



Conseil économique et social

Distr. générale
20 décembre 2011
Français
Original: anglais

Commission économique pour l'Europe

Comité des transports intérieurs

Forum mondial de l'harmonisation des Règlements concernant les véhicules

156^e session

Genève, 13-16 mars 2012

Point 4.7.3 de l'ordre du jour provisoire

**Accord de 1958 – examen de projets d'amendements
à des Règlements existants proposés par le GRRF**

Propositions de complément 1 à la série 02 d'amendements au Règlement n° 117 (Pneumatiques – Résistance au roulement, bruit de roulement et adhérence)

Communication du Groupe de travail en matière de roulement et de freinage*

Le texte ci-après, adopté par le Groupe de travail en matière de roulement et de freinage (GRRF) à sa soixante et onzième session, vise à améliorer la méthode actuelle d'épreuve d'adhérence sur sol mouillé et à introduire de nouvelles prescriptions fonctionnelles C3. Il est fondé sur les documents ECE/TRANS/WP.29/GRRF/2011/12 et ECE/TRANS/WP.29/GRRF/2011/30, tous deux modifiés par l'annexe IV du rapport (ECE/TRANS/WP.29/GRRF/71, par. 33 et 35). Il est soumis au Forum mondial de l'harmonisation des Règlements concernant les véhicules (WP.29) et au Comité d'administration (AC.1) pour examen.

* Conformément au programme de travail du Comité des transports intérieurs pour la période 2010-2014 (ECE/TRANS/208, par. 106, et ECE/TRANS/2010/8, activité 02.4), 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 dans le cadre de ce mandat.

Paragraphe 2.16, modifier comme suit:

- «2.16 “Pneumatique d’essai de référence normalisé” (SRTT), un pneumatique qui est fabriqué, vérifié et stocké conformément aux normes suivantes de l’American Society for Testing and Materials (ASTM):
- a) E1136-93 (2003) pour la dimension P195/75R14;
 - b) F2871 (2011) pour la dimension 245/70R19.5;
 - c) F2870 (2011) pour la dimension 315/70R22.5.».

Paragraphe 2.17, modifier comme suit:

- «2.17 Mesure de l’adhérence sur sol mouillé ou sur neige – Définitions particulières».

Paragraphe 2.17.3, modifier comme suit:

- «2.17.3 “Pneumatique témoin”, un pneumatique de fabrication courante servant à déterminer l’adhérence sur sol mouillé ou sur neige d’un pneumatique qui, de par ses dimensions, ne peut pas être monté sur le même véhicule que le pneumatique d’essai de référence normalisé (voir par. 4.1.7 de l’annexe 5 et par. 3.4.3 de l’annexe 7 du présent Règlement).».

Ajouter un nouveau paragraphe 2.17.5, libellé comme suit:

- «2.17.5 “Indice d’adhérence sur neige (“SG”)", le rapport entre les performances d’adhérence du pneumatique à contrôler et celles du pneumatique d’essai de référence normalisé.».

Les paragraphes 2.17.5 (ancien) à 2.17.7 deviennent les paragraphes 2.17.6 à 2.17.8.

Paragraphe 6.4, modifier comme suit:

- «6.4 Pour être inscrit dans la catégorie des pneus neige, un pneumatique doit satisfaire à certains critères de performances fondés sur une méthode d’essai selon laquelle:
- a) La décélération moyenne en régime (dmr) lors d’un essai de freinage; ou
 - b) La force de traction moyenne lors d’un essai de traction; ou
 - c) L’accélération moyenne lors d’un essai d’accélération d’un pneumatique à contrôler est comparée à celle d’un pneumatique d’essai de référence normalisé (SRTT).

Les performances relatives sont exprimées par un indice de performances sur la neige.».

Paragraphe 6.4.1.1, modifier comme suit:

- «6.4.1.1 Pneumatiques des classes C1, C2 et C3

La valeur minimale de l’indice de performances sur la neige, calculée selon la procédure décrite à l’annexe 7 et comparée à la valeur pour le SRTT, doit satisfaire aux prescriptions suivantes:

Classe de pneu	Indice d'adhérence sur neige (essai de freinage sur neige) ^{a)}	Indice d'adhérence sur neige (essai de traction sur neige) ^{b)}	Indice d'adhérence sur neige (essai d'accélération) ^{c)}
	Réf. = C1 – SRTT 14	Réf. = C1 – SRTT 14	Réf. = C3N – SRTT 19,5 Réf. = C3W – SRTT 22,5
C1	1,07	1,10	néant
C2	néant	1,10	néant
C3	néant	néant	1,25

a) Voir le paragraphe 3 de l'annexe 7 du présent Règlement.

b) Voir le paragraphe 2 de l'annexe 7 du présent Règlement.

c) Voir le paragraphe 4 de l'annexe 7 du présent Règlement.».

Annexe 5 et son appendice, modifier comme suit:

«Annexe 5

Méthode d'essai pour la mesure de l'indice d'adhérence sur sol mouillé (G) des pneumatiques de la classe C1

1. Normes de référence
Les documents ci-après sont applicables.
 - 1.1 ASTM E 303-93 (réapprouvée en 2008) – méthode d'essai normalisée pour la mesure des propriétés frictionnelles de surface à l'aide du pendule britannique.
 - 1.2 ASTM E 501-08 – spécification normalisée concernant le pneumatique à sculptures normalisé pour les essais d'adhérence.
 - 1.3 ASTM E 965-96 (réapprouvée en 2006) – méthode d'essai normalisée pour la mesure de la profondeur de la macrotexture de la chaussée à l'aide d'une technique volumétrique.
 - 1.4 ASTM E 1136-93 (réapprouvée en 2003) – spécification normalisée concernant un pneumatique radial de référence pour les essais P195/75R14.
 - 1.5 ASTM F 2493-08 – spécification normalisée concernant un pneumatique radial de référence pour les essais P225/60R16.
2. Définitions
Aux fins des essais d'adhérence sur sol mouillé des pneumatiques de la classe C1, on entend par:
 - 2.1 "Essai", une seule passe du pneumatique chargé sur une piste d'essai donnée;
 - 2.2 "Pneumatique(s) d'essai", un pneumatique ou jeu de pneumatiques candidat, de référence ou témoin utilisé lors d'un essai;
 - 2.3 "Pneumatique(s) candidat(s) (T)", un pneumatique ou jeu de pneumatiques soumis à essai aux fins du calcul de l'indice d'adhérence sur sol mouillé;
 - 2.4 "Pneumatique(s) de référence (R)", un pneumatique ou jeu de pneumatiques présentant les caractéristiques indiquées dans la norme ASTM F 2493-08 et servant de pneumatique d'essai de référence;

- 2.5 “Pneumatique(s) témoin(s) (C)”, un pneumatique ou jeu de pneumatiques intermédiaire utilisé lorsque le pneumatique candidat et le pneumatique de référence ne peuvent être directement comparés sur le même véhicule;
- 2.6 “Force de freinage d’un pneumatique”, la force longitudinale, exprimée en newtons, résultant de l’application du couple de freinage;
- 2.7 “Coefficient de force de freinage d’un pneumatique (BFC)”, le rapport entre la force de freinage et la charge verticale;
- 2.8 “Coefficient de force de freinage maximal d’un pneumatique”, la valeur maximale du coefficient de force de freinage d’un pneumatique observée avant le blocage de la roue, à mesure que le couple de freinage est progressivement augmenté;
- 2.9 “Blocage d’une roue”, l’état dans lequel se trouve une roue lorsque sa vitesse de rotation sur son axe est nulle et qu’elle ne peut entrer en rotation quand un couple lui est appliqué;
- 2.10 “Charge verticale”, la charge, en newtons, sur le pneumatique, perpendiculairement à la surface de la route;
- 2.11 “Véhicule d’essai de pneumatiques”, un véhicule spécial doté d’instruments de mesure des forces verticale et longitudinale sur un pneumatique d’essai au cours d’un freinage;
- 2.12 “SRTT14”, la spécification normalisée ASTM E 1136-93 (réapprouvée en 2003), concernant un pneumatique radial de référence pour les essais P195/75R14;
- 2.13 “SRTT16”, la spécification normalisée ASTM F 2493-08, concernant un pneumatique radial de référence pour les essais P225/60R16.
3. Conditions générales d’essai
- 3.1 Caractéristiques de la piste
- Les caractéristiques de la piste d’essai doivent être les suivantes:
- 3.1.1 La chaussée doit être composée de bitume dense et doit présenter une inclinaison uniforme ne dépassant pas 2 %. Mesurée avec une règle de 3 m, elle ne doit pas s’écarter de plus de 6 mm.
- 3.1.2 La chaussée doit être d’âge, de composition et d’usure uniformes. Elle doit être exempte de corps ou de dépôts étrangers.
- 3.1.3 La taille maximale des enrobés doit être de 10 mm (avec une tolérance de 8 à 13 mm).
- 3.1.4 La profondeur de texture telle que mesurée selon la hauteur au sable doit être de $0,7 \pm 0,3$ mm. Elle doit être mesurée conformément à la norme ASTM E 965-96 (réapprouvée en 2006).
- 3.1.5 Les propriétés frictionnelles du revêtement mouillé doivent être mesurées au moyen de l’une des deux méthodes décrites au paragraphe 3.2.
- 3.2 Méthodes de mesure des propriétés frictionnelles du revêtement mouillé
- 3.2.1 Méthode a) de la valeur BPN (British Pendulum Number – pendule britannique)
- La méthode de la valeur BPN doit être conforme aux spécifications de la norme ASTM E 303-93 (réapprouvée en 2008).

