

II

(Actes non législatifs)

RÈGLEMENTS

RÈGLEMENT (UE) N° 228/2011 DE LA COMMISSION

du 7 mars 2011

modifiant le règlement (CE) n° 1222/2009 du Parlement européen et du Conseil sur la méthode d'essai d'adhérence sur sol mouillé pour les pneumatiques de classe C1

(Texte présentant de l'intérêt pour l'EEE)

LA COMMISSION EUROPÉENNE,

vu le traité sur le fonctionnement de l'Union européenne,

vu le règlement (CE) n° 1222/2009 du Parlement européen et du Conseil du 25 novembre 2009 sur l'étiquetage des pneumatiques en relation avec l'efficacité en carburant et d'autres paramètres essentiels⁽¹⁾, et notamment son article 11, point c),

considérant ce qui suit:

- (1) Conformément à l'annexe I, partie B, du règlement (CE) n° 1222/2009, l'indice d'adhérence sur sol mouillé des pneumatiques de classe C1 doit être déterminé conformément au règlement n° 117 de la CEE-ONU et à ses modifications ultérieures. Les représentants de l'industrie ont cependant défini une méthode révisée d'essai d'adhérence sur sol mouillé, sur la base de l'annexe 5 du règlement n° 117 de la CEE-ONU, qui améliore sensiblement la justesse des résultats d'essai.
- (2) La justesse des résultats d'essai est un facteur essentiel pour déterminer les classes d'adhérence sur sol mouillé des pneumatiques. Il garantit une comparaison objective entre les pneumatiques des différents fabricants. En outre, des essais justes évitent le classement d'un même pneumatique dans plusieurs classes et réduisent le risque que des résultats d'essai différents soient obtenus par les autorités de surveillance du marché en comparaison des résultats d'essai déclarés par les fournisseurs, uniquement en raison de l'incertitude de la méthode d'essai.

(3) Il est donc nécessaire de mettre à jour la méthode d'essai de l'adhérence sur sol mouillé afin d'améliorer la justesse des résultats d'essai de pneumatiques.

(4) Il convient dès lors de modifier le règlement (CE) n° 1222/2009 en conséquence.

(5) Les mesures prévues par le présent règlement sont conformes à l'avis du comité institué par l'article 13 du règlement (CE) n° 1222/2009,

A ADOPTÉ LE PRÉSENT RÈGLEMENT:

*Article premier***Modification du règlement (CE) n° 1222/2009**

Le règlement (CE) n° 1222/2009 est modifié comme suit:

1) À l'annexe I, partie B, la première phrase est remplacée par le texte suivant:

«La classe d'adhérence sur sol mouillé des pneumatiques de classe C1 doit être déterminée sur la base de l'indice d'adhérence sur sol mouillé (G) sur une échelle de A à G indiquée dans le tableau ci-après et d'une mesure effectuée conformément à l'annexe V.»;

2) Le texte figurant à l'annexe du présent règlement est ajouté à titre d'annexe V.

*Article 2***Entrée en vigueur**

Le présent règlement entre en vigueur le vingtième jour suivant celui de sa publication au *Journal officiel de l'Union européenne*.

⁽¹⁾ JO L 342 du 22.12.2009, p. 46.

Le présent règlement est obligatoire dans tous ses éléments et directement applicable dans les États membres conformément aux traités.

Fait à Bruxelles, le 7 mars 2011.

Par la Commission

Le président

José Manuel BARROSO

ANNEXE

«ANNEXE V

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

1. NORMES OBLIGATOIRES

Les documents énumérés ci-après s'appliquent.

