permettre d'économiser les 400 millions d'euros qui seront nécessaires pour rehausser les 400 km d'écrans antibruit qui existent actuellement aux Pays-Bas. Il est possible de s'appuyer sur ces chiffres concernant ce pays pour procéder à une estimation des avantages financiers dont bénéficieraient d'autres pays ou régions.

2.6 Le label pour revêtement routier peut facilement être utilisé au stade de la gestion pour déterminer de manière plus exacte la date à laquelle un remplacement sera nécessaire et pour communiquer avec le public. Il encourage les constructeurs de routes à élaborer des produits ayant une meilleure résistance au roulement, une résistance optimale au dérapage, moins bruyants et d'une plus longue durée de vie. Il encourage en outre les autorités routières à moduler les prescriptions en fonction des situations. Il est important de noter que les labels pour revêtements routiers permettent aux contribuables qui financent les routes, aux usagers et aux résidents locaux d'apprécier facilement la qualité de revêtement qui leur est proposée.

2.7 Le label pour revêtement routier facilite aussi la coopération entre le secteur du transport routier et l'industrie du pneumatique, ainsi qu'avec les autres partenaires concernés, ce qui produit une accélération des cycles d'innovation (rotation plus rapide des nouveaux produits) et rend réellement possible l'optimisation de l'interaction pneumatique/chaussée. En effet, un pneumatique peut être adapté de façon optimale à un type particulier de revêtement, et être moins bien adapté à un autre type. Inversement, un revêtement peut être adapté de façon optimale à un type de pneumatique particulier, mais être moins bien adapté à un type différent. Si les deux secteurs, à savoir l'industrie du pneumatique et le secteur de la construction de routes, se comprenaient mieux, l'interaction pneumatiques/chaussée pourrait être optimisée dans son ensemble. Les labels pour revêtements routiers devraient conduire à une reconnaissance du fait qu'une route est un produit qui est conçu, construit et entretenu de façon industrielle.

### 3. Portée

3.1 Aux fins de l'évaluation des performances et de la labellisation des revêtements routiers, on ne considère que lesdits revêtements. En ce qui concerne la sécurité, par exemple, la résistance au dérapage est prise en compte, mais la configuration de la route (pouvant limiter la visibilité) ne l'est pas. Le label, qui ne porte actuellement que sur le revêtement des routes, pourrait être étendu par la suite aux terrains d'aviation ou à d'autres types de chaussée. Il est conçu pour tous les types de revêtements routiers, notamment les mélanges de matériaux enrobés, le béton de ciment Portland, les pavés ou les blocs de pierre naturelle, les briques d'argile cuite ou encore les pavés de béton.

3.2 Le présent document recommande l'utilisation de labels pour les revêtements routiers. C'est en premier lieu au maître d'œuvre qu'il appartient de prendre l'initiative d'utiliser des labels.

3.3 Les caractéristiques des revêtements peuvent varier considérablement en fonction des différents types de revêtements et les valeurs prescrites peuvent aussi varier beaucoup en fonction des applications (par exemple, une autoroute par rapport à une route rurale à faible circulation). De ce fait, avec seulement sept classes de label (A à G), la gamme des valeurs de caractérisation à l'intérieur d'une même classe doit être assez large. En outre, les spécifications énoncées dans les contrats ne doivent pas nécessairement être limitées en fonction des limites des classes. Bien sûr, outre le label pour le revêtement, des prescriptions complémentaires peuvent être inscrites dans le contrat.

3.4 Le système de labellisation pour les revêtements routiers ne comporte pas de vérification de la compatibilité entre les spécifications, car il est principalement destiné aux organismes publics chargés des routes et aux entrepreneurs de travaux routiers. En outre, la mise en œuvre individuelle ou groupée de certaines spécifications, aujourd'hui impossible, (par exemple, une réduction du bruit supérieure à 15 dB et une durée de vie supérieure à 30 années dans des conditions de circulation intense) pourrait devenir possible dans un avenir proche.

## 4. Principe de labellisation pour les revêtements routiers et exemples

### 4.1 Considérations générales

4.1.1 On fait volontairement en sorte que le système de labellisation reste aussi simple que possible tout en favorisant l'amélioration et l'optimisation (en recherchant un équilibre entre la promotion des améliorations d'une part et la clarté et la simplicité d'autre part), comme c'est le cas pour les pneumatiques. C'est la raison pour laquelle un seul ensemble de valeurs a été retenu pour chacun des quatre indicateurs de performance du revêtement considérés comme les plus essentiels. Pour chaque indicateur, il existe plus d'une méthode permettant de mesurer ou de déterminer une valeur. Les méthodes de caractérisation ont été choisies de manière à respecter au mieux les règlements et les pratiques en vigueur. À l'avenir, elles pourront être remplacées par des normes européennes harmonisées, une fois que celles-ci seront disponibles.

4.1.2 Les limites recommandées pour les classes du label font que les classes F et E sont actuellement courantes ; D et C représentent les bonnes pratiques, atteindre B représente un défi et A n'est pas atteignable actuellement mais on peut dire de façon réaliste que l'atteindre sera envisageable dans 5 à 10 ans.

4.1.3 On recommande aux clients d'exiger du maître d'œuvre qu'il fournisse non seulement les classes du label pour le type de revêtement à construire, mais aussi les valeurs précises de chacun des indicateurs de performance, ainsi que les mesures sur lesquelles elles sont fondées.

4.1.4 Les classes recommandées sont fondées sur les propriétés effectives, mesurées en utilisant différents principes pour différentes propriétés : des pneumatiques normalisés dans des conditions normalisées (pour la résistance au dérapage et la résistance au roulement), une circulation représentative (pour la réduction du bruit des pneumatiques), ou la circulation réelle (pour la durée de vie). Des tests en laboratoire réalisés sur des spécimens de revêtement fabriqués dans le laboratoire peuvent être utilisés pour prédire le comportement *in situ* aux fins de la conception d'un produit de revêtement. Toutefois, les valeurs *in situ* sont décisives. Pour la réduction du bruit, la résistance au dérapage et la résistance au roulement, autrement dit des propriétés pouvant être déterminées dans l'année suivant la construction d'un revêtement, il vaudrait mieux que la classe de label pour les produits innovants soit fondée sur un ensemble de portions de route considérées à titre expérimental. Pour la durée de vie, on ne peut rien faire en pratique, car la performance réelle du revêtement *in situ* ne peut être constatée qu'après de nombreuses années. Par la force des choses, la classe de label correspondante doit donc être fondée sur des tests prédictifs réalisés en laboratoire.

4.1.5 Pour mesurer les propriétés d'un revêtement routier *in situ*, on a recours à des méthodes qui peuvent être mises en œuvre en cours de circulation, ce qui permet de procéder au mesurage sans perturbation de la circulation ni prise de risques.

4.1.6 On sait que la résistance au dérapage sur sol mouillé et le bruit de contact pneumatique/chaussée dépendent fortement de la vitesse du véhicule et que cette dépendance peut varier fortement en fonction des types ou des catégories de revêtements. Néanmoins, au nom du principe de simplicité, la classe du label n'est fondée que sur une vitesse, à savoir 80 km/h. De même, la classe du label n'est fondée que sur les voitures particulières et ne tient donc compte ni des camionnettes ni des camions ou des motocyclettes. Au besoin, une valeur composite pourrait aussi être fondée sur 10 % de camions et 90 % de voitures, par exemple.

4.1.7 On sait également que les caractéristiques d'un revêtement changent souvent au fil du temps. La résistance au dérapage diminue en raison de la somme des actions de polissage et le bruit de contact pneumatique/chaussée peut augmenter au fur et à mesure que la texture de la surface devient rugueuse et que les pores absorbant le bruit se bouchent. Pour la réduction du bruit, la résistance au dérapage et la résistance au roulement, des valeurs «jeunes» sont utilisées, et la détérioration peut être révélée par le passage du revêtement à une classe de label inférieure. Le label pour revêtement n'a pas pour fonction de limiter le passage à une classe inférieure, mais il est recommandé de prévoir cet aspect des choses dans les contrats de construction routière.

## 4.2 Réduction du bruit

4.2.1 La méthode de caractérisation du revêtement routier décrite dans l'annexe II du projet de résolution s'appuie sur le terme de correction qui prend en compte l'effet du revêtement routier sur le bruit de roulement des pneumatiques, conformément aux sections 2.2.3 « Bruit de roulement » et 2.2.6 « Effet du type de revêtement routier » de la Directive 2015/996/CE relative au bruit dans l'environnement, ce terme étant attribué pour  $m=1$  (véhicules légers à moteur) et pondéré A sur toutes les bandes d'octaves  $i$ .

4.2.2 En ce qui concerne le revêtement routier de référence dont il est question à la section 2.2.2 « Conditions de référence » de la Directive 2015/996/CE, la référence des Pays-Bas est recommandée. Il s'agit d'une équation numérique (« revêtement routier de référence virtuel ») basée sur les mesures enregistrées pour plusieurs portions de béton asphaltique, comparable au revêtement de référence défini dans la norme ISO 10844, ces mesures étant moyennées sur la durée de vie typique du revêtement routier<sup>1</sup>. Les mesures sont faites conformément à la norme ISO 11819-1:1997, « Méthode statistique au passage » (dite « méthode SP »), mais avec un microphone placé à une hauteur de 3 m afin d'éviter les problèmes découlant de la présence *in situ* de glissières de sécurité.

4.2.3 On sait que la Commission européenne a demandé au Groupe de travail 5 (Caractéristiques des revêtements) du Comité technique 227 (Matériaux routiers) du CEN d'élaborer une méthode harmonisée à l'échelle européenne pour la caractérisation acoustique des revêtements routiers, laquelle serait utilisée dans la Directive 2015/996/CE. Cette méthode n'étant pas encore disponible, c'est une méthode non harmonisée qui est appliquée en attendant.

4.2.4 En général, les revêtements asphaltiques denses formés à partir de matériaux enrobés tels que les enrobés bitumineux (EN 13108-1) et le béton bitumineux grenu à forte teneur en mastic (EN 13108-5), de granulométrie en surface généralement comprise entre 5 et 16 mm, relèvent de la classe E, alors que les enduits superficiels grossiers et le ciment Portland en béton brossé peuvent relever de la classe F, et l'enrobé ouvert (PA5) à deux couches peut relever de la classe C, et atteindre parfois la classe B.

4.2.5 L'évaluation d'un revêtement routier *in situ* peut s'effectuer par l'application de la méthode de proximité (CPX) (ISO 11819-2:2017), suivie d'une conversion en valeurs de réduction du bruit.

4.2.6 La classe du label étant fondée sur les valeurs « initiales », la réduction du bruit à la fin de la durée de vie du revêtement peut être inférieure à la valeur correspondant à ladite classe. Il faut en tenir compte lorsque le label est mentionné dans un contrat établi sur une longue période.

## 4.3 Résistance au dérapage sur sol mouillé

4.3.1 Le coefficient de frottement est le rapport entre une force horizontale et une force agissant verticalement, ce qui explique que sa dimension physique soit exprimée en newtons/newtons ou considérée comme adimensionnelle.

4.3.2 La remorque de mesure de l'adhérence décrite dans la norme CEN/TS 15901-9 est un appareil compact, robuste et adaptable qui s'emploie pour déterminer le coefficient de frottement longitudinal, et donc la résistance au dérapage sur toute la longueur.

4.3.3 Toutefois, la procédure de mesure applicable pour déterminer l'adhérence sur sol mouillé des pneumatiques dans le cas de l'étiquette pour pneumatique n'est pas indiquée pour évaluer *in situ* le revêtement des routes, car le véhicule d'essai doit décélérer de 80 km/h à 20 km/h, ce qui n'est pas concevable dans un flot de véhicules en circulation.