La formulation et les propriétés physiques du caoutchouc du patin doivent être celles spécifiées dans la norme ASTM E 501-08.

La valeur BPN moyenne doit être comprise entre 42 et 60 après correction des effets de la température de la manière décrite ci-après.

La valeur BPN est corrigée en fonction de la température du revêtement routier mouillé. En l'absence de recommandations fournies par le fabricant du pendule britannique, la correction s'effectue au moyen de la formule suivante:

BPN = BPN (valeur mesurée) + correction des effets de la température

Correction des effets de la température = $-0,0018 t^2 + 0,34 t - 6,1$

où t est la température du revêtement routier mouillé en degrés Celsius.

Effets de l'usure du patin: le patin doit être retiré lorsque l'usure de la surface de contact atteint 3,2 mm dans le plan du patin ou 1,6 mm à la verticale de ce dernier, conformément au paragraphe 5.2.2 et à la figure 3 de la norme ASTM E 303-93 (réapprouvée en 2008).

Contrôle de la cohérence de la valeur BPN sur le revêtement de la piste, en vue de la mesure de l'adhérence sur sol mouillé d'une voiture particulière instrumentée: les valeurs BPN sur la piste d'essai ne doivent pas varier sur la totalité de la distance d'arrêt, de façon à réduire la dispersion des résultats d'essai. Les propriétés frictionnelles du revêtement routier mouillé doivent être mesurées à cinq reprises à chaque point de mesure de la valeur BPN, tous les 10 mètres, et le coefficient de variation de la valeur moyenne BPN ne doit pas dépasser 10 %.

3.2.2 Méthode b) du pneumatique d'essai de référence de la norme ASTM E 1136

Par dérogation aux dispositions du paragraphe 2.4, cette méthode s'applique au pneumatique de référence dont les caractéristiques sont indiquées dans la norme ASTM E 1136-93 (réapprouvée en 2003) et qui est dénommé "SRTT14".

Le coefficient de force de freinage maximal moyen ($\mu_{\text{peak,ave}}$) du "SRTT14" doit être égal à $0,7 \pm 0,1$ à 65 km/h.

Il doit être corrigé des effets de la température du revêtement mouillé comme suit:

Coefficient de force de freinage maximal moyen ($\mu_{\text{peak,ave}}$) = coefficient de force de freinage maximal (mesuré) + correction des effets de la température

Correction des effets de la température = $0,0035 \times (t - 20)$

où t est la température du revêtement routier mouillé en degrés Celsius.

3.3 Conditions atmosphériques

Le vent ne doit pas perturber l'arrosage de la piste (les pare-vent sont autorisés).

La température du revêtement mouillé et la température ambiante doivent être comprises entre 2 et 20 °C pour les pneumatiques "neige" et entre 5 et 35 °C pour les pneumatiques normaux.

La température du revêtement mouillé ne doit pas varier de plus de 10 °C pendant l'essai.

La température ambiante doit rester proche de la température du revêtement mouillé et l'écart entre ces deux températures doit être inférieur à 10 °C.

4. Méthodes d'essai appliquées pour mesurer l'adhérence sur sol mouillé

Pour le calcul de l'indice d'adhérence sur sol mouillé (G) d'un pneumatique candidat, la performance de freinage sur sol mouillé dudit pneumatique est comparée à la performance de freinage sur sol mouillé du pneumatique de référence sur un véhicule roulant en ligne droite sur une chaussée revêtue et mouillée. Elle est mesurée en appliquant l'une des méthodes d'essai suivantes:

- a) Essai avec une voiture particulière instrumentée;
- b) Essai avec une remorque tractée par un véhicule ou avec un véhicule d'essai de pneumatiques équipé d'un ou plusieurs pneumatiques d'essai.

4.1 Essai a) avec une voiture particulière instrumentée

4.1.1 Principe

La méthode d'essai comprend une procédure de mesure de la performance de décélération des pneumatiques de la classe C1 au cours du freinage, à l'aide d'une voiture particulière instrumentée munie d'un système de freinage antiblocage (ABS). On entend par "voiture particulière instrumentée" une voiture particulière sur laquelle sont installés les appareils de mesure indiqués au paragraphe 4.1.2.2 aux fins du présent essai. À partir d'une vitesse initiale prédéfinie, les freins sont actionnés suffisamment fort sur les quatre roues en même temps pour activer l'ABS. La décélération moyenne est calculée entre deux vitesses prédéfinies.

4.1.2 Matériel

4.1.2.1 Véhicule

Les modifications autorisées sur la voiture particulière sont les suivantes:

- a) Celles qui permettent d'augmenter le nombre de dimensions différentes de pneumatiques qui peuvent être montées sur le véhicule;
- b) Celles qui permettent d'installer un système d'actionnement automatique du dispositif de freinage;
- c) Toute autre modification du système de freinage est interdite.

4.1.2.2 Appareils de mesure

Le véhicule doit être équipé d'un capteur permettant de mesurer la vitesse sur une surface mouillée et la distance parcourue entre deux vitesses.

Pour la mesure de la vitesse du véhicule, il y a lieu d'utiliser une cinquième roue ou un compteur de vitesse sans contact.

4.1.3 Conditionnement de la piste d'essai

La piste doit être arrosée au moins pendant une demi-heure avant l'essai afin de porter le revêtement à la même température que l'eau. Il convient de continuer à l'arroser au moyen d'un dispositif externe tout au long de l'essai. Pour l'ensemble de la zone d'essai, la hauteur d'eau telle que mesurée à partir de la crête de la chaussée doit être de $1,0 \pm 0,5$ mm.

La piste d'essai doit ensuite être préparée en effectuant au moins 10 essais à 90 km/h avec des pneumatiques ne faisant pas partie du programme d'essai.

4.1.4 Pneumatiques et jantes

4.1.4.1 Préparation et conditionnement des pneumatiques

Les pneumatiques d'essai doivent être débarrassés de toutes les bavures provoquées sur la bande de roulement par les événements des moules ou les raccords de moulage.

Ils doivent être montés sur la jante d'essai indiquée par le fabricant.

L'utilisation d'un lubrifiant adéquat permettra de s'assurer que la portée du talon est correctement apprêtée. On évitera un apport excessif de lubrifiant de sorte que le pneumatique ne glisse pas sur la jante.

Les ensembles pneumatique/jante soumis à essai doivent être entreposés pendant au moins deux heures avant les essais de façon à être tous à la même température ambiante au moment de procéder à ceux-ci. Ils doivent être protégés du soleil afin d'éviter un échauffement excessif dû au rayonnement.

Deux essais de freinage doivent être effectués pour conditionner les pneumatiques.

4.1.4.2 Charge sur les pneumatiques

La charge statique sur les pneumatiques de chaque essieu doit être comprise entre 60 et 90 % de la capacité de charge du pneumatique soumis à essai. Les charges des pneumatiques d'un même essieu ne doivent pas différer de plus de 10 %.

4.1.4.3 Pression de gonflage des pneumatiques

Sur les essieux avant et arrière, les pressions de gonflage doivent être de 220 kPa (pour les pneumatiques standard et les pneumatiques pour fortes charges). Il convient de vérifier la pression des pneumatiques juste avant l'essai, à température ambiante, et de la rectifier si nécessaire.

4.1.5 Procédure

4.1.5.1 Essai

La procédure suivante s'applique à chaque essai.

4.1.5.1.1 La voiture particulière est amenée en ligne droite à une vitesse de 85 ± 2 km/h.

4.1.5.1.2 Une fois la vitesse de 85 ± 2 km/h atteinte, les freins sont systématiquement actionnés au même endroit sur la piste d'essai, en un point dénommé "point de début de freinage", avec une tolérance longitudinale de 5 m et une tolérance transversale de 0,5 m.

4.1.5.1.3 Les freins sont actionnés soit automatiquement, soit manuellement.

4.1.5.1.3.1 L'actionnement automatique des freins est assuré par un système de détection composé de deux éléments, l'un étant associé à la piste d'essai et l'autre placé à bord de la voiture particulière.

4.1.5.1.3.2 L'actionnement manuel des freins dépend du type de transmission, comme indiqué ci-après. Dans les deux cas, un effort de 600 N sur la pédale est nécessaire.

Dans le cas d'une transmission manuelle, le conducteur doit débrayer et appuyer fortement sur la pédale de frein, qu'il doit garder enfoncée aussi longtemps que nécessaire pour permettre la mesure.

Dans le cas d'une transmission automatique, le conducteur doit sélectionner la position neutre, puis appuyer fortement sur la pédale de frein, qu'il doit garder enfoncée aussi longtemps que nécessaire pour permettre la mesure.