- 1) ASTM E 303-93 (Reapproved 2008), Standard Test Method for Measuring Surface Frictional Properties Using the British Pendulum Tester (*norme de l'ASTM réapprouvée en 2008 sur une méthode d'essai pour la mesure des propriétés frictionnelles de surface à l'aide du pendule britannique*);
- 2) ASTM E 501-08, Standard Specification for Standard Rib Tire for Pavement Skid-Resistance Tests (*norme de l'ASTM sur une spécification concernant le pneumatique à sculptures normalisé pour les essais d'adhérence*);
- 3) ASTM E 965-96 (Reapproved 2006), Standard Test Method for Measuring Pavement Macrotexture Depth Using a Volumetric Technique (*norme de l'ASTM réapprouvée en 2006 sur une méthode d'essai pour la mesure de la profondeur de la macrotexture de la chaussée à l'aide d'une technique volumétrique*);
- 4) ASTM E 1136-93 (Reapproved 2003), Standard Specification for a Radial Standard Reference Test Tire (SRTT14") [*norme de l'ASTM réapprouvée en 2003 relative à une spécification concernant un pneumatique radial de référence pour les essais (SRTT14")*];
- 5) ASTM F 2493-08, Standard Specification for a Radial Standard Reference Test Tire (SRTT16") [*norme de l'ASTM relative à une spécification concernant un pneumatique radial de référence pour les essais (SRTT16")*].

2. DÉFINITIONS

Aux fins des essais d'adhérence sur sol mouillé des pneumatiques de classe C1, on entend par:

- 1) «essai», une seule passe du pneumatique chargé sur une piste d'essai donnée;
- 2) «pneumatique(s) d'essai», un pneumatique candidat, un pneumatique de référence ou un pneumatique témoin ou un jeu de pneumatiques utilisé lors d'un essai;
- 3) «pneumatique(s) candidat(s) (T)», un pneumatique ou un jeu de pneumatiques soumis à essai aux fins du calcul de l'indice d'adhérence sur sol mouillé;
- 4) «pneumatique(s) de référence (R)», un pneumatique ou un jeu de pneumatiques qui présente les caractéristiques indiquées dans la norme ASTM F 2493-08 et dénommé pneumatique d'essai de référence 16 pouces (SRTT16");
- 5) «pneumatique(s) témoin(s) (C)», un pneumatique ou un jeu de pneumatiques intermédiaires utilisé lorsque le pneumatique candidat et le pneumatique de référence ne peuvent être directement comparés sur le même véhicule;
- 6) «force de freinage d'un pneumatique», la force longitudinale, exprimée en newton, résultant de l'application du couple de freinage;
- 7) «coefficient de force de freinage d'un pneumatique (BFC)», le rapport entre la force de freinage et la charge verticale;
- 8) «coefficient maximal de force de freinage 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;
- 9) «blocage d'une roue», la situation où se trouve une roue lorsque sa vitesse de rotation sur son axe est nulle et qu'elle ne peut entrer en rotation lorsqu'un couple lui est appliqué;
- 10) «charge verticale», la charge, en newton, sur le pneumatique, perpendiculairement à la surface de la route;
- 11) «véhicule pour essai de pneumatique», un véhicule spécial doté d'instruments de mesure des forces verticales et longitudinales sur un pneumatique d'essai au cours du freinage.

3. CONDITIONS GÉNÉRALES D'ESSAI

3.1 Caractéristiques de la piste

Les caractéristiques de la piste d'essai doivent être les suivantes:

- 1) La surface doit être de bitume dense avec une pente uniforme ne dépassant pas 2 %; lors d'une mesure avec une règle de 3 m, elle ne doit pas s'écarter de plus de 6 mm.
- 2) La chaussée doit être d'âge, de composition et d'usure uniformes. La surface d'essai doit être exempte de dépôts ou corps étrangers.
- 3) La dimension des enrobés doit être de 10 mm (tolérances de 8 à 13 mm).
- 4) La profondeur de texture telle que mesurée par 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).
- 5) Les propriétés frictionnelles du revêtement mouillé doivent être mesurées par la méthode a) ou b) du point 3.2.