4.3.4 Pour la conversion entre différentes vitesses de circulation, une perte constante de 0,05 par augmentation de vitesse de 20 km/h peut être appliquée à des fins pratiques, mais n'est pas exacte.

<sup>1</sup> L'avantage d'une référence numérique, par rapport à une référence physique comme le revêtement de référence utilisé dans la norme ISO 10844, est que les différences entre les tronçons de revêtement réels sont moyennées, tout comme les variations dans le temps, dues à l'usure notamment.

4.3.5 Pour plusieurs types de revêtements, en particulier les mélanges de matériaux enrobés, mais aussi le béton de ciment Portland, la résistance au dérapage sur sol mouillé peut fluctuer considérablement pendant les premières semaines ou mois d'efforts dus au roulage, en raison de l'usure provoquée par la circulation sur le manteau de ciment, le gravillonnage et/ou le mastic bitumineux recouvrant la surface du granulat minéral. La classe du label pour la résistance au dérapage est fondée sur la valeur de résistance obtenue après 2 à 9 mois de circulation, soit après les fluctuations initiales et au début de la diminution à long terme de la résistance au dérapage qu'entraîne le polissage. Les fluctuations initiales sont hors du champ d'application du label et devraient être traitées séparément dans les spécifications du contrat, par exemple en fixant des exigences minimales.

4.3.6 La résistance au dérapage sur le revêtement peut baisser au fil du temps et tomber à des valeurs *in situ* inférieures à celle de la classe du label. Il faut en tenir compte lorsque le label est mentionné dans un contrat établi sur une longue période.

4.3.7 Il reste très difficile de prédire la résistance au dérapage sur sol mouillé *in situ* en s'appuyant sur des spécimens de revêtements fabriqués en laboratoire. Toutefois, la détermination du coefficient de frottement après polissage [EN 12697-49:2014] fournit un classement relatif du revêtement routier qui correspond bien au classement *in situ*. En outre, d'autres recherches menées précédemment à l'échelon européen (projet SKIDSAFE) ont abouti à l'élaboration d'une machine qui caractérise la résistance au dérapage en laboratoire (SR-ITD, dispositif de mise à l'épreuve de l'interface de résistance au dérapage).

#### 4.4 Résistance au roulement

##### 4.4.1 Considérations générales

4.4.1.1 La résistance au roulement est influencée par de nombreux facteurs :

- Les paramètres des pneumatiques (charge, taille, structure, composition, etc.) ;
- Les conditions (température de l'air, de la chaussée et des pneumatiques, entre autres) ;
- Les paramètres de la chaussée :
  - Texture de la chaussée : microtexture, macrotexture, mégatexture et irrégularités du revêtement [ISO 13473-1 et -2] ;
  - Déformation de la chaussée sous les charges de roulage (lourdes) ;
  - Élasticité (ou, au contraire, perte d'énergie viscoélastique) de la chaussée sous les charges.

4.4.1.2 Aux fins de la labellisation d'un revêtement, il est préférable que les paramètres des pneumatiques et les conditions ci-dessus restent constants. En ce qui concerne les paramètres de la chaussée, la déformation et l'élasticité sont exclues car elles se rapportent probablement davantage à l'ensemble de la structure ou de l'infrastructure de la chaussée qu'à la couche d'usure. En outre, l'importance des effets de la microtexture, de la mégatexture et des irrégularités du revêtement étant jugée mineure par rapport aux effets de la macrotexture, il n'en est pas tenu compte.

4.4.1.3 La classe du label étant fondée sur les valeurs « initiales », la réduction de la résistance au roulement à la fin du cycle de vie du revêtement peut être inférieure à la valeur correspondant à ladite classe. Il faut en tenir compte lorsque le label est mentionné dans un contrat établi sur une longue période.

##### 4.4.2 Exemples de systèmes de mesure et de procédures d'analyse mis en pratique

4.4.2.1. À l'heure actuelle, plusieurs systèmes de mesure sont utilisés. En Europe, les appareils de mesurage « accessibles au public » qui sont actuellement utilisés sont la remorque de l'Université technologique de Gdańsk (Pologne) et celle du Centre de recherches routières (Belgique). Il n'existe pas de norme officielle relative au mesurage de la résistance au roulement. Des différences peuvent donc exister entre les valeurs absolues de résistance calculées par les différents systèmes de mesure. Les résultats actuels indiquent que ces différences entre les systèmes de mesure correspondent principalement à un biais

constant. Les différences entre les revêtements routiers dépendent moins des caractéristiques du système de mesure ou de l'analyse des résultats. De ce fait, les valeurs indiquées sur le label d'un revêtement donné correspondent à la réduction par rapport au revêtement de référence « virtuel », lequel est un asphalté coulé gravillonné (enrobé SMA) ou un matériau enrobé à texture ouverte dont le granulat a une taille maximale de 11 mm.

4.4.2.2 La remorque de mesure de la résistance au roulement de l'Université technologique de Gdańsk a trois roues (voir la figure 1). Les deux roues avant font office de bloc de roulement. La roue arrière, qui est la roue de mesure, est fixée au cadre de la remorque par un bras articulé dont l'angle indique la valeur de la résistance au roulement que subit la roue de mesure. Ces dernières années, cette remorque a été perfectionnée afin de réduire encore plus les effets des variations non souhaitées sur les résultats des mesures.

Figure 1

**Remorque de l'Université technologique de Gdańsk servant à mesurer la résistance au roulement d'un revêtement routier**



4.4.2.3 En 2012, les effets des différences de température sur les valeurs du coefficient de résistance au roulement mesurées par la remorque de l'Université technologique de Gdańsk ont été étudiés [M+P.DVS.12.08.3]. Les températures du flanc du pneumatique, du revêtement et de l'air ont été mesurées en même temps que la résistance au roulement. D'après les résultats, la résistance au roulement en fonction de la température pouvait être décrite de la façon la plus exacte en se référant à la température du flanc du pneumatique. Par la suite, l'Université technologique de Gdańsk a aussi suggéré une correction fondée sur les valeurs de la température de l'air, cette dernière étant probablement plus facile à mesurer pour certaines parties.

4.4.2.4 Les deux méthodes peuvent être appliquées pour obtenir des résultats corrigés tenant compte de la température, mais une comparaison directe des valeurs absolues n'est pas possible si la correction est réalisée au moyen de méthodes différentes.

Les corrections à apporter aux résultats enregistrés sur la remorque de l'Université technologique de Gdańsk sont les suivantes :

$$RRC_{T_{\text{pneu}} \text{ corr}, T_{\text{pneu}} \text{ réf } 25^{\circ}\text{C}} = RRC_{\text{non corrigé}} - 0,17 \cdot (25 - T_{\text{flanc du pneu}})$$

$$RRC_{T_{air\ corr}, T_{air\ ref\ 20^{\circ}C}} = RRC_{non\ corrigé} \cdot (1 + 0,014 \cdot (T_{air} - 20))$$

4.4.2.5 Les valeurs de résistance au roulement de référence ci-après, calculées à partir des mesures prises au moyen de la remorque de l'Université technologique de Gdańsk, ont été déterminées en s'appuyant sur la résistance moyenne au roulement sur 15 tronçons de route ayant un revêtement d'une granulométrie de 0/11 :

$$RRC_{RR,ref\ T_{pneucorr}} = 9,50 \quad [kg/t]$$

$$RRC_{RR,ref\ T_{air\ corr}} = 8,58 \quad [kg/t]$$

#### 4.4.3 Informations générales sur le rapport entre la résistance au roulement et la texture

4.4.3.1 En 2012 [M+P.DVS.12.08.3], une grande campagne de mesure a été menée afin de déterminer le rapport entre la résistance au roulement et la texture du revêtement. Les valeurs de la résistance au roulement avaient été calculées à partir de mesures réalisées par l'Université technologique de Gdańsk. Ces travaux de recherche ainsi que d'autres travaux ont montré l'existence d'un lien important entre la texture du revêtement et la résistance au roulement.

4.4.3.2 Plusieurs modèles fondés sur la profondeur moyenne du profil (MPD), la rugosité quadratique moyenne (RMS) et le coefficient d'asymétrie [ISO 13473-1, -2 et -3] de la texture ont été mis à l'essai. On a considéré que le modèle ci-après était le plus adéquat [M+P.PGEL.17.06.1] :

$$RRC = C1 \cdot MPD + C2 \cdot \frac{MPD}{RMS} + C3$$

où C1, C2 et C3 sont des constantes.

4.4.4.3 On notera qu'en raison des inexactitudes liées au modèle, la résistance au roulement qui est estimée en utilisant les paramètres de la texture peut être différente de la valeur de résistance au roulement mesurée directement. Cela peut entraîner des écarts allant jusqu'à  $\pm 0,7$  kg/t (intervalle de confiance de 95 %), soit plus ou moins deux classes de résistance au roulement.

#### 4.5 Durée de vie

4.5.1 La durée de vie dépend de tous les types de dégradation du revêtement :

- Irrégularités ;
- Fissures ;
- Déchaussement ;
- Abrasion par les pneumatiques cloutés ;
- Autres formes de dégradation.

4.5.2 Le type de dégradation qui atteint le premier un degré de nature à compromettre les valeurs limites d'aptitude à l'emploi (définies dans un contrat ou dans des règlements nationaux ou internationaux) a une importance critique car il conditionne la durée de vie. Pour différents types de revêtement, différents types de dégradation peuvent avoir une importance critique. En outre, chaque type de dégradation subit les effets de nombreux facteurs tels que le volume de trafic et les conditions climatiques.

4.5.3 La durée de vie *in situ* peut sembler évidente, mais elle dépend des limites fixées en ce qui concerne l'état de la chaussée (degré de dégradation, notamment la profondeur des ornières, le nombre et la gravité des fissures ou l'ampleur du déchaussement, entre autres), lesquelles définissent la « fin de vie ». Dans une même situation, le fait d'accepter un degré de dégradation plus grand allongera la durée de vie. Les degrés de dégradation acceptables varient souvent d'une catégorie de route à une autre (des autoroutes aux routes rurales) et peuvent varier en fonction des pays, des régions et des autorités routières. En outre, la durée de vie d'une qualité de revêtement donnée dépend de la circulation (intensité, poids, manœuvres).

4.5.4 Il est encore plus difficile de prédire la durée de vie d'un revêtement juste après la clôture des travaux ou au stade de la conception en laboratoire. Actuellement, il n'existe aucune méthode (méthode d'essai ou modèle prédictif) qui permette de prédire de manière fiable la dégradation d'un revêtement sous l'effet du temps et du trafic cumulé. Il n'en existe pas pour tel ou tel type de dégradation, ni pour telle ou telle combinaison de types de dégradation, ni pour déterminer quel type de dégradation aura une importance critique (lequel compromet le premier les valeurs limites d'aptitude à l'emploi en fonction du type de dégradation). Il existe cependant plusieurs façons de fonder des réclamations concernant la durée de vie : en se basant sur la performance à long terme des revêtements de référence, en ayant recours à la modélisation numérique ou encore en combinant les résultats de tests réalisés en laboratoire.

## 5. Références

5.1 Design Manual for Roads and Bridges (DMRB) – Volume 7 Pavement Design and Maintenance – Section 3 Pavement Maintenance Assessment – Part 1 HD 28/15 Skidding Resistance ; Highways England et al.