4.1.5.1.4 La décélération moyenne est calculée entre 80 et 20 km/h.

Si l'une des prescriptions précitées (à savoir la tolérance de vitesse, les tolérances longitudinale et transversale pour le point de début de freinage et le temps de freinage) n'est pas respectée lors de l'essai, le résultat est ignoré et l'on procède à un nouvel essai.

4.1.5.2 Cycle d'essai

Plusieurs essais sont effectués afin de mesurer l'indice d'adhérence sur sol mouillé d'un jeu de pneumatiques candidats (T) conformément à la procédure suivante, selon laquelle chaque essai est effectué dans la même direction et trois jeux de pneumatiques candidats au maximum peuvent être mesurés au cours d'un même cycle d'essai:

4.1.5.2.1 Premièrement, le jeu de pneumatiques de référence est monté sur la voiture particulière instrumentée.

4.1.5.2.2 Après au moins trois mesures valables, conformément aux dispositions du paragraphe 4.1.5.1, le jeu de pneumatiques de référence est remplacé par un jeu de pneumatiques candidats.

4.1.5.2.3 Après six mesures valables avec les pneumatiques candidats, deux autres jeux de pneumatiques candidats peuvent être soumis à essai.

4.1.5.2.4 Le cycle d'essai s'achève par trois autres mesures valables sur le même jeu de pneumatiques de référence qu'au début du cycle.

Exemples:

a) L'ordre de passage pour un cycle d'essai de trois jeux de pneumatiques candidats (T1 à T3) plus un jeu de pneumatiques de référence (R) serait le suivant:

R-T1-T2-T3-R

b) L'ordre de passage pour un cycle d'essai de cinq jeux de pneumatiques candidats (T1 à T5) plus un jeu de pneumatiques de référence (R) serait le suivant:

R-T1-T2-T3-R-T4-T5-R

4.1.6 Traitement des résultats des mesures

4.1.6.1 Calcul de la décélération moyenne (*AD*)

La décélération moyenne (*AD*) est calculée pour chaque essai valable en m/s^2 , comme suit:

$$AD = \left| \frac{S_f^2 - S_i^2}{2d} \right|$$

où:

S_f est la vitesse finale en m/s; $S_f = 20$ km/h, soit 5,556 m/s

S_i est la vitesse initiale en m/s; $S_i = 80$ km/h, soit 22,222 m/s

d est la distance parcourue, en mètres, entre S_i et S_f .

4.1.6.2 Validation des résultats

Le coefficient de variation de la décélération moyenne (AD) est calculé comme suit:

(Écart type/moyenne) x 100.

Pneumatiques de référence (R): Si le coefficient de variation de la décélération moyenne (AD) pour deux groupes consécutifs de trois essais d'un jeu de pneumatiques de référence est supérieur à 3 %, il convient d'ignorer toutes les données et de procéder à un nouvel essai pour tous les pneumatiques (candidats et de référence).

Pneumatiques candidats (T): Le coefficient de variation de la décélération moyenne (AD) est calculé pour chaque jeu de pneumatiques candidats. Si un coefficient de variation est supérieur à 3 %, il convient d'ignorer les données et de procéder à un nouvel essai du jeu de pneumatiques candidats.

4.1.6.3 Calcul de la décélération moyenne corrigée (Ra)

La décélération moyenne (AD) du jeu de pneumatiques de référence utilisé pour le calcul de son coefficient de force de freinage est corrigée en fonction de la position de chaque jeu de pneumatiques candidats dans un cycle d'essai donné.

Cette décélération moyenne corrigée du pneumatique de référence (Ra) est calculée en m/s^2 conformément au tableau 1, où R_1 est la moyenne des valeurs d' AD dans le premier essai du jeu de pneumatiques de référence (R) et R_2 , la moyenne des valeurs AD dans le second essai du même jeu de pneumatiques de référence (R).

Tableau 1

Nombre de jeux de pneumatiques candidats dans un même cycle d'essai	Jeu de pneumatiques candidats	Ra
1 (R_1-T1-R_2)	T1	$Ra = 1/2 (R_1 + R_2)$
2 ($R_1-T1-T2-R_2$)	T1	$Ra = 2/3 R_1 + 1/3 R_2$
	T2	$Ra = 1/3 R_1 + 2/3 R_2$
3 ($R_1-T1-T2-T3-R_2$)	T1	$Ra = 3/4 R_1 + 1/4 R_2$
	T2	$Ra = 1/2 (R_1 + R_2)$
	T3	$Ra = 1/4 R_1 + 3/4 R_2$

4.1.6.4 Calcul du coefficient de force de freinage (BFC)

Le coefficient de force de freinage (BFC) est calculé pour un freinage sur les deux essieux conformément au tableau 2, où Ta ($a = 1, 2$ ou 3) est la moyenne des valeurs d' AD pour chaque jeu de pneumatiques candidats (T) qui fait partie d'un cycle d'essai.

Tableau 2

<i>Pneumatique d'essai</i>	<i>Coefficient de force de freinage</i>
Pneumatique de référence	$BFC(R) = Ra/g $
Pneumatique candidat	$BFC(T) = Ta/g $
g est l'accélération due à la gravité; $g = 9,81 \text{ m/s}^2$.	

4.1.6.5 Calcul de l'indice d'adhérence sur sol mouillé du pneumatique candidat

L'indice d'adhérence sur sol mouillé du pneumatique candidat ($G(T)$) est calculé comme suit:

$$G(T) = \left[\frac{BFC(T)}{BFC(R)} \times 125 + a \times (t - t_0) + b \times \left(\frac{BFC(R)}{BFC(R_0)} - 1,0 \right) \right] \times 10^{-2}$$

où:

t est la température en degrés Celsius du revêtement mouillé, mesurée lors de l'essai du pneumatique candidat (T);

t_0 est la température de référence du revêtement mouillé; t_0 est égale à 20 °C pour les pneumatiques normaux et 10 °C pour les pneumatiques "neige";

$BFC(R_0)$ est le coefficient de force de freinage pour le pneumatique de référence dans les conditions de référence; $BFC(R_0) = 0,68$.

$a = -0,4232$ et $b = -8,297$ pour les pneumatiques normaux; $a = 0,7721$ et $b = 31,18$ pour les pneumatiques "neige" [a est exprimé par (1/°C)].

4.1.7 Comparaison des performances d'adhérence sur sol mouillé entre un pneumatique candidat et un pneumatique de référence à l'aide d'un pneumatique témoin

4.1.7.1 Généralités

Lorsqu'un pneumatique candidat a des dimensions sensiblement différentes de celles du pneumatique de référence, une comparaison directe sur la même voiture particulière instrumentée peut ne pas être réalisable. La présente méthode d'essai nécessite un pneumatique intermédiaire, ci-après dénommé le "pneumatique témoin", tel que défini au paragraphe 2.5.

4.1.7.2 Principe de l'approche

Le principe consiste à utiliser un jeu de pneumatiques témoins et deux voitures particulières instrumentées différentes pour le cycle d'essai d'un jeu de pneumatiques candidats en comparaison d'un jeu de pneumatiques de référence.

Une voiture particulière instrumentée est équipée du jeu de pneumatiques de référence puis du jeu de pneumatiques témoins, l'autre voiture étant équipée du jeu de pneumatiques témoins puis du jeu de pneumatiques candidats.

Les prescriptions énoncées aux paragraphes 4.1.2 à 4.1.4 s'appliquent.

Le premier cycle d'essai est une comparaison entre le jeu de pneumatiques témoins et le jeu de pneumatiques de référence.

Le second cycle d'essai est une comparaison entre le jeu de pneumatiques candidats et le jeu de pneumatiques témoins. Il est effectué sur la même piste

d'essai et le même jour que le premier cycle d'essai. La température du revêtement mouillé ne doit pas dépasser ± 5 °C par rapport au premier cycle. Le même jeu de pneumatiques témoins doit être utilisé pour le premier et le second cycle.

L'indice d'adhérence sur sol mouillé du pneumatique candidat ($G(T)$) est calculé comme suit:

$$G(T) = G_1 \times G_2$$

où:

G_1 est l'indice relatif d'adhérence sur sol mouillé du pneumatique témoin (C) comparé au pneumatique de référence (R), calculé comme suit:

$$G_1 = \left[\frac{BFC(C)}{BFC(R)} \times 125 + a \times (t - t_0) + b \times \left(\frac{BFC(R)}{BFC(R_0)} - 1,0 \right) \right] \times 10^{-2}$$

G_2 est l'indice relatif d'adhérence sur sol mouillé du pneumatique candidat (T) comparé au pneumatique témoin (C), calculé comme suit:

$$G_2 = \frac{BFC(T)}{BFC(C)}$$

4.1.7.3 Stockage et conservation

Tous les pneumatiques d'un jeu de pneumatiques témoins doivent avoir été stockés dans les mêmes conditions. Dès que le jeu de pneumatiques témoins a été testé en comparaison avec le pneumatique de référence, les conditions particulières de stockage définies dans la norme ASTM E 1136-93 (réapprouvée en 2003) s'appliquent.

4.1.7.4 Remplacement des pneumatiques de référence et des pneumatiques témoins

Lorsque les essais causent une usure irrégulière ou des dommages, ou lorsque l'usure a une incidence sur les résultats obtenus, le pneumatique concerné ne doit plus être utilisé.