3.2 Méthodes de mesures des propriétés frictionnelles du revêtement mouillé

a) Méthode de la valeur BPN (*British Pendulum Number — pendule britannique*)

La méthode de la valeur BPN est telle que définie dans 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 suivante.

La valeur BPN est corrigée par la température du revêtement routier mouillé. Sauf indications fournies par le fabricant du pendule britannique, la correction s'effectue au moyen de la formule suivante:

$$\text{BPN} = \text{BPN (valeur mesurée)} + \text{correction en fonction de la température}$$

$$\text{correction en fonction de la température} = -0,0018 t^2 + 0,34 t - 6,1$$

où t est la température du revêtement de la route mouillée en degrés C.

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 plan, conformément au point 5.2.2 et à la figure 3 de la norme ASTM E 303-93 (réapprouvée en 2008).

Aux fins du contrôle de la cohérence de la valeur BPN sur le revêtement de la piste, pour 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, afin de réduire la dispersion des résultats d'essai. Les propriétés frictionnelles sur le 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 %.

b) Méthode du pneumatique d'essai de référence (SRRT14") de la norme ASTM E 1136

Par dérogation au point 4) de la section 2, cette méthode utilise le pneumatique de référence dont les caractéristiques sont indiquées dans la norme ASTM E 1136-93 (réapprouvée en 2003) et dénommée «SRRT14"»⁽¹⁾.

Le coefficient moyen de force de freinage maximale ($\mu_{\text{peak,ave}}$) du SRRT14" doit être $0,7 \pm 0,1$ à 65 km/h.

Le coefficient moyen de force de freinage maximale ($\mu_{\text{peak,ave}}$) du SRRT14" doit être corrigé des effets de la température du revêtement mouillé comme suit:

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

$$\text{correction des effets de la température} = 0,0035 \times (t - 20)$$

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

⁽¹⁾ La taille du SRRT de l'ASTM E 1136 est P195/75R14.

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; l'écart entre ces deux températures doit être inférieur à 10 °C.

4. MÉTHODES D'ESSAI POUR LA MESURE DE 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 du pneumatique candidat est comparée à la performance de freinage sur sol mouillé du pneumatique de référence monté sur un véhicule roulant en ligne droite sur une chaussée revêtue mouillée. Elle est mesurée selon l'une des méthodes suivantes:

- essai d'un jeu de pneumatiques monté sur une voiture particulière instrumentée,
- essai sur remorque tirée par un véhicule ou sur véhicule spécial équipé d'un ou plusieurs pneumatiques d'essai.

4.1 Méthode d'essai à l'aide d'une voiture particulière instrumentée

4.1.1 Principe

La méthode d'essai comporte une procédure de mesure de la performance de décélération des pneumatiques de 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 énumérés au point 4.1.2.2 aux fins de la présente méthode d'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 Appareils

4.1.2.1 Véhicule

Les modifications autorisées sur la voiture particulière sont les suivantes:

- celles qui permettent d'augmenter le nombre de dimensions différentes de pneumatiques qui peuvent être montées sur le véhicule,
- celles qui permettent d'installer un système d'actionnement automatique du dispositif de freinage.

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 Préparation de la piste d'essai et arrosage de la piste

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 arroser la piste au moyen d'un dispositif externe tout au long de l'essai. Pour l'ensemble de la zone d'essai, la hauteur d'eau doit être de $1,0 \pm 0,5$ mm, mesurée à partir de la crête de la chaussée.

La piste d'essai sera ensuite conditionnée en effectuant au moins dix essais avec des pneumatiques ne faisant pas partie du programme d'essai, à 90 km/h.

4.1.4 Pneumatiques et jantes

4.1.4.1 Préparation et conditionnement des pneumatiques

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

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

Une portée du talon appropriée sera assurée par l'utilisation d'un lubrifiant adéquat. Il convient d'éviter un apport excessif de lubrifiant afin d'exclure le glissement du pneumatique sur la jante.