5.2 M+P.DVS.12.08.3, « Influence of road surface type on rolling resistance – Results of the measurements 2013 » (Influence du type de revêtement de chaussée sur la résistance au roulement), quatrième révision, 20 novembre 2013.

5.3 M+P.PGEL.17.06.1, « Enhancements of texture vs rolling resistance model » (Améliorations du modèle d'analyse texture/résistance au roulement), M+P consulting engineers, Vught (Pays-Bas), 12 juin 2017.

5.4 prEN 13036-2a, Caractéristiques de surface des routes et aéroports – Méthodes d'essai – Partie 2a : détermination de l'adhérence d'un revêtement de chaussée en procédant au mesurage du coefficient de frottement transversal, 18 octobre 2017.

## II. Texte de la Résolution sur l'évaluation des performances et la classification des revêtements routiers – Cadre pour la labellisation des revêtements routiers

### Préambule

*Le Forum mondial de l'harmonisation des Règlements concernant les véhicules (WP.29),*

*Conscient* que l'interaction entre les pneumatiques des véhicules et les revêtements routiers dépend des performances des uns et des autres ;

*Visant* un haut niveau de protection de l'environnement, de sécurité et de rendement énergétique et une longue durée de service pour les chaussées ;

*Souhaitant* faciliter l'évaluation des performances des revêtements routiers au moyen d'une classification bien fondée sur le plan technique et aisée à comprendre, reposant sur la résistance au dérapage, le bruit des pneumatiques sur la chaussée, l'incidence de la chaussée sur la résistance des pneumatiques au roulement et la durée de vie de la chaussée ;

*Gardant à l'esprit* qu'il existe de multiples façons d'utiliser des caractéristiques uniformisées pour les performances des chaussées dans le cadre des contrats de construction de routes, à savoir :

- Sous forme de spécifications aux fins des appels d'offres pour la construction de routes, qui permettent aux administrations compétentes ou à d'autres personnes morales commandant des travaux pour des routes de préciser les performances attendues des revêtements sur la base de classes correspondant à des caractéristiques fonctionnelles importantes ;
- Sous forme d'attestations fournies par les soumissionnaires (instauration d'un climat de confiance) ;
- Sous forme d'agrément portant sur les travaux, c'est-à-dire de cadres permettant de comparer les caractéristiques résultantes aux caractéristiques attendues ;
- Sous forme de valeurs limites valables sur une période de garantie ou une période de maintenance ;

*Gardant à l'esprit* que la présente Résolution n'a pas de valeur réglementaire pour les Parties contractantes ;

*Recommande* que la présente Résolution soit utilisée pour évaluer les performances des revêtements routiers dans le cadre de l'établissement de labels pour lesdits revêtements sur la base d'indicateurs de performance.

### 1. Objectifs

1.1 La présente Résolution établit un cadre pour l'évaluation des performances des revêtements routiers et la fourniture, sous forme de label, de données uniformisées sur les principales caractéristiques des revêtements routiers, cadre qui permet aux clients de faire des choix éclairés lorsqu'ils commandent des travaux routiers pour lesquels de nouveaux revêtements sont utilisés.

1.2 Elle a pour objet d'accroître la sécurité du transport routier, ainsi que son efficacité sur les plans économique et écologique, par la promotion de revêtements routiers réduisant le bruit, sûrs, à haut rendement en carburant et d'une grande durabilité.

1.3 Les labels pour revêtements routiers inciteront les professionnels du secteur à concevoir, construire et entretenir des routes sûres, pratiques, durables et économiques.

1.4 Les principales conditions à respecter dans le cadre de l'utilisation de labels pour les revêtements routiers sont les suivantes :

- La compatibilité avec la réglementation actuelle de l'Union européenne en ce qui concerne l'étiquetage des pneumatiques ;
- La compatibilité avec les normes et les méthodes de mesure internationales actuelles ;
- L'applicabilité aux routes nouvelles comme aux routes déjà construites ;
- La compatibilité avec les innovations (produits et procédés).

1.5 Les labels pour revêtements routiers sont conçus pour être employés de multiples façons dans le cadre des contrats de construction de routes :

- Sous forme de spécifications aux fins des appels d'offres pour la construction de routes, qui permettent aux administrations compétentes ou à d'autres personnes morales commandant des travaux pour des routes de préciser les performances attendues des revêtements sur la base de classes correspondant à des caractéristiques fonctionnelles importantes ;
- Sous forme d'attestations fournies par les soumissionnaires (instauration d'un climat de confiance) ;
- Sous forme d'agrément portant sur les travaux, c'est-à-dire de cadres permettant de comparer les caractéristiques résultantes aux caractéristiques attendues ;
- Sous forme de valeurs limites valables sur une période de garantie ou une période de maintenance.

1.6 On trouvera dans la présente Résolution des lignes directrices pour décrire les performances des revêtements routiers et classer ceux-ci dans le cadre de l'établissement d'un label pour lesdits revêtements. Les conditions de labellisation des revêtements sont énoncées dans le champ d'application de la Résolution. Les instructions de présentation du label sont également fournies.

## 2. Champ d'application

2.1 La présente Résolution contient les critères de description et de classification des performances des revêtements routiers (couche de roulement) sur la base de quatre indicateurs de performance :

- a) Réduction du bruit ;
- b) Résistance au dérapage ;
- c) Réduction de la résistance au roulement ;
- d) Durée de vie.

2.2 La Résolution s'applique à tous les types de revêtements routiers.

## 3. Définitions

Dans la présente Résolution, on entend par :

3.1 « *Revêtement routier* », la couche supérieure d'une chaussée bitumée ;

3.2 « *Client* », la personne morale qui signe un contrat pour l'exécution de travaux routiers, qu'il s'agisse de construction, de rénovation ou d'entretien, dans le cadre desquels un nouveau revêtement routier est construit ou appliqué ;

3.3 « *Entreprise de travaux publics* », la personne morale chargée de la construction ou de l'application d'un nouveau revêtement routier sur la base du contrat ;

3.4 « *Contrat* », le contrat signé entre le client et l'entreprise de travaux publics, aux termes duquel le client engage l'entreprise à exécuter des travaux routiers, qu'il s'agisse de construction, de rénovation ou d'entretien, dans le cadre desquels un nouveau revêtement routier est construit ou appliqué ;

3.5 « *Label pour revêtement routier* », une représentation graphique des quatre indicateurs de performance des revêtements routiers, dans le format présenté à l'annexe IV ;

3.6 « *Réduction du bruit* », ou « *NR* » (« *Noise Reduction* »), la réduction du bruit de roulement des pneumatiques sur la chaussée, exprimée en dB(A), par rapport à un revêtement de référence virtuel, comme expliqué à l'annexe II ;

3.7 « *Résistance au dérapage* », ou « *SR* » (« *Skid Resistance* »), le coefficient de frottement en conditions humides, comme expliqué à l'annexe III ;

3.8 « *Réduction de la résistance au roulement* », ou « *RRR* » (« *Rolling Resistance Reduction* »), la réduction du coefficient de résistance au roulement, par rapport à un revêtement de référence virtuel, comme expliqué à l'annexe IV ;

3.9 « *Durée de vie* », ou « *LS* » (« *Life Span* »), le nombre d'années entre l'ouverture à la circulation d'une chaussée et le moment où celle-ci ne répond plus à une ou plusieurs des exigences formulées dans le contrat pour l'état de son revêtement, comme expliqué à l'annexe V.

#### 4. Spécifications

4.1 La classe pour la réduction du bruit est fondée sur l'échelle de classification de « A » à « G » présentée au paragraphe 1 de l'annexe I et déterminée conformément à l'annexe II de la présente Résolution.

4.2 La classe pour la résistance au dérapage est fondée sur l'échelle de classification de « A » à « G » présentée au paragraphe 2 de l'annexe I et déterminée conformément à l'annexe III de la présente Résolution.

4.3 La classe pour la réduction de la résistance au roulement est fondée sur l'échelle de classification de « A » à « G » présentée au paragraphe 3 de l'annexe I et déterminée conformément à l'annexe IV de la présente Résolution.

4.4 La classe pour la durée de vie est fondée sur l'échelle de classification de « A » à « G » présentée au paragraphe 4 de l'annexe I et peut être déterminée conformément à l'annexe V.

4.5 Le label à utiliser pour le revêtement routier est illustré à l'annexe VI. La flèche noire indique la classe appropriée pour chaque indicateur de performance.

## Annexe I

## Classification des caractéristiques des revêtements routiers

## 1. Réduction du bruit

Tableau 1

## Classes pour la réduction du bruit (NR)

	<b>Réduction du bruit (NR)</b> en dB(A)
A	NR ≥ 11,0
B	8,0 ≤ NR < 11,0
C	5,0 ≤ NR < 8,0
D	2,0 ≤ NR < 5,0
E	-1,0 ≤ NR < 2,0
F	-4,0 ≤ NR < -1,0
G	NR < -4,0

## 2. Résistance au dérapage

Tableau 2

## Classes pour la résistance au dérapage (SR)

	<b>Résistance au dérapage (SR)</b> selon le coefficient de frottement
A	SR ≥ 0,83
B	0,68 ≤ SR < 0,83
C	0,59 ≤ SR < 0,68
D	0,50 ≤ SR < 0,59
E	0,42 ≤ SR < 0,50
F	0,33 ≤ SR < 0,42
G	SR < 0,33

## 3. Réduction de la résistance au roulement

Tableau 3

## Classes pour la réduction de la résistance au roulement (RRR)

	<b>Réduction de la résistance au roulement (RRR)</b> en kg/t
<b>A</b>	$RRR \geq 2,0$
<b>B</b>	$1,5 \leq RRR < 2,0$
<b>C</b>	$1,0 \leq RRR < 1,5$
<b>D</b>	$0,5 \leq RRR < 1,0$
<b>E</b>	$0,0 \leq RRR < 0,5$
<b>F</b>	$-1,0 \leq RRR < 0,0$
<b>G</b>	$RRR < -1,0$

## 4. Durée de vie

Tableau 4

## Classes pour la durée de vie (LS)

	<b>Durée de vie (LS)</b> en années
<b>A</b>	$LS \geq 18$
<b>B</b>	$15 \leq LS < 18$
<b>C</b>	$12 \leq LS < 15$
<b>D</b>	$10 \leq LS < 12$
<b>E</b>	$8 \leq LS < 10$
<b>F</b>	$4 \leq LS < 8$
<b>G</b>	$LS < 4$

## Annexe II

### Détermination de la valeur de réduction du bruit

a) La valeur de réduction du bruit devrait être déterminée à 80 km/h pour les véhicules à moteur légers, conformément aux procédures applicables à un revêtement routier exposées dans la présente annexe. D'autres méthodes peuvent être appliquées à condition qu'elles produisent les mêmes résultats avec la précision de la méthode originale.

b) Dans le cas d'un appel d'offres, c'est-à-dire avant la construction d'un revêtement routier, des valeurs indicatives pour la réduction du bruit peuvent être fournies sur la base d'essais en laboratoire. Cependant, les valeurs en conditions réelles, telles qu'elles sont calculées conformément aux dispositions de la présente annexe, sont déterminantes.

c) La valeur de réduction du bruit, NR, correspond à la différence entre les niveaux sonores au passage de véhicules à moteur légers à 80 km/h sur un « revêtement de référence virtuel » et les niveaux sonores au passage de véhicules sur le revêtement routier visé à l'état neuf. Elle est positive si le niveau de bruit des pneumatiques sur le revêtement visé est inférieur au niveau de bruit sur le « revêtement de référence virtuel ». Ce dernier est défini sur la base d'un ensemble de niveaux sonores au passage de véhicules sur du béton bitumineux dense d'âge moyen. Les propriétés du revêtement de référence ont été établies à partir de la moyenne obtenue sur environ une dizaine de sites différents d'âges différents et à des plages de vitesses différentes.