4.2 Essai b) avec une remorque tractée par un véhicule ou avec un véhicule d'essai de pneumatiques

4.2.1 Principe

Les mesures sont effectuées sur des pneumatiques d'essai montés sur une remorque tractée par un véhicule (ci-après dénommé "véhicule tracteur") ou sur un véhicule d'essai de pneumatiques. Le frein à l'emplacement d'essai est appliqué fermement jusqu'à obtention d'un couple de freinage suffisant pour produire la force de freinage maximale avant le blocage des roues à une vitesse d'essai de 65 km/h.

4.2.2 Matériel

4.2.2.1 Véhicule tracteur et remorque ou véhicule d'essai de pneumatiques

Le véhicule tracteur ou le véhicule d'essai de pneumatiques doit pouvoir maintenir la vitesse spécifiée de 65 ± 2 km/h, même lors de l'application de la force de freinage maximale.

La remorque ou le véhicule d'essai de pneumatiques doit comporter un emplacement auquel le pneumatique peut être installé aux fins de mesures, ci-après dénommé "l'emplacement d'essai", et les accessoires suivants:

- a) Un dispositif d'actionnement des freins, à l'emplacement d'essai;
- b) Un réservoir d'eau permettant de stocker un volume d'eau suffisant pour alimenter le dispositif d'arrosage du revêtement routier, sauf en cas d'utilisation d'un système d'arrosage extérieur;
- c) Un dispositif d'enregistrement des signaux émis par les capteurs installés à l'emplacement d'essai et de suivi du débit d'arrosage en cas d'utilisation d'un système d'arrosage embarqué.

Le pincement et l'angle de carrossage à l'emplacement d'essai ne doivent pas varier de $\pm 0,5^\circ$ sous la charge verticale maximale. Les bras et les coussinets de suspension doivent être suffisamment rigides pour réduire au minimum le jeu et répondre aux critères de conformité sous l'application de la force de freinage maximale. Le système de suspension doit autoriser une capacité de charge adéquate et être conçu de façon à isoler la résonance de suspension.

L'emplacement d'essai doit être pourvu d'un système de freinage automobile usuel ou spécial, capable d'appliquer un couple de freinage suffisant pour produire la valeur maximale de la force de freinage longitudinale sur la roue d'essai aux conditions spécifiées.

Le système de freinage doit permettre de mesurer l'intervalle de temps qui s'écoule entre le début du freinage et l'application de la force longitudinale maximale, comme indiqué au paragraphe 4.2.7.1.

La remorque ou le véhicule d'essai de pneumatiques doivent être conçus de façon à permettre l'installation de toute la gamme de dimensions des pneumatiques candidats à tester.

La remorque ou le véhicule d'essai de pneumatiques doivent comporter un dispositif permettant de régler la charge verticale, comme indiqué au paragraphe 4.2.5.2.

4.2.2.2 Appareils de mesure

L'emplacement d'essai sur la remorque ou sur le véhicule d'essai doit être pourvu d'un dispositif de mesure de la vitesse de rotation de la roue et de capteurs permettant de relever la force de freinage et la charge verticale sur la roue d'essai.

Prescriptions générales applicables au dispositif de mesure: Le dispositif de mesure doit être conforme aux prescriptions générales suivantes à des températures ambiantes comprises entre 0 et 45 °C:

- a) Précision générale du dispositif en ce qui concerne la force: $\pm 1,5$ % de la valeur maximale de la charge verticale ou de la force de freinage;
- b) Précision générale du dispositif en ce qui concerne la vitesse: $\pm 1,5$ % de la vitesse ou $\pm 1,0$ km/h, la plus grande des deux valeurs étant retenue.

Vitesse du véhicule: Pour la mesure de la vitesse du véhicule, il y a lieu d'utiliser une cinquième roue ou un compteur de vitesse de précision sans contact.

Force de freinage: Les capteurs de freinage doivent permettre de mesurer la force longitudinale produite à l'interface pneumatique-route sous l'action des freins, dans une gamme allant de 0 % à au moins 125 % de la charge verticale appliquée. La conception et l'emplacement des capteurs doivent permettre de

réduire au minimum les effets d'inertie et la résonance mécanique due aux vibrations.

Charge verticale: Le capteur de la charge verticale doit permettre de mesurer la charge verticale à l'emplacement d'essai lors du freinage. Ses spécifications doivent être les mêmes que celles énoncées précédemment.

Conditionnement et enregistrement des signaux: Tous les appareils de conditionnement et d'enregistrement des signaux doivent offrir une restitution linéaire répondant aux prescriptions énoncées précédemment, moyennant une amplification et une résolution appropriées. Ils doivent également satisfaire aux prescriptions suivantes:

- a) La réponse minimale en fréquence doit être neutre de 0 à 50 Hz (100 Hz), à ± 1 % de la valeur maximale près;
- b) Le rapport signal-bruit doit être d'au moins 20/1;
- c) L'amplification doit être suffisante pour permettre l'affichage correct du niveau maximal du signal en entrée;
- d) L'impédance à l'entrée du signal source doit être au moins 10 fois supérieure à l'impédance à la sortie;
- e) Les appareils ne doivent pas être sensibles aux vibrations, aux accélérations et aux variations de la température ambiante.

4.2.3 Conditionnement de la piste d'essai

La piste d'essai doit être conditionnée en effectuant au moins 10 essais à 65 ± 2 km/h avec des pneumatiques ne faisant pas partie du programme d'essai.

4.2.4 Arrosage de la piste

Le véhicule tracteur et sa remorque, ou le véhicule d'essai, peut être muni d'un dispositif d'arrosage de la chaussée, exception faite du réservoir d'eau qui, dans le cas de la remorque, est monté sur le véhicule tracteur. L'eau qui est projetée sur la chaussée devant les pneumatiques d'essai doit sortir d'une buse conçue de manière que la couche d'eau rencontrée par le pneumatique présente une épaisseur uniforme à la vitesse d'essai, avec un minimum d'éclaboussures.

La configuration et la position de la buse doivent permettre de diriger les jets d'eau vers le pneumatique d'essai et la chaussée à un angle de 20 à 30°.

L'eau doit atteindre la chaussée à une distance comprise entre 250 et 450 mm en avant de la partie centrale de la surface de contact du pneumatique. La buse doit être située à 25 mm au-dessus de la chaussée, ou à la hauteur minimale requise pour éviter les obstacles prévisibles, mais en aucun cas à plus de 100 mm au-dessus de la chaussée.

La couche d'eau doit dépasser la bande de roulement du pneumatique d'essai d'au moins 25 mm en largeur et doit être appliquée de telle manière que le pneumatique soit centré entre les bords. Le débit de l'eau doit permettre d'obtenir une hauteur d'eau de $1,0 \pm 0,5$ mm et ne doit pas varier de ± 10 % durant l'essai. Le volume d'eau par unité de largeur mouillée doit être directement proportionnel à la vitesse d'essai. La quantité d'eau projetée à 65 km/h doit être de 18 l/s par mètre de largeur de la piste mouillée pour une hauteur d'eau de 1,0 mm.

- 4.2.5 Pneumatiques et jantes
- 4.2.5.1 Préparation et conditionnement des pneumatiques
- Les pneumatiques d'essai doivent être débarrassés de toutes les bavures provoquées sur la bande de roulement par les événements des moules ou les raccords de moulage.
- Ils doivent être montés sur la jante d'essai indiquée par le fabricant.
- L'utilisation d'un lubrifiant adéquat permettra de s'assurer que la portée du talon est correctement apprêtée. On évitera un apport excessif de lubrifiant de sorte que le pneumatique ne glisse pas sur la jante.
- Les ensembles pneumatique/jante soumis à essai doivent être entreposés pendant au moins deux heures avant les essais de façon à être tous à la même température ambiante au moment de procéder à ceux-ci. Ils doivent être protégés du soleil afin d'éviter un échauffement excessif dû au rayonnement.
- Afin de conditionner les pneumatiques, il convient de réaliser deux essais de freinage dans les conditions de charge, de pression et de vitesse prescrites aux paragraphes 4.2.5.2, 4.2.5.3 et 4.2.7.1 respectivement.
- 4.2.5.2 Charge sur les pneumatiques
- Aux fins des essais, la charge sur un pneumatique d'essai doit être égale à 75 ± 5 % de la capacité de charge dudit pneumatique.
- 4.2.5.3 Pression de gonflage des pneumatiques
- La pression de gonflage à froid des pneumatiques d'essai doit être de 180 kPa pour les pneumatiques standard et 220 kPa pour les pneumatiques pour fortes charges.
- Il convient de vérifier la pression des pneumatiques juste avant l'essai, à température ambiante, et de la rectifier si nécessaire.
- 4.2.6 Préparation du véhicule tracteur et de sa remorque ou du véhicule d'essai de pneumatiques
- 4.2.6.1 Remorque
- Pour les remorques à un seul essieu, la hauteur de l'attelage et la position transversale doivent être réglées une fois le pneumatique d'essai placé sous la charge d'essai spécifiée, afin d'éviter de fausser les résultats des mesures. La distance longitudinale entre l'axe du point d'articulation de l'attelage et l'axe transversal de l'essieu de la remorque doit être égale à la hauteur de l'attelage multipliée par 10 au moins.
- 4.2.6.2 Instruments et matériel
- Le cas échéant, installer la cinquième roue conformément aux instructions du constructeur, en la plaçant aussi près que possible de la position en milieu de piste du véhicule tracteur ou du véhicule d'essai.
- 4.2.7 Procédure
- 4.2.7.1 Essai
- La procédure ci-après s'applique à chaque essai:
- 4.2.7.1.1 Le véhicule tracteur ou le véhicule d'essai circule sur la piste d'essai en ligne droite à la vitesse d'essai spécifiée de 65 ± 2 km/h.