Les ensembles pneumatiques/jantes soumis à essai doivent être stockés pendant au moins deux heures de telle manière qu'ils se trouvent tous à la même température ambiante avant l'essai. Ils doivent être protégés contre le soleil direct afin d'éviter un chauffage excessif par irradiation solaire.

Afin de conditionner les pneumatiques, deux essais de freinage doivent être effectués.

4.1.4.2 Charge des pneumatiques

La charge statique sur les pneumatiques de chaque essieu doit se situer 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 à indice de charge supérieur «*extra load*»). 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 pour chaque essai:

- 1) La voiture particulière est amenée en ligne droite à une vitesse de 85 ± 2 km/h.
- 2) Une fois atteinte la vitesse de 85 ± 2 km/h, les freins sont toujours actionnés à la même place 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.
- 3) Les freins sont actionnés soit automatiquement, soit manuellement.
 - i) L'actionnement automatique des freins est assuré par un système de détection composée de deux éléments, l'un associé à la piste d'essai et l'autre embarqué à bord de la voiture particulière.
 - ii) 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 réaliser 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 réaliser la mesure.

- 4) La décélération moyenne est calculée entre 80 km/h et 20 km/h.

Si une des spécifications précitées (y compris la tolérance de vitesse, les tolérances longitudinale et transversale pour le point de début de freinage et le temps de freinage) ne sont pas respectées lors de l'essai, le résultat est ignoré et un nouvel essai est effectué.

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 un maximum de trois jeux de pneumatiques candidats peuvent être mesurés au cours d'un même cycle d'essai:

- 1) En premier lieu, un jeu de pneumatiques de référence est monté sur la voiture particulière instrumentée.
- 2) Après au moins trois mesures valables conformément au point 4.1.5.1, le jeu de pneumatiques de référence est remplacé par un jeu de pneumatiques candidats.
- 3) Après six mesures valables avec les pneumatiques candidats, deux autres jeux de pneumatiques candidats peuvent être soumis à essai.
- 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:

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

$$R-T1-T2-T3-R$$

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

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

4.1.6 Traitement des résultats de mesure

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 $m.s^{-1}$; $S_f = 20 \text{ km/h} = 5,556 \text{ m.s}^{-1}$

S_i est la vitesse initiale en $m.s^{-1}$; $S_i = 80 \text{ km/h} = 22,222 \text{ m.s}^{-1}$

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

4.1.6.2 Validation des résultats

Le coefficient de variation d'AD est calculé comme suit:

$$(\text{écart type} / \text{moyenne}) \times 100$$

Pour les pneumatiques de référence (R): Si le coefficient de variation de l'AD de 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).

Pour les pneumatiques candidats (T): Les coefficients de variation de l'AD sont calculés 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 AD 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 est 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

Pneumatique d'essai	Coefficient de force de freinage
Pneumatique de référence	$BFC(T) = Ta/g $
Pneumatique candidat	$BFC(T) = Ta/g $

g est l'accélération due à la gravité, $g = 9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$

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 degré C 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 $t_0 = 10$ °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».

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 est d'une dimension sensiblement différente de celle du pneumatique de référence, une comparaison directe sur la même voiture particulière instrumentée peut ne pas être réalisable. La présente méthode d'essai fait appel à un pneumatique intermédiaire, ci-après dénommé «le pneumatique témoin», tel que défini au point 5 de la section 2.

4.1.7.2 Principe de l'approche

Le principe est l'utilisation d'un jeu de pneumatiques témoins et de 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 spécifications énumérées aux points 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 doit se situer à ± 5 °C de la température du premier cycle d'essai. Le même jeu de pneumatiques témoins doit être utilisé pour le premier et le second cycle d'essai.

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

Il est nécessaire que tous les pneumatiques d'un jeu de pneumatiques témoins aient 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 spécifiques 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

Lorsqu'une usure irrégulière ou des dommages résultent des essais, ou lorsque l'usure influence les résultats d'essai, le pneumatique concerné n'est plus utilisé.