d) La méthode ci-dessus peut être appliquée à d'autres catégories de véhicules et à d'autres vitesses pour un revêtement routier donné. On peut également calculer la « correction initiale pour le revêtement routier » ( $C_{\text{initial}}$ ) pour un « type de revêtement routier » (groupe de revêtements routiers dont la composition et les caractéristiques sont similaires) lorsqu'au moins cinq tronçons du type en question ont été soumis à une mesure. La correction initiale pour le revêtement routier ( $C_{\text{initial}}$ ) correspond à la différence entre les niveaux sonores au passage d'une certaine catégorie de véhicules sur le type de revêtement visé à l'état neuf et les niveaux sonores au passage des véhicules sur le « revêtement de référence virtuel ». On notera que  $C_{\text{initial}}$  est une valeur négative si le niveau de bruit des pneumatiques sur le revêtement visé est inférieur au niveau de bruit sur le « revêtement de référence virtuel », alors que la valeur de réduction du bruit est une valeur positive.

e) Quand on compare les niveaux sonores au passage de véhicules sur un revêtement routier à l'état neuf aux niveaux sonores au passage de véhicules sur le revêtement de référence d'âge moyen, on surestime bien entendu l'effet de réduction du bruit du revêtement neuf en moyenne sur sa durée de vie. Cette surestimation est compensée par la variable  $C_{\text{time}}$ , qui représente la dégradation acoustique sur la durée de vie du revêtement. La correction totale pour le revêtement routier ( $C_{\text{road}}$ ) s'obtient en additionnant la correction initiale pour le revêtement routier ( $C_{\text{initial}}$ ) et la dégradation dans le temps ( $C_{\text{time}}$ ), soit  $C_{\text{road}} = C_{\text{initial}} + C_{\text{time}}$ . Dans la présente annexe, seule la méthode de détermination de la correction initiale pour le revêtement routier ( $C_{\text{initial}}$ ) est présentée. Néanmoins, la description de la méthode de détermination de la valeur de réduction du bruit d'un revêtement routier donné (NR) est accompagnée d'autres informations.

#### 1. Mesures

##### 1.1 Méthode de mesure

Afin de déterminer la correction initiale pour le revêtement routier pour un type de revêtement donné, il faut appliquer la méthode de mesure au passage, ou méthode SPB (Statistical Pass-By method).

En vue de décrire et de répertorier la valeur de réduction du bruit d'un revêtement routier donné, il convient de réaliser des mesures dans un délai de 2 à 9 mois après l'ouverture de la chaussée à la circulation.

La méthode de mesure SPB est décrite dans la norme ISO 11819-1:2001. Elle consiste à enregistrer les niveaux de bruit sur différents passages de véhicules. En outre, une distinction est faite entre les trois catégories de véhicules définies dans la norme, à savoir :

- Les véhicules à moteur légers, soit les voitures (1) ;
- Les véhicules à moteur lourds ayant deux essieux (2a) ;
- Les véhicules à moteur lourds à essieux multiples (2b).

Seuls les véhicules légers (1) sont pris en considération pour déterminer la valeur de réduction du bruit (NR).

En ce qui concerne la correction pour le revêtement routier, seuls les véhicules légers (1) et les véhicules lourds à essieux multiples (2b) sont pertinents. La correction pour le revêtement routier dans le cas des véhicules lourds à deux essieux (2a) n'est pas déterminée séparément, mais est considérée comme étant équivalente à la correction pour le revêtement routier dans le cas des véhicules lourds à essieux multiples (2b). Dans la pratique, le nombre de véhicules lourds qui passent devant un point de mesure est souvent trop faible pour que l'on puisse établir une correction distincte pour cette catégorie de véhicules. S'agissant des véhicules à moteur légers, la catégorie 1b définie à l'annexe B de la norme NEN-EN-ISO 11819-1:2001 est ignorée.

Pour les véhicules qui passent, on enregistre le niveau de pression acoustique maximal (niveau  $L_{Amax}$ ), avec le spectre de fréquences dans les bandes d'octaves (de 63 Hz à 8 000 Hz) et la vitesse du véhicule, à une distance de 7,5 m du centre de la voie de circulation. La hauteur à laquelle s'effectue la mesure est de 3,0 m, et non de 1,2 m comme il est prescrit dans la norme ci-dessus. Cette hauteur supérieure a été choisie afin de réduire au minimum l'incidence du sol et éventuellement des barrières de sécurité sur le niveau sonore. Ainsi, il n'est pas nécessaire de se conformer strictement aux critères énoncés dans la norme ISO ci-dessus pour les propriétés acoustiques du sol à l'emplacement de mesure. Il est cependant recommandé de tenir compte de ces critères autant que possible pour le choix de l'emplacement de mesure.

Afin de déterminer la correction initiale pour le revêtement routier ( $C_{initial}$ ) pour un type de revêtement donné, des mesures doivent être prises pour cinq (au minimum) tronçons de chaussée distincts, espacés les uns des autres, sur le même type ou produit de revêtement. Un tronçon de chaussée qui a été construit au cours d'une même journée est considéré comme un seul et même tronçon.

### 1.2 Indications relatives au nombre de véhicules à soumettre à la mesure

En vue de déterminer la correction initiale pour le revêtement routier ( $C_{initial}$ ) pour un type de revêtement donné, il faut disposer de mesures pour au moins 100 véhicules légers et 50 véhicules lourds à essieux multiples à chaque emplacement de mesure. Il se peut toutefois qu'on n'obtienne pas ces quantités à un emplacement donné, en raison par exemple d'un trop faible nombre de véhicules lourds de transport de marchandises qui passent. Malgré tout, le résultat à cet emplacement peut être introduit dans l'analyse visant à déterminer la correction pour le revêtement. En dernière analyse, c'est la dimension de l'intervalle de confiance de 95 % de la moyenne sur tous les emplacements de mesure qui détermine si le résultat final est suffisamment fiable. Ainsi, des résultats moins fiables à tel emplacement (en raison par exemple d'un nombre relativement faible de véhicules) peuvent être compensés par des résultats plus fiables à tel autre emplacement. Cela est expliqué plus en détail à la section 3.

### 1.3 Correction de la température

Les émissions sonores des véhicules dépendent, entre autres, de la température de l'air et du revêtement. Une température plus basse a pour effet un niveau de bruit plus élevé, compte tenu de la modification des propriétés des pneumatiques et du revêtement. À partir des données de mesure disponibles, une correction de la température a été établie pour les véhicules à moteur légers et lourds. Ainsi, tous les résultats des mesures sont alignés sur une température de référence de 20 °C. Conformément à la norme ISO, les mesures doivent être prises à une température comprise entre 5 °C et 30 °C.

Les corrections de température  $C_{temp,m}$  pour les véhicules légers ( $m = 1$ ) et pour les véhicules lourds ( $m = 2b$ ) respectivement sont déterminées comme suit à partir de la température de l'air,  $T_{air}$ , relevée en degrés Celsius à 1,5 m au-dessus de la chaussée, à l'emplacement de mesure :

$$C_{temp,1} = 0,05 \cdot (T_{air} - 20) \quad (2a)$$

$$C_{temp,2b} = 0,03 \cdot (T_{air} - 20) \quad (2b)$$

## 2. Détermination du niveau sonore moyen par catégorie de véhicules et par emplacement de mesure

Dans le cas d'une mesure par la méthode SPB, chaque fois qu'un véhicule passe, on enregistre sa vitesse et le bruit qu'il produit au moment précis de son passage devant le microphone. Pour chaque emplacement de mesure, la régression linéaire pour les véhicules légers et pour les véhicules lourds est déterminée à partir du niveau sonore tel que mesuré en fonction du logarithme de la vitesse enregistrée.

Les résultats pour les véhicules légers ou les véhicules lourds à un emplacement de mesure ne peuvent pas être utilisés afin de déterminer la correction pour le revêtement routier si la moitié de l'intervalle de confiance de 95 % de la ligne de régression pour ledit emplacement, à la vitesse moyenne des véhicules légers ou lourds soumis à la mesure, après avoir été arrondie à une décimale, est supérieure à :

$$0,3 \cdot \sqrt{99/(N_1 - 1)} \text{ pour les véhicules légers ; et} \quad (3a)$$

$$0,8 \cdot \sqrt{49/(N_{2b} - 1)} \text{ pour les véhicules lourds} \quad (3b)$$

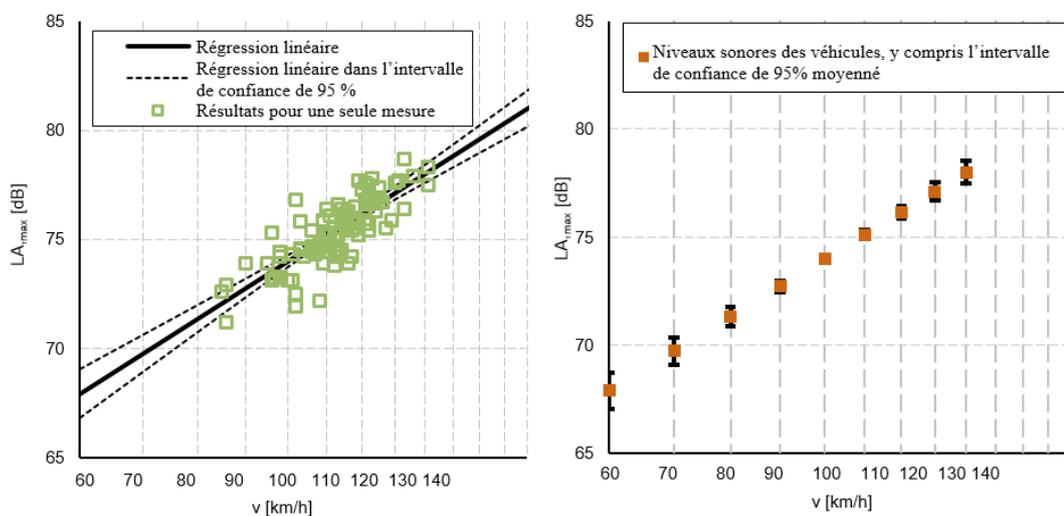
où  $N_1$  est le nombre de véhicules légers et  $N_{2b}$  le nombre de véhicules lourds soumis à la mesure.

Le niveau sonore pondéré A et moyenné et l'intervalle de confiance de 95 % pour ce niveau s'obtiennent à partir de la ligne de régression, pour les valeurs de vitesse discrètes de 30 ou 40 km/h jusqu'à 130 km/h (par incréments de 10 km/h, et jusqu'à 100 km/h pour les véhicules lourds), après correction de la température comme expliqué à la section 1.3.

Dans l'exemple de la figure 1, le graphique à gauche représente les niveaux sonores maximaux ( $L_{Amax}$ ) mesurés au passage de véhicules de la même catégorie (en l'occurrence, des véhicules légers) en fonction de la vitesse mesurée, ainsi que la ligne de régression et les limites de l'intervalle de confiance de 95 % de cette dernière. Le graphique à droite représente quant à lui les valeurs de la ligne de régression par incréments de 10 km/h.