- 4.2.7.1.2 Le système d'enregistrement est mis en marche.
- 4.2.7.1.3 La chaussée est arrosée à l'avant du pneumatique d'essai 0,5 s environ avant le freinage (dans le cas d'un système d'arrosage embarqué).
- 4.2.7.1.4 Les freins de la remorque sont actionnés à 2 mètres du point de mesure des propriétés frictionnelles du revêtement mouillé et de la hauteur au sable, conformément aux dispositions des paragraphes 3.1.4 et 3.1.5. La vitesse de freinage doit être telle que le laps de temps entre la première intervention sur le frein et le pic de force longitudinale soit compris entre 0,2 et 0,5 s.
- 4.2.7.1.5 Le système d'enregistrement est arrêté.
- 4.2.7.2 Cycle d'essai
- Plusieurs essais sont effectués afin de mesurer l'indice d'adhérence sur sol mouillé du pneumatique candidat (T) selon la procédure suivante, dans laquelle chaque essai est effectué à partir du même endroit de la piste d'essai et dans la même direction. Jusqu'à trois pneumatiques candidats peuvent être mesurés dans un même cycle d'essai, pour autant que les essais soient achevés en une journée.
- 4.2.7.2.1 On commence par l'essai du pneumatique de référence.
- 4.2.7.2.2 Après au moins six mesures valables, conformément aux dispositions du paragraphe 4.2.7.1, le pneumatique de référence est remplacé par le pneumatique candidat.
- 4.2.7.2.3 Après six mesures valables avec le pneumatique candidat, deux autres pneumatiques candidats peuvent être soumis à essai.
- 4.2.7.2.4 Le cycle d'essai s'achève par six autres mesures valables sur le même pneumatique de référence qu'au début du cycle.

Exemples:

- a) L'ordre de passage pour un cycle d'essai de trois pneumatiques candidats (T1 à T3) plus un pneumatique de référence (R) serait le suivant:

R-T1-T2-T3-R

- b) L'ordre de passage pour un cycle d'essai de cinq pneumatiques candidats (T1 à T5) plus un pneumatique de référence (R) serait le suivant:

R-T1-T2-T3-R-T4-T5-R

- 4.2.8 Traitement des résultats des mesures
- 4.2.8.1 Calcul du coefficient de force de freinage maximal

Le coefficient de force de freinage maximal (μ_{peak}) est la valeur la plus élevée d' $\mu(t)$ avant le blocage des roues, calculée comme suit pour chaque essai. Les signaux analogiques doivent être filtrés afin d'éliminer le bruit. Les signaux numériques doivent être filtrés selon la méthode de la moyenne mobile.

$$\mu(t) = \left| \frac{fh(t)}{fv(t)} \right|$$

où:

$\mu(t)$ est le coefficient de force de freinage dynamique en temps réel;

$fh(t)$ est la force de freinage dynamique en temps réel, exprimée en newtons (N);

$fv(t)$ est la charge verticale dynamique en temps réel, exprimée en newtons (N).

4.2.8.2 Validation des résultats

Le coefficient de variation μ_{peak} est calculé comme suit:

(Écart type/moyenne) x 100

Pour le pneumatique de référence (R): Si le coefficient de variation du coefficient de force de freinage maximal (μ_{peak}) du pneumatique de référence est supérieur à 5 %, toutes les données correspondantes doivent être ignorées et l'on doit procéder à un nouvel essai pour tous les pneumatiques d'essai (à savoir le(s) pneumatique(s) candidat(s) et le pneumatique de référence).

Pour le(s) pneumatique(s) candidat(s) (T): Le coefficient de variation du coefficient de force de freinage maximal (μ_{peak}) est calculé pour chaque pneumatique candidat. Si un coefficient de variation est supérieur à 5 %, il convient d'ignorer les données et de procéder à un nouvel essai du pneumatique candidat.

4.2.8.3 Calcul du coefficient de force de freinage maximal moyen corrigé

Le coefficient de force de freinage maximal moyen du pneumatique de référence utilisé pour le calcul de son coefficient de force de freinage est corrigé en fonction de la position de chaque pneumatique candidat dans un cycle d'essai donné.

Ce coefficient de force de freinage maximal moyen corrigé du pneumatique de référence (R_a) est calculé conformément au tableau 3, où R_1 est le coefficient de force de freinage maximal moyen constaté à l'issue du premier essai du pneumatique de référence (R) et R_2 , le coefficient de force de freinage maximal moyen constaté à l'issue du deuxième essai du pneumatique de référence (R).

Tableau 3

Nombre de pneumatiques candidats dans un même cycle d'essai	Pneumatique candidat	R_a
1 (R_1-T1-R_2)	T1	$R_a = 1/2 (R_1 + R_2)$
2 ($R_1-T1-T2-R_2$)	T1	$R_a = 2/3 R_1 + 1/3 R_2$
	T2	$R_a = 1/3 R_1 + 2/3 R_2$
3 ($R_1-T1-T2-T3-R_2$)	T1	$R_a = 3/4 R_1 + 1/4 R_2$
	T2	$R_a = 1/2 (R_1 + R_2)$
	T3	$R_a = 1/4 R_1 + 3/4 R_2$

4.2.8.4 Calcul du coefficient de force de freinage maximal moyen ($\mu_{peak,ave}$)

Le coefficient de force de freinage maximal moyen ($\mu_{peak,ave}$) est calculé conformément au tableau 4, où T_a ($a = 1, 2$ ou 3) représente la moyenne des coefficients de force de freinage maximaux constatés pour un pneumatique candidat au cours d'un même cycle d'essai.

Tableau 4

Pneumatique d'essai	$\mu_{peak,ave}$
Pneumatique de référence	$\mu_{peak,ave}(R)=Ra$ selon le tableau 3
Pneumatique candidat	$\mu_{peak,ave}(T) = Ta$

4.2.8.5 Calcul de l'indice d'adhérence sur sol mouillé du pneumatique candidat

L'indice d'adhérence sur sol mouillé du pneumatique candidat ($G(T)$) est calculé comme suit:

$$G(T) = \left[\frac{\mu_{peak,ave}(T)}{\mu_{peak,ave}(R)} \times 125 + a \times (t - t_0) + b \times \left(\frac{\mu_{peak,ave}(R)}{\mu_{peak,ave}(R_0)} - 1,0 \right) \right] \times 10^{-2}$$

où:

t est la température en degrés Celsius du revêtement mouillé, mesurée lors de l'essai du pneumatique candidat (T);

t_0 est la température de référence du revêtement mouillé;

$t_0 = 20$ °C pour les pneumatiques normaux et 10 °C pour les pneumatiques "neige";

$\mu_{peak,ave}(R_0) = 0,85$, soit le coefficient de force de freinage maximal pour le pneumatique de référence dans les conditions de référence;

$a = -0,4232$ et $b = -8,297$ pour les pneumatiques normaux; $a = 0,7721$ et $b = 31,18$ pour les pneumatiques "neige" [a est exprimé par (1/°C)].

Annexe 5

Appendice

Exemples de procès-verbaux d'essai pour la mesure de l'indice d'adhérence sur sol mouillé

Exemple 1: Procès-verbal d'essai effectué avec une remorque

Numéro du procès-verbal d'essai:

Date de l'essai:

Type de revêtement routier:

Profondeur de la texture (en mm):

μ_{peak} (SRTT14E 1136):

ou BPN:

Vitesse (km/h):

Hauteur d'eau (en mm):

N°		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dimensions											
Caractéristiques de service											
Identification du pneumatique											
Jante											
Sculptures											
Charge (en N)											
Pression (en kPa)											
μ_{peak}	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
	6										
	7										
	8										
Moyenne											
Écart type σ											
$(\sigma/\text{moyenne}) \leq 5 \%$											
Ra, corrigé											
Indice d'adhérence sur sol mouillé											
Température du revêtement (en °C)											
Température ambiante (en °C)											
Observations											

Exemple 2: Procès-verbal d'essai effectué avec une voiture particulière

Conducteur:

Date de l'essai:

Piste:	
	Profondeur de la texture (en mm):
	BPN:
	Hauteur d'eau (en mm):

Voiture particulière:	
	Marque:
	Modèle:
	Type:

Vitesse initiale (en km/h):
Vitesse finale (en km/h):