4.2 Méthode d'essai faisant appel à une remorque tractée par un véhicule ou à un véhicule d'essai

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 dans la position 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 Appareils

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

- Le véhicule tracteur ou le véhicule d'essai de pneumatiques doivent avoir la capacité de maintenir la vitesse spécifiée de 65 ± 2 km/h même sous les forces de freinage maximale.
- La remorque ou le véhicule d'essai de pneumatiques doivent être équipés d'un emplacement où le pneumatique peut être installé aux fins de mesures, ci-après dénommé «la position d'essai» et des accessoires suivants:
 - i) équipement d'actionnement des freins dans la position d'essai;
 - ii) un réservoir d'eau permettant de stocker un volume d'eau suffisant pour alimenter le système d'arrosage du revêtement routier, sauf en cas d'utilisation d'un arrosage extérieur au véhicule;
 - iii) matériel pour l'enregistrement des signaux émis par les capteurs installés à la position d'essai et pour le suivi du débit d'arrosage en cas de système d'arrosage embarqué.
- Le pincement et le carrossage pour la position d'essai ne doivent pas varier de plus de $\pm 0,5^\circ$ à la charge verticale maximale. Les bras et les coussinets de suspension doivent être suffisamment rigides pour réduire au minimum le jeu et assurer la conformité sous les efforts de freinages maximaux. Le système de suspension doit assurer une capacité de charge adéquate et avoir une conception qui isole la résonance de suspension.
- La position d'essai doit être équipée 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 d'application des freins doit permettre de contrôler l'intervalle de temps entre le début du freinage et la force longitudinale maximale, comme indiqué au point 4.2.7.1.

- La remorque et le véhicule d'essai de pneumatiques doivent être conçus pour prendre en charge toute la gamme de dimensions des pneumatiques candidats à tester.
- La remorque ou le véhicule d'essai de pneumatiques doivent comporter des dispositifs permettant de régler la charge verticale, comme indiqué au point 4.2.5.2.

4.2.2.2 Appareils de mesure

- La position d'essai du pneumatique sur la remorque ou le véhicule d'essai doit être munie d'un système de mesure de la vitesse de rotation de la roue et de capteurs pour mesurer la force de freinage et la charge verticale sur la roue d'essai.
- Les exigences générales applicables au système de mesure sont les suivantes: Le système d'instrumentation doit être conforme aux exigences générales suivantes à des températures ambiantes comprises entre 0 et 45 °C:
 - i) justesse globale du système, force: $\pm 1,5 \%$ de la valeur maximale de la charge verticale ou de la force de freinage;
 - ii) justesse globale du système, vitesse: $\pm 1,5 \%$ de la vitesse ou $\pm 1,0$ km/h, la plus grande des deux valeurs étant retenues;
- 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.
- Forces de freinage: Les capteurs de freinage doivent mesurer les forces longitudinales générées 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 du capteur doivent réduire au minimum les effets d'inertie et la résonance mécanique induite par les vibrations.
- Charges verticales: le capteur de mesure de la charge verticale doit mesurer la charge verticale à la position d'essai lors du freinage. Le capteur doit avoir les mêmes spécifications que décrites précédemment.
- Conditionnement et enregistrement du signal: Tous les appareils de conditionnement et d'enregistrement du signal doivent avoir une restitution linéaire présentant un gain et une résolution assurant la conformité avec les exigences spécifiées précédemment. Les exigences suivantes devront également être respectées:
 - i) La réponse minimale en fréquence doit être neutre de 0 Hz à 50 Hz (100 Hz), à $\pm 1 \%$ de la valeur maximale près.
 - ii) Le rapport signal-bruit doit être d'au moins 20/1.
 - iii) Le gain doit être suffisant pour permettre l'affichage à pleine échelle du niveau maximal d'entrée.
 - iv) L'impédance à l'entrée doit être au moins dix fois supérieure à l'impédance à la sortie du signal source.
 - v) L'appareillage doit être insensible aux vibrations, à l'accélération et aux variations de la température ambiante.