Figure 1

**Exemple de régression linéaire (à gauche, avec l'intervalle de confiance de 95 %) sur la base des niveaux sonores  $L_{Amax}$  mesurés en fonction du logarithme de la vitesse relevée à un même emplacement et pour une même catégorie de véhicules (véhicules légers), les valeurs sur la ligne de régression étant présentées à droite par incréments de 10 km/h, avec l'intervalle de confiance**



Le niveau sonore sur la ligne de régression pour une vitesse donnée (indiquée par incréments de 10 km/h) est jugé « fiable » lorsque la moitié de l'intervalle de confiance de 95 % pour cette vitesse, après avoir été arrondie à une décimale, est inférieure ou égale à :

$$0,3 \cdot \sqrt{(99/(N_1 - 1))} \text{ pour les véhicules légers ; et}$$

$$0,8 \cdot \sqrt{(49/(N_{2b} - 1))} \text{ pour les véhicules lourds.}$$

Le tableau 1 présente les limites de l'intervalle de confiance de 95 % en fonction du nombre de mesures.

Tableau 1

**Le niveau sonore par catégorie de véhicules à une vitesse donnée et à un emplacement de mesure donné est jugé « fiable » lorsque la moitié de l'intervalle de confiance de 95 % ne dépasse pas les valeurs  $\Delta 95\% ci_{max}$  spécifiées**

<i>Véhicules légers</i>		<i>Véhicules lourds</i>	
<i>Nombre de passages</i>	<i><math>\Delta 95\% ci_{max}</math></i>	<i>Nombre de passages</i>	<i><math>\Delta 95\% ci_{max}</math></i>
25	0,7	10	1,9
50	0,5	15	1,6
75	0,4	25	1,1
100	0,3	50	0,8
125	0,3	60	0,7
150	0,2	75	0,7
200	0,2	100	0,6
300	0,2	150	0,5
500	0,1	250	0,4
1000	0,1		

### 3. Valeur de réduction du bruit sur la base d'une mesure à un même emplacement

Afin de déterminer la valeur de réduction du bruit (NR) sur la base d'une mesure par la méthode SPB, il convient de respecter le nombre minimal de passages de véhicules suivant :

- 100 véhicules légers ( $m = 1$ ) ;
- 50 véhicules lourds ( $m = 2b$ ).

Les niveaux sonores sur la ligne de régression pour une vitesse donnée (indiquée par incréments de 10 km/h) sont présentés en tant que résultats SPB « fiables » à condition que la moitié de l'intervalle de confiance de 95 % pour cette vitesse, après avoir été arrondie à une décimale, soit inférieure ou égale à :

$$0,3 \cdot \sqrt{(99/(N_1 - 1))} \text{ pour les véhicules légers ; et}$$

$$0,8 \cdot \sqrt{(49/(N_{2b} - 1))} \text{ pour les véhicules lourds.}$$

Les niveaux sonores jugés fiables sont comparés aux niveaux pour le revêtement de référence, qui peuvent être calculés comme suit :

$$L_{ref, m=1}(v) = 77,2 + 30,6 \log(v / v_{0,m=1}) \text{ pour les véhicules légers,}$$

avec  $v_{0,m=1} = 80 \text{ km/h}$

et

$$L_{ref, m=2b}(v) = 84,4 + 27,0 \log(v / v_{0,m=2b}) \text{ pour les véhicules lourds,}$$

avec  $v_{0,m=2b} = 70 \text{ km/h}$ .

La valeur de réduction du bruit (NR) à une vitesse donnée correspond à la différence entre le résultat obtenu par la méthode SPB et la valeur connue pour le revêtement de référence. Le tableau 2 présente un exemple de mesure par la méthode SPB sur la base de 106 passages de véhicules légers. La valeur  $\Delta 95\%ci_{max}$  doit être inférieure ou égale à 0,3 dB pour ce nombre de passages.

Tableau 2

**Le niveau sonore pour les véhicules légers et la réduction de bruit correspondante (NR) sont jugés « fiables » lorsque la moitié de l'intervalle de confiance de 95 % (indiqué entre parenthèses) ne dépasse pas les valeurs  $\Delta 95\%ci_{max}$  spécifiées**

[dB]	Vitesse [km/h]						
	50	60	70	80	90	100	110
Résultat par la méthode SPB ( $L_{m=1}$ ( $\Delta 95\%ci_{max}$ ))	65,8 (1,0)	68,4 (0,6)	70,5 (0,3)	72,4 (0,3)	74,0 (0,4)	75,5 (0,6)	76,8 (0,8)
Revêtement de référence ( $L_{ref}$ )	71,0	73,4	75,4	77,2	78,8	80,2	81,4
Réduction de bruit (NR)	-		4,9 <sup>1</sup>	4,8	-	-	-

<sup>1</sup> On notera que la valeur indiquée à 70 km/h n'est pas la valeur voulue, car la vitesse retenue dans ce cas de figure est de 80 km/h.

#### 4. Calcul de la moyenne des résultats de mesure de différents emplacements

La présente section ne concerne pas la détermination de la valeur de réduction du bruit (NR) pour un revêtement routier particulier.

##### 4.1 Vérification de l'écart entre les valeurs sur les emplacements de mesure

Avec les résultats obtenus comme il est expliqué aux sections 1 et 2 ci-dessus, pour chaque valeur de vitesse discrète  $v_m$  (par incréments de 10 km/h) et pour la catégorie de véhicules  $m$  ( $m = 1$  ou  $2b$ ), on dispose des valeurs des niveaux sonores totaux pondérés  $A$  pour les passages de véhicules enregistrés aux différents emplacements  $k$  ( $k = 1, 2, \dots$ )  $L_{k,m}(v_m)$ , soit cinq emplacements (au minimum). Parmi les valeurs disponibles à une vitesse donnée, certaines peuvent être considérées comme « fiables » sur la base de l'intervalle de confiance de 95 %, dans les limites indiquées à la section 2. Pour chaque vitesse, on vérifie si la plage pour ces valeurs dites fiables (de la valeur minimale à la valeur maximale) sur les emplacements visés est inférieure à 2,0 dB(A). Si la plage est supérieure à 2,0 dB(A), l'emplacement pour lequel la valeur s'éloigne le plus de la moyenne des valeurs dites fiables doit être ignoré pour la catégorie de véhicules visée. Au besoin, on répétera cette vérification jusqu'à ce que la plage soit inférieure à 2,0 dB(A). S'il reste moins de cinq emplacements, les données de mesure ne suffisent pas à déterminer la correction pour le revêtement routier. De nouvelles données de mesure doivent alors être ajoutées à cette fin.

Le tableau 3 donne un exemple de niveaux sonores moyens,  $L_{k,m}(v_m)$ , pour six emplacements de mesure représentés dans les colonnes (en fonction de la vitesse), et le tableau 4 présente les valeurs correspondantes de  $\Delta 95\%ci_{k,m}(v_m)$  (moitié de l'intervalle de confiance de 95 % correspondant). Les valeurs dites fiables sont indiquées en vert dans le tableau 3. Aux vitesses de 80 et 90 km/h, il apparaît clairement que la plage des valeurs indiquées en vert pour les emplacements correspondants est supérieure à 2,0 dB(A) et que les valeurs pour l'emplacement 6 (dans le cadre rouge) sont les plus éloignées de la moyenne des valeurs en vert. L'emplacement de mesure 6 est donc ignoré dans la détermination de la correction pour le revêtement routier pour la catégorie de véhicules visée.

Tableau 3

**Exemple de résultats de mesure  $L_{k,m}(v_m)$  pour six emplacements de mesure, avec vérification de l'écart et calcul de la moyenne  $L_{mean,m}(v_m)$  sur l'ensemble des emplacements**

Vitesse $v_m$ [km/h]	$L_{i,m}(v_m)$ Niveaux sonores $L_{A,max}$ , moyennés sur l'ensemble des passages de véhicules, emplacement de mesure $i$ , catégorie de véhicules $m = 1$ (véhicules légers)						$L_{mean,m}(v_m)$ Moyenne pondérée sur l'ensemble des emplacements de mesure
	emplacement 1	emplacement 2	emplacement 3	emplacement 4	emplacement 5	emplacement 6	
30	60,32	59,78	59,28	58,40	57,55	61,10	<b>58,84</b>
40	62,95	62,60	62,32	61,10	60,80	64,60	<b>61,68</b>
50	65,64	65,70	65,50	63,41	63,82	67,46	<b>64,36</b>
60	68,26	68,30	68,41	66,09	66,40	70,22	66,78
70	70,20	70,08	70,68	68,36	<b>68,40</b>	72,56	68,66
80	71,71	71,78	72,26	<b>70,32</b>	<b>70,22</b>	<b>74,58</b>	70,58
90	73,04	<b>73,29</b>	73,65	<b>72,05</b>	<b>71,83</b>	<b>76,36</b>	72,43
100	<b>74,23</b>	<b>74,63</b>	74,89	<b>73,60</b>	73,26	77,96	74,23
110	<b>75,30</b>	<b>75,85</b>	<b>76,01</b>	75,00	74,56	79,40	75,62
120	76,28	76,96	<b>77,04</b>	76,28	75,75	80,72	76,78
130	77,19	77,98	<b>77,98</b>	77,45	76,97	81,93	77,75

Tableau 4

**Exemple de valeurs  $\Delta 95\%ci_{i,m}(v_m)$  (moitié de l'intervalle de confiance de 95 %), celles-ci correspondant aux données du tableau 3**

Vitesse $v_m$ [km/h]	$\Delta 95\%ci_{i,m}(v_m)$ Moitié de l'intervalle de confiance de 95 %, correspondant à $L_{i,m}(v_m)$						$\Delta 95\%ci_{mean,m}(v_m)$ correspondant à $L_{mean,m}(v_m)$
	emplacement 1	emplacement 2	emplacement 3	emplacement 4	emplacement 5	emplacement 6	
30	1,62	1,44	1,55	1,21	1,19	1,05	<b>0,6</b>
40	1,48	1,24	1,32	0,99	0,97	0,79	<b>0,5</b>
50	1,31	1,03	1,17	0,69	0,79	0,58	<b>0,4</b>
60	1,15	0,82	1,02	0,47	0,45	0,37	0,3
70	0,85	0,63	0,86	0,30	0,23	0,35	0,2
80	0,60	0,46	0,67	0,19	0,25	0,28	0,1
90	0,40	0,32	0,51	0,20	0,29	0,30	0,1
100	0,25	0,22	0,37	0,29	0,43	0,35	0,1
110	0,23	0,19	0,26	0,39	0,80	0,42	0,1
120	0,41	0,39	0,24	0,54	0,97	0,53	0,2
130	0,53	0,51	0,30	0,59	1,20	0,62	0,2

#### 4.2 Détermination de la moyenne pondérée sur les emplacements de mesure

Pour chaque catégorie de véhicules  $m$ , on calcule la moyenne pondérée  $L_{mean,m}(v_m)$  des niveaux sonores moyennés  $L_{k,m}(v_m)$  (cinq au minimum) correspondant aux différents emplacements de mesure  $k$  en fonction de la vitesse  $v_m$  (par incréments de 10 km/h). Pour cela, on applique la formule ci-après :

$$L_{mean,m}(v_m) = \frac{\sum_i \frac{L_{k,m}(v_m)}{\Delta 95\%ci_{k,m}(v_m)^2}}{\sum_i \frac{1}{\Delta 95\%ci_{k,m}(v_m)^2}} \quad (4)$$

Dans cette formule,  $\Delta 95\%ci_{k,m}(v_m)$  représente la moitié de l'intervalle de confiance de 95 % à l'emplacement de mesure  $k$  pour la catégorie de véhicules  $m$ . La valeur de l'intervalle de confiance détermine ainsi l'incidence du résultat d'un emplacement de mesure sur la moyenne. Toutes les valeurs sont prises en compte dans  $L_{k,m}(v_m)$ , et non pas seulement les valeurs « fiables » décrites à la section 4.1. Plus l'intervalle de confiance est étroit, moins grande est l'incidence des valeurs sur la moyenne.