N°	1	2	3	4	5					
Marque	Uniroyal	PNEUMATIQUE B	PNEUMATIQUE C	PNEUMATIQUE D	Uniroyal					
Sculptures	ASTM F 2493 SRTT16	SCULPTURES B	SCULPTURES C	SCULPTURES D	ASTM F 2493 SRTT16					
Dimensions	P225/60R16	DIMENSIONS B	DIMENSIONS C	DIMENSIONS D	P225/60R16					
Caractéristiques de service	97S	LI/SS	LI/SS	LI/SS	97S					
Identification du pneumatique	XXXXXXXXXX	YYYYYYYYYY	ZZZZZZZZZ	NNNNNNNNN	XXXXXXXXXX					
Jante										
Pression sur l'essieu avant (en kPa)										
Pression sur l'essieu arrière (en kPa)										
Charge sur l'essieu avant (en kg)										
Charge sur l'essieu arrière (en kg)										
Température du revêtement mouillé (en °C)										
Température ambiante (en °C)										
	Distance de freinage (m)	Décélération moyenne (m/s ²)	Distance de freinage (m)	Décélération moyenne (m/s ²)	Distance de freinage (m)	Décélération moyenne (m/s ²)	Distance de freinage (m)	Décélération moyenne (m/s ²)	Distance de freinage (m)	Décélération moyenne (m/s ²)
Mesure	1									
	2									
	3									
	4									
	5									
	6									
	7									
	8									
	9									
	10									
Décélération moyenne (AD) (m/s ²)										

Écart type (m/s^2)					
Validation des résultats Coefficient de variation (en %) <3 %					
Décélération moyenne (<i>AD</i>) corrigée du pneumatique de référence: R_a (m/s^2)					
Coefficient de force de freinage du pneumatique de référence (<i>BFC</i> (R)) (SRTT16E)					
Coefficient de force de freinage du pneumatique candidat (<i>BFC</i> (T))					
Indice d'adhérence sur sol mouillé (en %)					

».

Annexe 7, ajouter un nouveau paragraphe 1.4, libellé comme suit:

- «1.4 “Essai d'accélération”, une série déterminée d'accélération en mode traction appliquées au même pneumatique durant un court laps de temps.».

Annexe 7, paragraphe 3.1.2, modifier comme suit:

«3.1.2 Véhicule

L'essai doit être réalisé sur un véhicule de série en bon état de marche et équipé d'un système ABS.

Les charges appliquées aux roues du véhicule utilisé doivent être appropriées aux pneumatiques essayés. Plusieurs dimensions de pneumatiques peuvent être essayées sur le même véhicule.».

Annexe 7, paragraphe 3.1.3, modifier comme suit:

«3.1.3 Pneumatiques

Avant d'être essayés, les pneumatiques devraient être débarrassés de toutes les bavures de moulage. Avant de procéder à un essai, on veillera à nettoyer la surface du pneumatique en contact avec la neige.

Les pneumatiques doivent être exposés à la température ambiante externe au moins deux heures avant d'être montés aux fins d'essai. La pression doit ensuite être réglée en fonction des valeurs indiquées pour l'essai.

S'il n'est pas possible de monter à la fois le pneumatique SRTT et le pneumatique à contrôler sur le véhicule, un troisième pneumatique (“pneumatique témoin”) peut être utilisé. Il convient alors en premier lieu d'essayer le pneumatique témoin avec le pneumatique de référence sur un autre véhicule, puis d'essayer le pneumatique à contrôler avec le pneumatique témoin sur le véhicule.».

Annexe 7, ajouter les nouveaux paragraphes 3.4.3 à 4.10, libellés comme suit:

- «3.4.3 S'il n'est pas possible de monter le pneumatique à contrôler et le pneumatique SRTT sur le même véhicule, notamment en raison des dimensions des pneumatiques ou de l'impossibilité d'obtenir la charge requise, il convient d'effectuer la comparaison au moyen d'un pneumatique intermédiaire, ci-après dénommé “pneumatique témoin”, et de deux véhicules distincts. L'un des véhicules doit pouvoir être équipé du pneumatique SRTT et du pneumatique témoin, et l'autre doit pouvoir être équipé du pneumatique témoin et du pneumatique à contrôler.

- 3.4.3.1 L'indice d'adhérence sur neige du pneumatique témoin par rapport au SRTT (SG1) et celui du pneumatique à contrôler par rapport au pneumatique témoin (SG2) doivent être déterminés au moyen de la procédure décrite aux paragraphes 3.1 à 3.4.2.

L'indice d'adhérence sur neige du pneumatique à contrôler par rapport au SRTT est le produit des indices SG1 et SG2 ($SG1 \times SG2$).

- 3.4.3.2 Les conditions ambiantes doivent être comparables et tous les essais doivent être réalisés le même jour.

- 3.4.3.3 Un même jeu de pneumatiques témoins doit être utilisé aux fins de la comparaison avec le SRTT et avec le pneumatique à contrôler. Ces pneumatiques témoins doivent être placés sur les mêmes roues.

- 3.4.3.4 Les pneumatiques témoins qui ont servi à des essais doivent ensuite être entreposés dans les mêmes conditions que celles prescrites pour le SRTT.
- 3.4.3.5 Le SRTT et les pneumatiques témoins doivent être mis au rebut s'ils présentent une usure anormale ou des dommages, ou si leurs performances semblent s'être dégradées.
4. Méthode d'accélération pour les pneumatiques de la classe C3
- Compte tenu de la définition qui est donnée des pneumatiques de la classe C3 au paragraphe 2.4.3, deux catégories supplémentaires ont été établies aux fins de l'application de la méthode d'accélération, à savoir:
- C3Narrow (C3N), lorsque la grosseur de boudin nominale du pneumatique C3 est inférieure à 285 mm;
 - C3Wide (C3W), lorsque la grosseur de boudin nominale du pneumatique C3 est égale ou supérieure à 285 mm.
- 4.2 Méthodes de détermination de l'indice d'adhérence sur neige
- On détermine les performances sur la neige en comparant, lors d'un essai d'accélération, l'accélération moyenne d'un pneumatique à contrôler et celle du pneumatique SRTT.
- Les performances relatives sont exprimées par un indice d'adhérence sur neige (SG).
- Lors d'un essai d'accélération effectué conformément au paragraphe 4.7, l'accélération moyenne pour le pneumatique neige à contrôler doit être au moins égale à 1,25 par rapport à celle obtenue pour l'un des pneumatiques SRTT équivalents, à savoir l'ASTM F 2870 ou l'ASTM F 2871.
- 4.3 Appareils de mesure
- 4.3.1 Il convient d'utiliser un dispositif capable de mesurer la vitesse et la distance couverte sur de la neige/de la glace entre deux vitesses.
- Pour la mesure de la vitesse du véhicule, il y a lieu d'utiliser une cinquième roue ou un système de mesure de vitesse sans contact (radar, système GPS ou autre dispositif).
- 4.3.2 Les tolérances suivantes doivent être respectées:
- Pour la mesure de la vitesse: ± 1 % (km/h) ou 0,5 km/h, selon la valeur qui est la plus grande;
 - Pour la mesure de la distance: $\pm 1 \times 10^{-1}$ m.
- 4.3.3 Il est recommandé d'installer à l'intérieur du véhicule un dispositif affichant la vitesse mesurée ou la différence entre celle-ci et la vitesse de référence pour l'essai, de sorte que le conducteur puisse ajuster la vitesse du véhicule.
- 4.3.4 En ce qui concerne l'essai d'accélération décrit au paragraphe 4.7, il est recommandé d'installer à l'intérieur du véhicule un dispositif affichant le taux de glissement des pneumatiques des roues motrices et de l'utiliser dans le cas particulier du paragraphe 4.7.2.1.1.

Le taux de glissement est calculé comme suit:

$$\text{Taux de glissement (\%)} = \left[\frac{\text{Vitesse de la roue} - \text{Vitesse du véhicule}}{\text{Vitesse du véhicule}} \right] \times 100$$

- a) La vitesse du véhicule est mesurée comme il est expliqué au paragraphe 4.3.1 (m/s);
- b) La vitesse de la roue est calculée sur une roue de l'essieu moteur, à partir de la vitesse angulaire et du diamètre en charge.

Vitesse de la roue = $\pi \times$ diamètre en charge \times vitesse angulaire

où $\pi = 3,1416$ (m/360 deg), le diamètre en charge est exprimé en mètres (m) et la vitesse angulaire, en tours par seconde (360 deg/sec).

4.3.5 Un système d'acquisition de données peut être employé pour enregistrer les mesures.

4.4 Conditions générales

4.4.1 Parcours d'essai

Les essais de freinage doivent s'effectuer sur une piste d'essai de longueur et de largeur suffisantes, ayant une pente maximale de 2 % et recouverte de neige tassée.

4.4.1.1 La couche de neige doit être composée d'une base fortement compactée d'au moins 3 cm d'épaisseur et d'une couche superficielle moyennement tassée et préparée d'environ 2 cm d'épaisseur.

4.4.1.2 L'indice de tassement de la neige, mesuré à l'aide d'un pénétromètre CTI, doit être compris entre 80 et 90. En ce qui concerne la méthode de mesure, voir l'appendice de la norme ASTM F1805.