4.2.3 Conditionnement de la piste d'essai

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

4.2.4 Arrosage de la piste

Le véhicule tracteur et la remorque ou le véhicule d'essai peuvent être munis d'un système d'arrosage de la chaussée, hormis le réservoir d'eau qui, dans le cas de la remorque, est monté sur le véhicule tracteur. L'eau qui est envoyée sur la chaussée devant les pneumatiques d'essai sort d'une buse conçue de manière que la couche d'eau rencontrée par le pneumatique d'essai présente une épaisseur uniforme à la vitesse d'essai, avec un minimum d'éclaboussures et de projections.

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

L'eau doit tomber sur la chaussée à une distance comprise entre 0,25 et 0,45 m devant le centre de la zone 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 être d'au moins 25 mm plus large que la bande roulement du pneumatique d'essai et appliquée de telle manière que le pneumatique soit centré entre les bords. Le débit d'eau doit assurer une hauteur d'eau de $1,0 \pm 0,5$ mm et ne doit pas varier de plus de ± 10 pour cent au cours de l'essai. Le volume d'eau par unité de largeur mouillée doit être directement proportionnel à la vitesse d'essai. La quantité d'eau appliquée à 65 km/h doit être de $18 \text{ l}\cdot\text{s}^{-1}$ par mètre de largeur de revêtement mouillé 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 soumis à l'essai doivent être débarrassés de toutes les bavures provoquées sur la bande roulement par les événements de moules ou les raccords de moulage.

Les pneumatiques d'essai doivent être montés sur la jante d'essai prescrite par le fabricant.

Une portée du talon appropriée sera assurée par l'utilisation d'un lubrifiant adéquat. Il convient d'éviter un apport excessif de lubrifiant afin d'exclure le glissement du pneumatique sur la jante.

Les ensembles pneumatiques/jantes soumis à essai doivent être stockés pendant au moins deux heures de telle manière qu'ils soient tout à la même température avant l'essai. Ils doivent être protégés contre le soleil direct afin d'éviter un chauffage excessif par irradiation solaire.

Aux fins du conditionnement des pneumatiques, deux freinages seront effectués dans les conditions de charge, de pression et de vitesse prescrites aux points 4.2.5.2, 4.2.5.3 et 4.2.7.1 respectivement.

4.2.5.2 Charge d'essai

La charge d'essai sur le pneumatique est de $75 \pm 5\%$ de la capacité de charge du pneumatique d'essai.

4.2.5.3 Pression de gonflage des pneumatiques

La pression de gonflage à froid des pneumatiques d'essai est de 180 kPa pour les pneumatiques conventionnels. Pour les pneumatiques spéciaux, la pression de gonflage à froid est de 220 kPa.

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 la remorque ou du véhicule d'essai de pneumatiques

4.2.6.1 Remorque

Pour les remorques à un essieu, la hauteur de l'attache et la position transversale doivent être réglées une fois le pneumatique d'essai placé sous la charge d'essai spécifiée, afin d'éviter toute perturbation des résultats de mesure. 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 au moins 10 fois la hauteur de l'attache ou de l'attelage.

4.2.6.2 Instrumentation et appareillage

Installer la cinquième, le cas échéant, conformément aux spécifications du constructeur et la placer aussi près que possible de la position en milieu de piste du tracteur ou du véhicule d'essai.