On calcule également  $\Delta 95\%ci_{mean,m}(v_m)$  (moitié de l'intervalle de confiance correspondant) pour les valeurs moyennes sur les emplacements de mesure à la vitesse  $v_m$ ,  $L_{mean,m}(v_m)$ , en appliquant la formule suivante :

$$\Delta 95\%ci_{mean,m}(v_m) = \frac{1}{\sqrt{\sum \frac{1}{\Delta 95\%ci_{k,m}(v_m)^2}}} \quad (5)$$

Dans l'exemple présenté aux tableaux 3 et 4, les valeurs  $L_{mean,m}(v_m)$  et  $\Delta 95\%ci_{mean,m}(v_m)$  figurent dans la dernière colonne.

#### 4.3 Analyse de régression

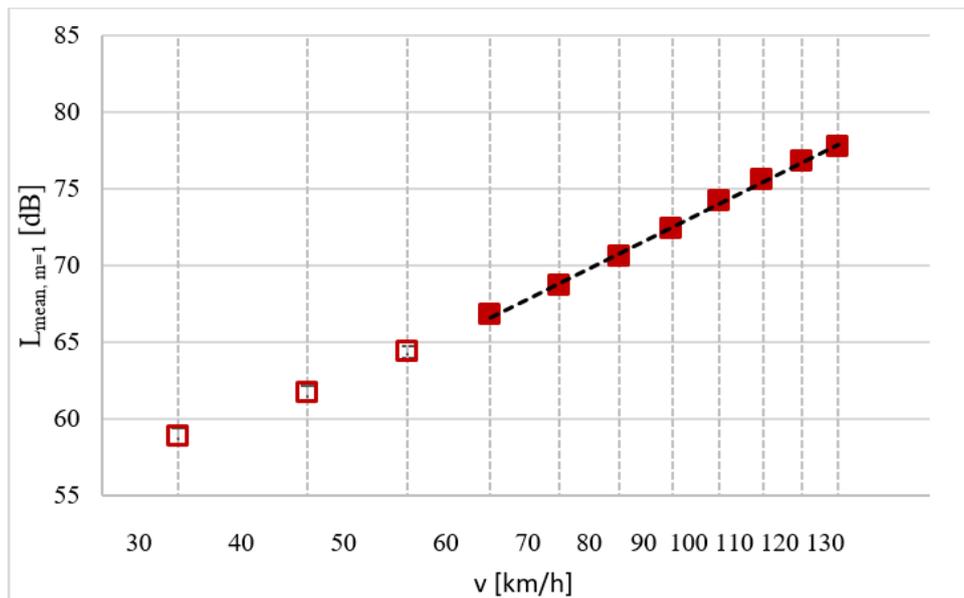
À partir des valeurs moyennes sur tous les emplacements de mesure, pour les valeurs de vitesse discrètes (par incréments de 10 km/h) et pour chaque catégorie de véhicules  $m$ , on peut déterminer la relation entre le niveau sonore total pondéré  $A$  et le logarithme de la vitesse par la méthode de la régression linéaire, en posant  $a_m + b_m \log(v/v_{0,m})$ . La régression linéaire est fondée uniquement sur les valeurs moyennes qui répondent aux critères suivants :

- i) Pour les véhicules légers ( $m = 1$ ) : vitesses de 30 à 130 km/h et  $\Delta 95\%ci_{mean,m}$  (après avoir été arrondi à une décimale)  $\leq 0,3$  ;
- ii) Pour les véhicules lourds à essieux multiples ( $m = 2b$ ) : vitesses de 30 à 100 km/h et  $\Delta 95\%ci_{mean,m}$  (après avoir été arrondi à une décimale)  $\leq 0,8$ .

Si l'on reprend l'exemple du tableau 3, cela signifie que les valeurs  $L_{mean,m}(v_m)$  indiquées en rouge pour les vitesses allant de 30 à 50 km/h sont ignorées dans la détermination de la ligne de régression, laquelle est illustrée à la figure 2.

Figure 2

**Exemple de résultats de mesure sur les emplacements de mesure,  $L_{mean,m}(v)$ , en fonction du logarithme de la vitesse ( $v/v_0$ ) pour les véhicules légers ( $m = 1$ ,  $v_0 = 80$  km/h), avec la ligne de régression. Compte tenu des valeurs de  $\Delta 95\%ci_{mean,m}(v)$  dans le tableau 4, les valeurs  $L_{mean,m}(v)$  sont exclues de la régression pour les vitesses allant de 30 à 50 km/h**



#### 4.4 Détermination de la correction initiale pour le revêtement routier à partir de la différence entre les valeurs par rapport au revêtement de référence

À partir de la différence entre les valeurs  $a_m$  et  $b_m$  visées à la section 4.3 d'une part et les valeurs  $a_{ref,m}$  et  $b_{ref,m}$  pour le revêtement de référence d'autre part, on établit les valeurs  $\Delta L_m$  et  $\tau_m$ , qui déterminent la correction initiale pour le revêtement routier ( $C_{initial}$ ) :

$$\Delta L_m = a_m - a_{ref,m} \quad (6a)$$

$$\tau_m = b_m - b_{ref,m} \quad (6b)$$

où :

$a_{ref,1} = 77,2$  et  $b_{ref,1} = 30,6$  pour les véhicules légers ( $m = 1$ ) et

$a_{ref,2b} = 84,4$  et  $b_{ref,2b} = 27,0$  pour les véhicules lourds ( $m = 2b$ ).

Les valeurs  $\Delta L_m$  et  $\tau_m$  déterminent la correction initiale pour le revêtement routier,  $C_{initial,m}$ , selon la formule suivante :

$$C_{initial,m}(v_m) = \Delta L_m + \tau_m \log(v_m / v_{0,m}) \quad (7)$$

#### 4.5 Intervalle de vitesses dans lequel la correction initiale pour le revêtement routier est valable

La section 4.2 indique la formule de calcul de l'intervalle de confiance de 95 %,  $\Delta 95\%ci_{mean,m}(v_m)$ , pour la valeur moyenne  $L_{mean,m}(v_m)$  sur les emplacements de mesure. La correction initiale pour le revêtement routier est valable uniquement pour les vitesses pour lesquelles  $\Delta 95\%ci_{mean,m}(v_m)$ , après avoir été arrondi à une décimale, est inférieur ou égal à 0,1 dans le cas des véhicules légers ( $m = 1$ ) ou inférieur ou égal à 0,4 dB(A) dans le cas des véhicules lourds ( $m = 2b$ ). En général, l'intervalle de vitesses valable pour la correction pour le revêtement routier varie entre véhicules légers et véhicules lourds. Dans l'exemple présenté dans les tableaux 3 et 4, la correction initiale pour le revêtement routier est valable dans l'intervalle de vitesses allant de 80 à 110 km/h.

#### 4.6 Valeur de réduction du bruit (NR) pour un type de revêtement

La valeur de réduction du bruit (NR) pour un type de revêtement donné (c'est-à-dire un groupe de revêtements similaires) est le résultat de  $C_{initial}$  pour les véhicules légers à 80 km/h, sous forme de valeur négative :

$$NR = - C_{initial, m=1}(v=80\text{km/h}) \text{ en dB(A)} \quad (8)$$

## Annexe III

### Détermination de la valeur de résistance au dérapage

La valeur de résistance au dérapage (SR) devrait être déterminée à 70 km/h, conformément aux procédures décrites dans la présente annexe. D'autres méthodes peuvent être appliquées à condition qu'elles produisent les mêmes résultats avec la précision de la méthode originale.

Dans le cas d'un appel d'offres, c'est-à-dire avant la construction d'un revêtement routier, des valeurs indicatives pour la résistance au dérapage peuvent être fournies sur la base d'essais en laboratoire. Cependant, les valeurs en conditions réelles, telles qu'elles sont calculées conformément aux dispositions de la présente annexe, sont déterminantes.

La résistance au dérapage (SR) est représentée par le coefficient de frottement longitudinal (COF) entre la surface mouillée de la chaussée et le pneumatique. Elle est déterminée à 70 km/h, au moyen d'un pneumatique de mesure normalisé placé dans un testeur de frottement normalisé, après application des corrections applicables, conformément aux procédures décrites dans la présente annexe.

#### 1. Système de mesure

Le système de mesure se compose d'un véhicule tracteur, comportant un système de commande et d'acquisition de données et un dispositif d'alimentation en eau, couplé à une remorque de mesure conforme à la norme CEN/TS 15901-9:2009 ou à une norme équivalente. La remorque comporte une roue de mesure dont l'axe est parallèle à la chaussée et perpendiculaire au sens de déplacement du véhicule. La roue de mesure est reliée à l'une des roues porteuses de la remorque par l'intermédiaire d'une boîte de vitesses à une seule vitesse. Elle est soumise à un taux de glissement de 86 %, ce qui signifie que sa vitesse en rotation équivaut à 14 % de la vitesse des roues porteuses en rotation libre (lesquelles ont la même circonférence que la roue de mesure).

La roue de mesure est équipée d'un pneumatique de mesure AIPCR lisse (165 R 15) gonflé à  $200 \pm 10$  kPa. Chaque pneumatique de mesure ne devrait être utilisé qu'entre 12 et 36 mois après avoir été fabriqué. Avant d'être utilisé pour la première fois, un pneumatique de mesure devrait être rodé sur 25 km au moins, sur un revêtement routier dont la valeur de résistance au dérapage est comprise entre 0,40 et 0,60. Un pneumatique ne devrait pas être utilisé s'il est endommagé ou trop usé (indicateur d'usure révélant une profondeur inférieure à 2 mm).

La roue de mesure est mise en place sur un amortisseur à ressort de telle sorte que la force statique normale ( $F_{Nst}$ ), mesurée sur un plan horizontal, soit égale à  $1\,962 \pm 9,81$  N.

La force longitudinale dynamique ( $F_x$ ) qui s'exerce sur le pneumatique de mesure du fait du frottement lorsque le pneumatique est entraîné sur la chaussée est mesurée à l'aide d'un transducteur de force dont l'imprécision ne doit pas dépasser 0,2 % et l'écart maximal, 9,81 N. La force doit être mesurée et enregistrée au moins une fois tous les 0,5 m parcourus.

Une pellicule d'eau est déposée sur la chaussée (l'orifice de sortie de la buse se trouve à 0,41 m devant l'axe du pneumatique de mesure), sur une largeur d'au moins 0,15 m et une épaisseur nominale de 0,5 mm, calculées sur une surface théorique lisse dépourvue de texture. Le système mesure le débit d'eau moyen et la vitesse moyenne de déplacement du véhicule durant la mesure du frottement. Si le débit d'eau moyen s'écarte de plus de 10 % de la valeur théorique pour la vitesse moyenne de déplacement du véhicule, il convient de le signaler dans les résultats de mesure.

Si la quantité d'eau présente dans le réservoir d'eau du véhicule tracteur a une telle influence sur le tangage du véhicule (et donc sur la force de frottement  $F_x$ ) que le coefficient de frottement peut varier de plus de 0,01, ledit coefficient doit être corrigé. Afin de déterminer la correction à apporter ( $c_w$ ), il faut tenir compte des caractéristiques de suspension du véhicule tracteur.

L'inexactitude de la mesure de la distance parcourue ne peut être supérieure à 1 %.