4.4.1.3 La température de l'air, mesurée à environ un mètre au-dessus du sol, doit être comprise entre -2 °C et -15 °C; celle de la neige, mesurée à une profondeur d'un centimètre environ, doit être comprise entre -4 °C et -15 °C.

La température de l'air ne doit pas varier de plus de 10 °C durant l'essai.

4.5 Préparation et conditionnement des pneumatiques

4.5.1 Monter les pneumatiques soumis à l'essai sur des jantes conformément à la norme ISO 4209-1, en appliquant une méthode conventionnelle. L'utilisation d'un lubrifiant adéquat permettra de s'assurer que la portée du talon est correcte. On évitera un apport excessif de lubrifiant de sorte que le pneumatique ne glisse pas sur la jante.

4.5.2 Avant d'être essayés, les pneumatiques devraient être rodés pour les débarrasser de toutes les bavures de moulage.

4.5.3 Les pneumatiques doivent être conditionnés à la température ambiante externe au moins deux heures avant d'être montés aux fins d'essai.

Ils devraient être entreposés de façon à être soumis à la même température ambiante avant l'essai et protégés du soleil de façon à éviter un échauffement excessif dû au rayonnement solaire.

Avant de procéder à un essai, on veillera à nettoyer la surface des pneumatiques en contact avec la neige.

La pression doit ensuite être réglée aux valeurs indiquées pour l'essai.

- 4.6 Ordre d'essai
- Si l'essai ne s'applique qu'à un seul pneumatique à contrôler, l'ordre d'essai est le suivant:
- R1 . T . R2
- où:
- R1 est l'essai initial du SRTT, R2 le second essai du SRTT et T l'essai du pneumatique à contrôler.
- Trois pneumatiques à contrôler au maximum peuvent être essayés avant un nouvel essai du SRTT. Exemple: R1 . T1 . T2 . T3 . R2.
- Il est recommandé de veiller à ce que les zones de la piste dans lesquelles l'accélération est maximale ne se chevauchent pas sans reconditionnement intermédiaire.
- Avant d'essayer un nouveau jeu de pneumatiques, on modifie la trajectoire du véhicule afin de ne pas accélérer sur les traces du jeu précédent. Lorsqu'il n'est plus possible d'éviter le chevauchement des zones d'accélération maximale, il convient de reconditionner le parcours d'essai.
- 4.7 Procédure d'essai d'accélération sur neige visant à déterminer l'indice d'adhérence sur neige des pneumatiques C3N et C3W
- 4.7.1 Principe
- La procédure consiste à mesurer les performances sur la neige, lors d'une accélération, de pneumatiques montés sur un véhicule utilitaire équipé d'un système antipatinage (TCS, ASR, etc.).
- À partir d'une vitesse initiale donnée, on accélère à pleins gaz pour actionner le système antipatinage. L'accélération moyenne est calculée entre deux vitesses déterminées.
- 4.7.2 Véhicule
- 4.7.2.1 L'essai doit être réalisé en utilisant un véhicule utilitaire de série à deux essieux et en bon état de marche et en respectant les conditions suivantes:
- a) Un faible poids sur l'essieu arrière et une puissance suffisante pour obtenir le taux de glissement moyen durant l'essai prescrit aux paragraphes 4.7.5.1 et 4.7.5.2.1 ci-après;
 - b) Une boîte de vitesses manuelle (ou une boîte automatique pouvant être utilisée en mode manuel) comportant un rapport permettant de couvrir un intervalle de vitesses de 19 km/h entre 4 et 30 km/h;
 - c) Le blocage du différentiel sur l'essieu moteur, recommandé pour accroître la répétabilité;
 - d) Un dispositif standard commercialisé permettant de contrôler/limiter le patinage de l'essieu moteur durant l'accélération (Traction Control, ASR, TCS, etc.).
- 4.7.2.1.1 Dans le cas particulier où il n'est pas possible de disposer d'un véhicule de série équipé d'un système antipatinage, un véhicule dépourvu d'un tel système est autorisé, mais seulement s'il est équipé d'un système d'affichage du taux de glissement (voir le paragraphe 4.3.4) et d'un différentiel pouvant

- être bloqué sur l'essieu moteur de façon que la procédure décrite au paragraphe 4.7.5.2.1 puisse être appliquée.
- 4.7.2.2 Les modifications autorisées sont les suivantes:
- a) Modifications permettant d'augmenter le nombre de dimensions de pneumatiques pouvant être montées sur le véhicule;
 - b) Modifications permettant d'installer un dispositif d'activation automatique de l'accélération et des mesures.
- Toute autre modification du système d'accélération est interdite.
- 4.7.3 Montage sur le véhicule
- L'essieu moteur arrière peut être indifféremment équipé de deux ou quatre pneumatiques d'essai, à condition que la charge pour chaque pneumatique soit respectée.
- L'essieu avant directeur, non moteur, doit être équipé de deux pneumatiques de dimensions appropriées à la charge qu'il doit supporter. Ces deux pneumatiques peuvent être conservés du début à la fin de l'essai.
- 4.7.4 Charge et pression de gonflage
- 4.7.4.1 La charge statique sur chaque pneumatique d'essai situé à l'arrière doit être comprise entre 20 % et 55 % de la capacité de charge indiquée sur le flanc du pneumatique essayé.
- La charge statique totale sur l'essieu avant directeur devrait être comprise entre 60 % et 160 % de la charge statique totale sur l'essieu arrière moteur.
- La charge statique sur les pneumatiques d'un même essieu moteur ne devrait pas varier de plus de 10 %.
- 4.7.4.2 La pression de gonflage des pneumatiques montés sur les roues motrices doit être égale à 70 % de la pression indiquée sur leur flanc.
- Les pneumatiques des roues directrices doivent être gonflés à la pression nominale indiquée sur leur flanc.
- 4.7.5 Essai
- 4.7.5.1 Monter en premier sur le véhicule le jeu de pneumatiques de référence. Le montage doit s'effectuer dans la zone des essais.
- Conduire le véhicule à une vitesse initiale constante comprise entre 4 km/h et 11 km/h et sur un rapport permettant de couvrir un intervalle de vitesses de 19 km/h.
- Le rapport recommandé est la troisième ou la quatrième, il doit permettre d'obtenir le taux de glissement moyen minimal de 13 % dans l'intervalle de vitesses considéré.
- 4.7.5.2 Dans le cas d'un véhicule équipé d'un système antipatinage (activé avant l'essai), accélérer à fond jusqu'à ce que la vitesse finale soit atteinte.
- Vitesse finale = vitesse initiale + 15 km/h
- Aucune force de retenue vers l'arrière ne doit être appliquée au véhicule d'essai.
- 4.7.5.2.1 Dans le cas particulier où il n'est pas possible de disposer d'un véhicule de série équipé d'un système antipatinage (voir le paragraphe 4.7.2.1.1), le

conducteur maintient lui-même manuellement le taux de glissement moyen de 20 % ± 10 % (procédure du glissement contrôlé, remplaçant celle du glissement non contrôlé) dans le même intervalle de vitesses. La procédure du glissement contrôlé s'applique à l'ensemble des pneumatiques et des essais de la séance d'essais.

- 4.7.5.3 Mesurer la distance parcourue et le temps écoulé entre la vitesse initiale et la vitesse finale.
- 4.7.5.4 Pour chaque pneumatique à contrôler et le pneumatique SRTT, il convient de répéter l'essai d'accélération au moins six fois. Le coefficient de variation (écart type/moyenne*100) calculé pour un minimum de six essais valables réalisés de la sorte devrait être inférieur ou égal à 6 %.
- 4.7.5.5 Dans le cas d'un véhicule équipé d'un système antipatinage, le taux de glissement moyen doit être compris entre 13 % et 40 % (pour le calcul du taux, voir le paragraphe 4.3.4).
- 4.7.5.6 Appliquer l'ordre d'essai défini au paragraphe 4.6.
- 4.8 Traitement des résultats des mesures

- 4.8.1 Calcul de l'accélération moyenne (AA pour Average Acceleration)

À chaque mesure, l'accélération moyenne AA ($m \cdot s^{-2}$) est calculée comme suit:

$$AA = \frac{S_f^2 - S_i^2}{2D}$$

où D (m) est la distance couverte entre la vitesse initiale S_i ($m \cdot s^{-1}$) et la vitesse finale S_f ($m \cdot s^{-1}$).

- 4.8.2 Validation des résultats

Pour les pneumatiques à contrôler:

Le coefficient de variation de l'accélération moyenne est calculé pour chaque pneumatique. Si l'un des coefficients est supérieur à 6 %, il convient d'ignorer les données pour le pneumatique visé et de répéter l'essai.

$$\text{Coefficient de variation} = \frac{\text{écart type}}{\text{moyenne}} \times 100$$

Pour le pneumatique de référence:

Si le coefficient de variation de l'accélération moyenne AA pour chaque groupe de six essais au minimum du pneumatique de référence est supérieur à 6 %, il convient d'ignorer les données et de répéter l'essai pour l'ensemble des pneumatiques (pneumatiques à contrôler et pneumatique de référence).

