



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-huitième session

Genève, 12-14 septembre 2018

Point 11 de l'ordre du jour provisoire

**Incidence du revêtement de la route sur le bruit
de roulement des pneumatiques****Informations générales accompagnant le projet de résolution
sur la labellisation des revêtements routiers****Communication de l'expert des Pays-Bas***

On trouvera dans le présent document des informations générales qui accompagnent le projet de résolution sur la labellisation des revêtements routiers (Cadre de description des performances et de classification pour les revêtements routiers) (ECE/TRANS/WP.29/GRB/2018/8).

* 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 en vue d'améliorer les caractéristiques fonctionnelles des véhicules. Le présent document est soumis en vertu de ce mandat.



Informations générales accompagnant le projet de résolution sur la labellisation des revêtements routiers (Cadre de description des performances et de classification pour les revêtements routiers)

Table des matières

	<i>Page</i>
1. Introduction	2
2. Avantages et nécessité : accessibilité, sécurité, viabilité, pérennité, durabilité et réduction des dépenses	4
3. Portée	5
4. Examen du principe de labellisation pour les revêtements routiers et exemples	6
4.1 Considérations générales	6
4.2 Réduction du bruit	7
4.3 Résistance au dérapage sur sol mouillé	8
4.4 Résistance au roulement	9
4.4.1 Considérations générales	9
4.4.2 Exemples de systèmes de mesure et de procédures d'analyse mis en pratique	9
4.4.3 Informations générales sur le rapport entre la résistance au roulement et la texture	11
4.5 Durée de vie	11
5. Références	12

1. Introduction

1.1 La caractérisation d'un revêtement routier en matière de protection de l'environnement (bruit de contact pneumatique/chaussée), de sécurité (résistance au dérapage), d'efficacité énergétique (résistance au roulement) et de durée de vie utile est nécessaire 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, semblable à celle utilisée pour les étiquettes de performance qui ont été définies pour différents produits de consommation. L'étiquetage des pneumatiques, régi par le Règlement (CE) n° 1222/2009 de la Commission européenne, présente un intérêt particulier à cet égard. On trouvera dans le présent document des informations générales concernant le projet de résolution sur la labellisation des revêtements routiers (ECE/TRANS/WP.29/2018/8). Le label pour revêtement routier dont la création est recommandée a pour vocation de compléter l'étiquette qui existe pour les pneumatiques.

1.2 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.

- 1.3 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).
- 1.4 On trouvera ci-après des informations générales concernant le label pour revêtement routier (couche de roulement), l'accent étant placé sur les quatre indicateurs de performance suivants, dont les trois premiers correspondent aux trois indicateurs de performance inscrits sur les étiquettes des pneumatiques :
- Réduction du bruit dû à la circulation ;
 - Résistance au dérapage sur sol mouillé ;
 - Résistance au roulement ;
 - Durée de vie.
- 1.5 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.
- 1.6 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. Entretemps, le présent document vise à promouvoir l'utilisation de certaines méthodes de caractérisation et de classes pour les labels (de A à G incluse). Une fois que des méthodes harmonisées auront été élaborées, il serait préférable de les appliquer à la place des méthodes actuelles.
- 1.7 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.
- 1.8 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*.
- 1.9 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.

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 (CO₂) 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 CO₂, 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 une mégatonne de CO₂ 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 Le label s'applique uniquement au revêtement. Ainsi, pour la question de la sécurité, 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 aux terrains d'aviation ou à d'autres types de chaussée. Il est conçu pour tous les types de revêtements routiers : 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 La labellisation d'un revêtement se fait à titre volontaire. Elle est avant tout sous la responsabilité du maître d'œuvre.
- 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 trente années dans des conditions de circulation intense) pourrait devenir possible dans un avenir proche.

4. Examen du 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 cinq à dix 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/sur la 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 (UE) 2015/996 de la Commission européenne 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 (UE) 2015/996, 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 routier¹. 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

¹ 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.

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 machine allemande SKM (SeitenKraftMessung, c'est-à-dire « mesure de la force latérale ») et la machine britannique SCRIM (Sideways force Coefficient Routine Investigation Machine, c'est-à-dire « machine d'analyse de routine du coefficient de force latérale ») [CEN/TS 15901-8 et -6, et prEN 13036-2a] sont très semblables et sont les machines les plus couramment utilisées en Europe. Toutefois, les procédures de mesurage (et de correction en fonction des températures et des saisons) ne sont pas les mêmes au Royaume-Uni [Design Manual for Roads and Bridges (DMRB) – HD 28/15 Skidding Resistance] et en Allemagne [TP Griff-StB 07 (SKM)].
- 4.3.3 De nombreuses autres machines et procédures permettent de mesurer la résistance au dérapage sur sol mouillé, mais aucune n'est aussi répandue pour les revêtements des routes en Europe que les machines SCRIM et SKM.
- 4.3.4 Malheureusement, 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.
- 4.3.5 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.
- 4.3.6 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 deux à neuf 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.
- 4.3.7 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.

- 4.3.8 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 asphalte coulé gravillonné (enrobé SMA) ou un matériau enrobé à texture ouverte dont le granulats 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 du 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 :

- 1) $RRC_{T_{pneu\ corr}, T_{pneu\ réf\ 25^\circ C}} = RRC_{non\ corrigé} - 0,17 \cdot (25 - T_{flanc\ du\ pneu})$
- 2) $RRC_{T_{air\ corr}, T_{air\ réf\ 20^\circ C}} = RRC_{non\ corrigé} \cdot (1 + 0,014 \cdot (T_{air} - 20))$

- 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 :

$$RRC_{RR,ref\ T_{pneu\ corr}} = 9,50 \text{ [kg/t]}$$

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

- 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. Les valeurs de la texture étaient fondées sur des mesures réalisées par M+P. 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 pneus 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. Toutefois, les résultats obtenus par ces moyens n'ont qu'une valeur indicative et ne constituent en aucun cas une « preuve ».

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.
-