## 2. Exécution des mesures

S'agissant de la labellisation d'un revêtement routier, les mesures doivent être exécutées pour chaque voie indiquée par le client (dans tous les cas, pour la voie lente au moins). Pour les pays où la conduite est à droite, les mesures doivent être prises sur la trajectoire des roues de droite, l'axe longitudinal de la roue de mesure étant à 0,6 m à gauche du bord intérieur de la marque de la voie de droite. Pour les pays où la conduite est à gauche, les mesures doivent être prises sur la trajectoire des roues de gauche, l'axe longitudinal de la roue de mesure étant à 0,6 m à droite du bord intérieur de la marque de la voie de gauche.

Dans le cas de la labellisation d'un revêtement routier, la mesure du frottement aux fins des essais d'acceptation du revêtement devrait être réalisée soit avant les 24 heures suivant l'ouverture à la circulation, soit entre 6 et 20 semaines après ladite ouverture.

Dans le cas de la labellisation d'un revêtement routier, les mesures devraient être exécutées à une vitesse de  $70 \pm 3,5$  km/h. Dans les autres cas d'application, d'autres vitesses peuvent être observées, avec une précision de  $\pm 5$  %. Si l'écart de vitesse est supérieur à ce qui est prescrit, il convient de le signaler dans les résultats de mesure.

Au début du parcours de mesure, la température du pneumatique de mesure doit être stable. Le pneumatique de mesure doit donc être mis en température. Pour cela, on l'abaisse sur la chaussée mouillée à une certaine distance avant le parcours de mesure, comme indiqué dans le tableau 1.

Tableau 1

### Distance de mise en température, selon le temps écoulé depuis la mesure précédente

<i>Temps écoulé depuis la mesure précédente</i>	<i>Distance de mise en température</i>
T < 10 min	≥100 m
10 ≤ T < 20 min	≥300 m
20 ≤ T < 30 min	≥500 m
T ≥ 30 min	≥1 000 m

La température de l'air et la température de la chaussée devraient être mesurées pour chaque lieu de mesure, ou au moins deux fois par jour, avec une précision de 1 °C.

Aucune mesure ne devrait être prise si la température de l'air est inférieure à 2 °C ou supérieure à 30 °C, et si la température de la chaussée est inférieure à 2 °C ou supérieure à 45 °C.

## 4. Calculs

### 4.1 Coefficient de frottement mesuré

Le coefficient de frottement mesuré ( $COF_{meas}$ ) est déterminé comme suit :

$$COF_{meas} = A + B * ((F_x + c_w) / F_{Nst})$$

où :

$F_x$  = force de frottement longitudinale mesurée sur la roue de mesure [N] ;

$c_w$  = correction du tangage du véhicule tracteur, selon la quantité d'eau dans le réservoir d'eau [N] ;

$F_{Nst}$  = force statique normale (1 962 N) ;

A, B = constantes de correction en fonction de la catégorie du revêtement (« poreux » ou « dense », comme indiqué ci-après) et en tenant compte des différences entre les années de fabrication des pneumatiques de mesure AIPCR. Pour l'année de fabrication 2016 : pour les revêtements « poreux », A = 0 et B = 1 ; pour les revêtements « denses », A = 0,110 et B = 0,830. Pour les autres années, les constantes doivent être déterminées par comparaison statistique avec les pneumatiques de l'année 2016 (les corrections actuelles se font en réalité sur la base de l'année de fabrication 1998).

Les revêtements « poreux » peuvent drainer l'eau à travers la couche de roulement. En font partie l'asphalte poreux, les couches de roulement silencieuses de faible épaisseur contenant plus de 14 % de vides et le béton de ciment poreux. Les revêtements « denses » ne peuvent drainer l'eau que dans la macrostructure de surface. En font partie le béton bitumineux, les enrobés SMA (stone mastic asphalt), le béton de ciment, les coulis bitumineux et les enduits superficiels.

Le coefficient de frottement mesuré,  $COF_{meas}$ , doit être calculé sur trois décimales, au moins une fois tous les 0,5 m de distance parcourus. À partir des valeurs obtenues, on calcule le  $COF_{meas}$  moyen sur 5 m et sur 100 m, sur trois décimales au moins.

#### 4.2 Correction saisonnière

Le  $COF_{meas}$  moyen sur 5 m et sur 100 m peut être corrigé pour qu'il soit tenu compte de l'influence de la saison à laquelle les mesures sont prises. Pour cela, on applique la formule suivante :

$$COF_{season} = COF_{meas} - 0,022 * \sin\left((360/365) * (N_{day} + 60)\right)$$

où :

$COF_{season}$  = coefficient de frottement corrigé en fonction de l'influence saisonnière [-] ;

0,022 = amplitude de l'influence saisonnière [-] ;

$N_{day}$  = numéro du jour de l'année correspondant à la date de mesure (le 1<sup>er</sup> janvier est le numéro 1, le 1<sup>er</sup> février est le numéro 32, etc.) ;

60 = déphasage (en jours).

L'argument de la fonction sinus est exprimé en degrés.

$COF_{season}$  devrait être calculé sur trois décimales au moins.

#### 4.3 Détermination de la valeur de résistance au dérapage (SR)

Dans le cas de la labellisation d'un nouveau revêtement routier ayant 12 mois au plus, la valeur de résistance au dérapage (SR) est déterminée à partir du  $COF_{meas}$  tel que calculé comme indiqué dans la section 4.1.

Dans le cas de la labellisation d'un revêtement routier ayant plus de 12 mois, la valeur de résistance au dérapage (SR) est déterminée à partir du  $COF_{season}$  tel que calculé comme indiqué dans la section 4.2.

#### 5. Communication des résultats

Les résultats sont communiqués par tronçon de mesure de 100 m. Ils devraient comporter les données suivantes :

Données générales :

- Emplacement de la mesure (route, chaussée, voie, position transversale dans une voie, chaîne ou longueur à partir d'un point zéro spécifié) ;
- Sens de la mesure par rapport au sens normal de déplacement, s'il ne s'agit pas du même sens ;
- Catégorie du revêtement routier : « poreux » (asphalte poreux, couches de roulement silencieuses de faible épaisseur contenant plus de 14 % de vides et béton de ciment poreux) ou « dense » (béton bitumineux, enrobés SMA (stone mastic asphalt), béton de ciment, coulis bitumineux et enduits superficiels) ;
- Date de la mesure (l'heure est facultative) et numéro de la mesure dans cette date ou dans un projet ;
- Vitesse de déplacement visée ;
- Note indiquant si la correction saisonnière a été appliquée ;
- Température de l'air telle que mesurée ;

- Température du revêtement telle que mesurée ;
- Note indiquant si le débit d'eau moyen et/ou la vitesse moyenne de déplacement s'écartent davantage des valeurs cibles que ce qui est spécifié dans les sections 2 et 3 ci-dessus.

Données de frottement :

- Valeur de résistance au dérapage (SR) moyenne ( $COF_{meas}$  ou  $COF_{season}$ ) pour chaque tronçon de 100 m, arrondie à deux décimales ;
- Valeur de résistance au dérapage (SR) moyenne ( $COF_{meas}$  ou  $COF_{season}$ ) pour chaque tronçon de 5 m qui est inférieure à une valeur seuil spécifiée par le client, arrondie à deux décimales.

Lorsque les données sont constantes sur tous les tronçons contigus de 100 m d'un même parcours faisant l'objet de la mesure, on peut en rendre compte une seule fois pour ledit parcours.

Si le parcours faisant l'objet de la mesure n'est pas un entier multiple de 100 m, le ou les tronçons plus courts restants au début ou à la fin du parcours sont considérés comme des tronçons de 100 m.

## 6. Précision

### 6.1 Calibrations

Le système doit être vérifié et calibré comme suit au moins une fois par an et aussi souvent qu'il le faut :

- Calibration statique du transducteur de force de frottement ;
- Calibration statique de la remorque de mesure de la résistance au dérapage sur un plateau de calibration (force horizontale sur la roue de mesure) ;
- Calibration statique verticale de la charge sur la roue ;
- Calibration de la distance ;
- Calibration du débitmètre d'eau.

### 6.2 Essais comparatifs interlaboratoires

Les systèmes de mesure doivent démontrer leur précision (fidélité et écart par rapport à la moyenne d'un groupe) au moins 5 fois par an dans le cadre d'un essai comparatif interlaboratoires pour lequel on utilise un autre système de mesure semblable au moins. La fidélité est un indicateur de la variation entre des passages répétés sur la même section d'une route, pour un même système avec le même pneumatique et le même conducteur, à des intervalles courts (moins d'une demi-heure). L'écart par rapport à la moyenne d'un groupe indique une erreur systématique d'un système par rapport à un groupe de systèmes.

Dans l'essai interlaboratoires, deux sections de mesure rectilignes (l'une à revêtement dense et l'autre à revêtement poreux), longue chacune de 500 m, doivent être soumises à l'essai avec trois pneumatiques de mesure différents par système de mesure. Pour chaque section, tous les systèmes doivent d'abord effectuer un passage « à blanc », c'est-à-dire sans enregistrement des données. Après le passage « à blanc », tous les systèmes doivent effectuer quatre passages de mesure sur les deux sections avec le premier pneumatique, puis quatre passages sur les deux sections avec le deuxième pneumatique, et enfin quatre passages avec le troisième pneumatique.

Pour chaque combinaison section-système-pneumatique, la fidélité correspond à 2,77 fois la racine carrée de la moyenne, sur les cinq sections de 100 m, de la variance de  $COF_{meas}$  sur les quatre passages par section de 100 m. La valeur résultante doit être  $\leq 0,040$ .

De plus, pour chaque combinaison section-système-pneumatique, on détermine la moyenne ( $COF_{sys}$ ) des  $COF_{meas}$  sur toute la longueur (500 m) et sur les cinq passages. On calcule également la moyenne ( $COF_{ave}$ ) sur toutes les combinaisons système-pneumatique pour chaque section, en tenant compte uniquement des combinaisons système-pneumatique qui répondent aux exigences de fidélité. Pour les deux sections, l'écart par rapport à la moyenne du groupe ( $|COF_{sys} - COF_{ave}|$ ) doit être  $\leq 0,020$ .

Pour chaque section considérée séparément, toute combinaison système-pneumatique qui ne répond pas aux exigences d'écart maximal par rapport à la moyenne du groupe doit être exclue du calcul  $COF_{ave}$ , en commençant par la combinaison système-pneumatique qui présente l'écart le plus grand. Après cela, un nouveau calcul doit être effectué et la procédure ci-dessus doit être suivie une nouvelle fois jusqu'à ce que toutes les combinaisons système-pneumatique restantes répondent aux exigences. Lorsque plus de la moitié des combinaisons système-pneumatique ne répondent pas aux exigences, un nouvel essai doit être réalisé.

Si une combinaison section-système-pneumatique ne satisfait pas aux deux critères (fidélité et écart par rapport à la moyenne du groupe), la combinaison système-pneumatique ne doit pas être utilisée pour les mesures sur la catégorie de revêtement considérée (dense ou poreuse) de ladite section.

## Annexe IV

### Détermination de la valeur de réduction de la résistance au roulement

La valeur de réduction de la résistance au roulement (RRR) devrait être déterminée à 80 km/h, conformément aux procédures décrites dans la présente annexe. D'autres méthodes peuvent être appliquées à condition qu'elles produisent les mêmes résultats avec la précision de la méthode originale.

Dans le cas d'un appel d'offres, c'est-à-dire avant la construction d'un revêtement routier, des valeurs indicatives pour la réduction de la résistance au roulement peuvent être fournies sur la base d'essais en laboratoire. Cependant, les valeurs en conditions réelles, telles qu'elles sont calculées conformément aux dispositions de la présente annexe, sont déterminantes.