En outre, dans la perspective d'une éventuelle évolution de l'essai, le coefficient de variation est calculé à partir des valeurs moyennes obtenues pour deux groupes consécutifs de six essais au minimum du pneumatique de référence. Si le coefficient est supérieur à 6 %, il convient d'ignorer les données pour tous les pneumatiques à contrôler et de répéter l'essai.

$$\text{Coefficient de variation} = \left[\frac{\text{Moyenne 2} - \text{Moyenne 1}}{\text{Moyenne 1}} \right] \times 100$$

4.8.3 Calcul de l'accélération moyenne AA

R1 étant la moyenne des valeurs AA obtenues à l'issue du premier essai du pneumatique de référence et R2 la moyenne des valeurs AA obtenues à l'issue du second essai de ce pneumatique, le calcul s'effectue comme il est indiqué dans le tableau 1:

Tableau 1

<i>Si le nombre de jeux de pneumatiques à contrôler entre deux essais successifs du pneumatique de référence est:</i>	<i>et si le jeu de pneumatiques à contrôler est:</i>	<i>la valeur Ra est calculée comme suit:</i>
1 R – T1 – R	T1	Ra = 1/2 (R1 + R2)
2 R – T1 – T2 – R	T1	Ra = 2/3 R1 + 1/3 R2
	T2	Ra = 1/3 R1 + 2/3 R2
3 R – T1 – T2 – T3 – R	T1	Ra = 3/4 R1 + 1/4 R2
	T2	Ra = 1/2 (R1 + R2)
	T3	Ra = 1/4 R1 + 3/4 R2

“Ta” (a = 1, 2, ...) est la moyenne des valeurs AA pour un essai d'un pneumatique à contrôler.

4.8.4 Calcul du coefficient de la force d'accélération (“AFC” pour “Acceleration Force Coefficient”)

Le calcul s'effectue comme il est indiqué dans le tableau 2:

Tableau 2

	Coefficient de la force d'accélération (“AFC”):
Pneumatique de référence	$AFC(R) = \frac{Ra}{g}$
Pneumatique à contrôler	$AFC(T) = \frac{Ta}{g}$
<i>Ra et Ta sont exprimés en m/s²</i> <i>“g” = accélération de la gravité (arrondie à 9,81 m/s²)</i>	

4.8.5 Calcul de l'indice d'adhérence sur neige relatif du pneumatique

L'indice d'adhérence sur neige relatif correspond au rapport entre le résultat du pneumatique à contrôler et celui du pneumatique de référence.

$$\text{Indice d'adhérence sur neige} = \frac{AFC(T)}{AFC(R)}$$

4.8.6 Calcul du taux de glissement

Le taux de glissement peut être calculé comme il est indiqué au paragraphe 4.3.4 ou bien en comparant la distance moyenne parcourue (voir le paragraphe 4.7.5.3) lors des six essais au minimum à la distance parcourue lors d'un essai réalisé sans glissement (avec une accélération très faible).

$$\text{Taux de glissement (\%)} = \left[\frac{\text{Distance moyenne} - \text{Distance à glissement nul}}{\text{Distance à glissement nul}} \right] \times 100$$

- 4.9 Comparaison des performances d'adhérence sur la neige entre un pneumatique à contrôler et un pneumatique de référence à l'aide d'un pneumatique témoin
- 4.9.1 **Objet**
- Lorsque les dimensions du pneumatique à contrôler sont sensiblement différentes de celles du pneumatique de référence, il se peut qu'une comparaison directe sur le même véhicule ne soit pas possible. Dans ce cas, on a recours à un pneumatique intermédiaire, ci-après dénommé "pneumatique témoin".
- 4.9.2 **Principe**
- Le principe consiste à utiliser un pneumatique témoin et deux véhicules distincts.
- Sur l'un des véhicules, on peut monter le pneumatique de référence et le pneumatique témoin; sur l'autre, on peut monter le pneumatique témoin et le pneumatique à contrôler. Les conditions doivent toutes être conformes à celles décrites au paragraphe 4.7.
- La première évaluation est une comparaison entre le pneumatique témoin et le pneumatique de référence. Le résultat (indice d'adhérence sur neige 1) indique l'efficacité relative du pneumatique témoin par rapport au pneumatique de référence.
- La seconde évaluation est une comparaison entre le pneumatique à contrôler et le pneumatique témoin. Le résultat (indice d'adhérence sur neige 2) indique l'efficacité relative du pneumatique à contrôler par rapport au pneumatique témoin.
- La seconde évaluation se déroule sur la même piste que la première. La température de l'air doit se situer à ± 5 °C de la température constatée lors de la première évaluation. Le jeu de pneumatiques témoins est le même que celui employé pour la première évaluation.
- L'indice d'adhérence sur neige du pneumatique à contrôler par rapport au pneumatique de référence s'obtient en multipliant les efficacités relatives calculées précédemment:
- $$\text{Indice d'adhérence sur neige} = SG1 \times SG2$$
- 4.9.3 **Utilisation d'un jeu de pneumatiques comme jeu de pneumatiques témoins**
- Un jeu de pneumatiques témoins est un jeu de pneumatiques identiques fabriqués dans une même usine au cours d'une même semaine.
- 4.10 **Stockage et conservation**
- Avant la première évaluation (comparaison entre le pneumatique témoin et le pneumatique de référence), des conditions de stockage standard peuvent être appliquées. Tous les pneumatiques d'un jeu de pneumatiques témoins doivent cependant avoir été stockés dans les mêmes conditions.

Une fois que le jeu de pneumatiques témoins a été évalué par rapport au pneumatique de référence, des conditions de stockage particulières doivent être respectées aux fins du remplacement des pneumatiques témoins.

Lorsque les essais causent une usure irrégulière ou des dommages, ou lorsque l'usure a une incidence sur les résultats obtenus, le pneumatique concerné ne doit plus être utilisé.».

Annexe 7, appendice 2, paragraphe 4.3, modifier le tableau comme suit:

«

	<i>SRTT</i> (1 ^{er} essai)	<i>Pneumatique à éprouver</i>	<i>Pneumatique à éprouver</i>	<i>SRTT</i> (2 ^e essai)
Dimensions du pneumatique				
Code de largeur de la jante d'essai				
Charge sur les pneumatiques AV/AR (kg)				
Indice de charge AV/AR (%)				
Pression de gonflage AV/AR (kPa)				

»

Annexe 7, ajouter l'appendice 3, libellé comme suit:

«Annexe 7

Appendice 3

Procès-verbal d'essai et données relatives à l'essai pour les pneumatiques C3

Première partie: Procès-verbal

1. Autorité ou service technique chargé de l'homologation:
2. Nom et adresse du demandeur:
3. Numéro du procès-verbal d'essai:
4. Raison sociale du fabricant et marque commerciale ou désignation commerciale:
5. Classe de pneumatique:
6. Catégorie d'utilisation:
7. Indice d'adhérence sur neige par rapport au pneumatique de référence, selon le paragraphe 8.5
- 7.1 Procédure d'essai et pneumatique de référence utilisé:
8. Commentaires éventuels:
9. Date:.....
10. Signature:

Deuxième partie: Données relatives à l'essai

1. Date de l'essai:.....
2. Emplacement de la piste d'essai:
- 2.1 Caractéristiques de la piste d'essai:

	<i>Au début des essais</i>	<i>À la fin des essais</i>	<i>Spécification</i>
Météorologie			
Température ambiante			-2 °C à -15 °C
Température de la neige			-4 °C à -15 °C
Indice CTI			80 à 90
Autres paramètres			

3. Véhicule d'essai (marque, modèle, type et année de construction):
4. Caractéristiques des pneumatiques à essayer:.....
- 4.1 Dimensions des pneumatiques et catégorie d'utilisation:
- 4.2 Marque des pneumatiques et désignation commerciale:.....
- 4.3 Données concernant les pneumatiques:

	<i>SRTT (1^{er} essai)</i>	<i>Pneumatique à contrôler 1</i>	<i>Pneumatique à contrôler 2</i>	<i>Pneumatique à contrôler 3</i>	<i>SRTT (2^e essai)</i>
Dimensions du pneumatique					
Code de largeur de la jante d'essai					
Charge sur les pneumatiques AV/AR (kg)					
Indice de charge AV/AR (%)					
Pression de gonflage AV/AR (kPa)					

5. Résultats de l'essai: accélérations moyennes (m/s²)

<i>Essai (répétitions)</i>	<i>Spécification</i>	<i>SRTT (1^{er} essai)</i>	<i>Pneumatique à contrôler 1</i>	<i>Pneumatique à contrôler 2</i>	<i>Pneumatique à contrôler 3</i>	<i>SRTT (2^e essai)</i>
1						
2						
3						
4						
5						
6						
Valeur moyenne						

<i>Essai (répétitions)</i>	<i>Spécification</i>	<i>SRTT (1^{er} essai)</i>	<i>Pneumatique à contrôler 1</i>	<i>Pneumatique à contrôler 2</i>	<i>Pneumatique à contrôler 3</i>	<i>SRTT (2^e essai)</i>
Écart type						
Taux de glissement (%)						
Coefficient de variation (%)	<6 %					
Validation SRTT	(SRTT) <5 %					
Moyenne SRTT						
Indice d'adhérence sur neige		1,00				

».