4.2.7 Procédure

4.2.7.1 Essai

La procédure suivante s'applique pour chaque essai:

- (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.
- (2) Le système d'enregistrement est mis en marche.
- (3) La chaussée est arrosée devant le pneumatique d'essai environ 0,5 s avant le freinage (en cas de système d'arrosage embarqué).
- (4) Les freins de la remorque sont actionnés à 2 mètres du point de mesure des propriétés de frottement du revêtement mouillé et de la hauteur au sable, conformément aux points 4 et 5 de la section 3.1. La vitesse de freinage doit être telle que le laps de temps entre la première action sur le frein et le pic de force longitudinale soit compris entre 0,2 et 0,5 s.
- (5) Le système d'enregistrement est stoppé.

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 au même point 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 dans la journée.

- 1) On commence par l'essai du pneumatique de référence.
- 2) Après au moins six mesures valides conformément au point 4.2.7.1, le pneumatique de référence est remplacé par le pneumatique candidat.
- 3) Après six mesures valables avec les pneumatiques candidats, deux autres jeux de pneumatiques candidats peuvent être soumis à essai.
- 4) Le cycle d'essai s'achève par six autres mesures valables sur le même jeu de pneumatiques de référence qu'au début du cycle.

EXEMPLES:

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

$$R-T1-T2-T3-R$$

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

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

4.2.8 Traitement des résultats de mesure

4.2.8.1 Calcul du coefficient de force maximale de freinage

Le coefficient de force maximale de freinage (μ_{peak}) est la valeur la plus élevée d' $\mu(t)$ avant le blocage de 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 une technique de moyenne mobile.

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

où:

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

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

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

4.2.8.2 Validation des résultats

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

$$(\text{écart type} / \text{moyenne}) \times 100$$

Pour le pneumatique de référence (R): Si le coefficient de variation du coefficient de force maximale de freinage (μ_{peak}) du pneumatique de référence est supérieur à 5 %, toutes les données y afférentes sont ignorées et l'on procède à un nouvel essai pour tous les pneumatiques (candidats et de référence).

Pour les pneumatiques candidats (T): Le coefficient de variation du coefficient de la force maximale de freinage (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 de ce pneumatique candidat.

4.2.8.3 Calcul du coefficient moyen corrigé de force de freinage maximale

Le coefficient moyen de force de freinage maximale 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 moyen corrigé de force de freinage maximale du pneumatique de référence (R_a) est calculé conformément au tableau 3, où R_1 est le coefficient moyen de force de freinage maximale dans le premier essai du pneumatique de référence (R) et R_2 est le coefficient moyen de force de freinage maximale dans le second essai du même pneumatique de référence (R).

Tableau 3

Nombre de pneumatiques candidats dans un même cycle d'essai	Pneumatique candidat	Ra
1 (R ₁ -T ₁ -R ₂)	T1	Ra = 1/2 (R ₁ + R ₂)
2 (R ₁ -T ₁ -T ₂ -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 -T ₁ -T ₂ -T ₃ -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

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

La valeur moyenne des coefficients de force de freinage ($\mu_{peak,ave}$) est calculée conformément au tableau 4 où Ta (a= 1, 2 ou 3) est la moyenne des coefficients de force de freinage mesurés pour un pneumatique candidat lors d'un 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 degré C du revêtement mouillé mesurée lors de l'essai du pneumatique candidat (T),
- t₀ est la température de référence du revêtement mouillé,
- t₀= 20 °C pour les pneumatiques normaux; t₀= 10 °C pour les pneumatiques «neige»,
- $\mu_{peak,ave}(R_0) = 0,85$ est le coefficient de force de freinage 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».

N°	1	2	3	4	5
Décélération moyenne <i>AD</i> (m/s ²)					
Écart type (m/s ²)					
Validation des résultats Coefficient de variation (%) < 3 %					
Décélération moyenne corrigée <i>AD</i> du pneumatique de référence: <i>R_a</i> (m/s ²)					
<i>BFC</i> (R) du pneumatique de référence (SRTT16")					
<i>BFC</i> (T) du pneumatique candidat					
Indice d'adhérence sur sol mouillé (%)»					