#### 1. Procédure de détermination de la valeur de réduction de la résistance au roulement

La valeur de réduction de la résistance au roulement (RRR) est la différence entre un coefficient de résistance au roulement (RRC) de référence et le coefficient de résistance au roulement du revêtement à évaluer. Le coefficient de résistance au roulement (RRC) correspond au rapport entre les forces horizontale et verticale. L'unité de mesure employée pour exprimer ce rapport est donc le newton (newtons/newtons). Par souci de simplification, ce rapport est exprimé ici en kilogrammes par tonne (kg/t), comme dans la pratique internationale courante.

Le coefficient de résistance au roulement de référence est déterminé sur un revêtement de référence « virtuel », c'est-à-dire soit un enrobé SMA (stone mastic asphalt), soit un enrobé ouvert percolé, les granulats ayant dans les deux cas une dimension maximale de 11 mm.

Il existe deux méthodes pour déterminer la valeur de réduction de la résistance au roulement :

- i) La mesure directe de la résistance au roulement, sur le revêtement à évaluer et sur le revêtement de référence, puis le calcul de la valeur de réduction (RRR) ;
- ii) L'estimation de la réduction de la résistance au roulement, fondée sur une analyse de la texture du revêtement.

Afin d'obtenir le résultat le plus précis, il est préférable de mesurer directement la résistance au roulement. Il peut toutefois être plus difficile d'obtenir un appareil de mesure directe qu'un appareil d'analyse de la texture. Il appartient à l'entrepreneur de travaux publics qui souhaite obtenir le label pour revêtement routier d'opter pour l'une ou l'autre méthode.

#### 2. Mesure directe de la résistance au roulement

##### 2.1 Méthode de mesure

La mesure directe en conditions réelles de la résistance au roulement d'un revêtement s'effectue au moyen d'une remorque de mesurage équipée à cet effet. La résistance de la (des) roue(s) d'essai au roulement est mesurée dans la circulation, à des vitesses normales. Durant le trajet, le dispositif de mesure enregistre la force exercée vers l'arrière sur le (les) pneu(s) (au moyen de transducteurs de force ou en mesurant avec précision l'angle d'un bras oscillant, par exemple).

Il n'existe pas encore de norme de mesure (ISO ou CEN, par exemple) disponible, ce qui veut dire qu'en principe tout appareil de mesure de la résistance au roulement peut être utilisé pour déterminer la valeur de réduction de la résistance, pour autant que les conditions suivantes puissent être respectées :

- Les mesures devraient être prises en utilisant le pneumatique d'essai de référence normalisé (Standard Reference Test Tyre) [ASTM F2493-18]. Les valeurs de dureté du caoutchouc  $H_A$  (dureté « Shore A ») devraient être comprises entre 62 et 73 à une température de 23 °C. La charge sur le pneumatique devrait être de  $400 \pm 40$  kg et ce dernier devrait être débarrassé des bavures de moulage sur un trajet d'au moins 400 km sur une remorque ou 200 km sur un véhicule à moteur à 4 roues. La profondeur minimale des sculptures devrait être de 70 % de la profondeur à l'état neuf ;
- La température du pneumatique au milieu de son flanc doit être enregistrée en continu. Les résultats de mesure doivent être corrigés conformément aux procédures décrites ci-après. Les températures de l'air et de la chaussée peuvent être enregistrées si on le souhaite ;
- Avant de prendre des mesures, il est recommandé d'échauffer le pneumatique jusqu'à ce qu'il atteigne une température stable au niveau du flanc et de corriger sa pression pour qu'elle corresponde à  $210 \pm 10$  kPa en état de marche ;
- La vitesse à laquelle les mesures sont prises devrait être stable. La vitesse autorisée est de  $80 \pm 1$  km/h. Les mesures enregistrées à d'autres vitesses nominales devraient être corrigées sur la base de 80 km/h. Toute correction appliquée devrait être documentée ;
- Les résultats de mesure devraient être éliminés dans certaines configurations, notamment les pentes dont l'inclinaison est supérieure à 2 % et les angles vifs. Les corrections apportées pour compenser les phénomènes parasitiques devraient être réduites au minimum en éliminant les phénomènes autant que possible. Des procédures de correction devraient être appliquées pour compenser les effets de la déclivité, du vent et de l'accélération durant les mesures ;
- Le revêtement routier sur lequel les mesures sont prises doit être sec et propre ;
- Pendant l'opération de mesure, la température de l'air doit être comprise entre 5 et 35 °C ;
- La chaussée portant le revêtement devrait avoir une longueur de 400 m ou plus. Dans le cas d'une longueur inférieure, on peut faire la moyenne de plusieurs passages, mais la distance parcourue doit être de 400 m au minimum. La longueur minimale de la chaussée devrait être de 50 m ;
- Les mesures devraient être prises sur un revêtement récent ayant déjà servi (revêtement ayant 2 à 24 mois) ;
- Les mesures sont normalement prises avec une roue de mesure placée entre les trajets des roues. Tout écart doit être signalé.

## 2.2 Revêtement de référence

Afin de réduire au minimum les effets des erreurs systématiques entre les systèmes de mesure, on calcule la valeur de réduction de la résistance au roulement par rapport à un revêtement de référence « virtuel », qui est un enrobé SMA (stone mastic asphalt) [EN 13108-5] ou un enrobé ouvert percolé [EN 13108-7] dont les granulats ont une taille maximale de 11 mm. Le système de mesure utilisé pour prendre les mesures doit également mesurer la résistance au roulement de ce revêtement de référence 0/11, de sorte qu'on dispose d'une valeur de référence.

Les mesures de résistance au roulement sur les revêtements de référence 0/11 doivent avoir lieu au minimum :

- Une fois par an sur au moins cinq pistes de référence 0/11 différentes d'une longueur minimale de 400 m. Les pistes doivent être en bon état et être âgées de 2 à 60 mois. Pour que les résultats restent stables pendant de nombreuses années, il est conseillé de conserver ce groupe de pistes de référence autant que possible dans son état d'origine et de remplacer 25 % au plus des pistes par rapport à la dernière mesure effectuée. La valeur moyenne relevée sur ce groupe de revêtements sert à définir le « revêtement de référence virtuel » ;

- Une fois par jour sur l'une des pistes de référence ci-dessus chaque jour que le système de mesure est utilisé. Le résultat de mesure obtenu sur ce « revêtement de référence quotidien » devrait être comparé aux résultats antérieurs obtenus sur le même revêtement au cours de la dernière expérience réalisée sur le « revêtement de référence virtuel ». Un écart inférieur à 0,5 kg/t devrait être retenu pour l'étalonnage quotidien du système de mesure. Si l'on constate un écart supérieur à 0,5 kg/t, il est recommandé d'éliminer les résultats de mesure suivants et de comprendre la cause de l'écart en examinant, réparant ou ajustant le système de mesure, ou en éliminant le revêtement de référence visé du groupe constituant le « revêtement de référence virtuel ». Dans ce cas, un autre « revêtement de référence quotidien » devrait être choisi et utilisé.

### 1.3 Interprétation des résultats de mesure

Sachant que les valeurs de référence sont généralement enregistrées dans différentes conditions ambiantes, il est recommandé de corriger toutes les mesures prises en fonction d'une température de référence de 25 °C sur le flanc du pneu. Pour cela, on applique la formule suivante :

$$1) \quad RRC_{T_{\text{pneu}} \text{ corrigée}} = RRC_{\text{non corrigée}} - 0,17 \cdot (25 - T_{\text{flanc du pneu}})$$

La valeur de réduction de la résistance au roulement à faire figurer sur le label pour le revêtement routier visé devrait être calculée comme suit :

$$2) \quad RRR_{\text{label}} = RRC_{T_{\text{pneu}} \text{ corrigée, revêtement de référence}} - RRC_{T_{\text{pneu}} \text{ corrigée, revêtement d'essai}}$$

Elle devrait être arrondie à une décimale.

## 3. Estimation de la réduction de la résistance au roulement à partir d'une analyse de la texture

### 3.1 Méthode de mesure

La texture du revêtement routier posé sur le site visé devrait être analysée au moyen d'un système de mesure conforme aux prescriptions de la norme ISO 13473-3 classe D en ce qui concerne la résolution verticale (résolution supérieure à 0,03 mm) et classe E en ce qui concerne la bande de longueurs d'onde (supérieure à 200 mm).

Le profil de texture brut devrait être traité conformément à la norme ISO 13473-1, ce qui permet d'obtenir sa profondeur moyenne (MPD) et sa valeur quadratique moyenne (RMS), telles qu'elles sont définies dans cette même norme.

Les valeurs de ces deux paramètres devraient être moyennées sur toute la longueur du revêtement de sorte qu'on obtienne un résultat représentatif pouvant être utilisé pour estimer la résistance au roulement. Le revêtement devrait avoir une longueur de 400 m ou plus. Dans le cas d'une longueur inférieure, on peut faire la moyenne de plusieurs mesures, mais la longueur totale doit être de 400 m au minimum.

### 3.2 Interprétation des résultats de mesure

Pour calculer la valeur de réduction de la résistance au roulement à faire figurer sur le label, il est recommandé d'appliquer la formule suivante :

$$3) \quad RRR_{\text{label}} = -1,47 \cdot \text{MPD} + 0,24 \cdot \frac{\text{MPD}}{\text{RMS}} + 1,99$$

On notera que cette formule est valable uniquement pour les revêtements en asphalte standard et les profondeurs moyennes comprises entre 0,4 et 2,3 mm. Les valeurs quadratiques moyennes doivent être comprises entre 0,3 et 1,7 mm.

La valeur obtenue pour la réduction de la résistance au roulement devrait être arrondie à une décimale.

## Annexe V

### Détermination de la durée de vie

La méthode ainsi que les critères d'état de revêtement à utiliser pour déterminer la durée de vie doivent être spécifiés dans le contrat de construction du revêtement routier séparément, d'une part pour la phase de l'appel d'offres et d'autre part pour la période de garantie contractuelle, sachant qu'il n'existe aucune démarche uniforme à cette fin. Les raisons à cela sont les suivantes :

- La dégradation du revêtement dépend beaucoup des facteurs propres au projet tels que le climat, le drainage et la circulation (densité, poids, vitesses, manœuvres et incidents) ;
- Les critères d'acceptabilité de l'état d'une chaussée (gravité et ampleur des défauts tels que l'irrégularité, les fissures, l'effritement, l'abrasion, la dégradation des joints, etc.) peuvent varier selon la catégorie de chaussée (une autoroute ou une route de campagne, par exemple) ou selon le type de chaussée, le pays, la région ou l'administration compétente ;
- Il est impossible de prévoir avec précision la durée de vie d'un revêtement avant sa pose ou juste après celle-ci dans la mesure où il n'existe aucune méthode permettant de déterminer avec fiabilité l'évolution des défauts de la chaussée dans le temps, compte tenu de tous les véhicules qui l'empruntent. Le client doit par conséquent spécifier les critères permettant de justifier une réclamation sur la base de la durée de vie prévue.

Au stade de l'appel d'offres, le client peut préciser les renseignements que l'entrepreneur de travaux publics devra lui fournir en cas de réclamation relative à la durée de vie du revêtement à construire.

En ce qui concerne la période de garantie contractuelle, le client peut préciser les critères d'acceptabilité de l'état du revêtement pour une période donnée.

## Annexe VI

## Présentation du label

Le label pour revêtement routier doit se présenter comme dans l'exemple ci-dessous, l'indicateur de classe sur fond noir pointant sur la classe appropriée pour chaque indicateur de performance.

