

16 février 2016

Accord

Concernant l'adoption de prescriptions techniques uniformes applicables aux véhicules à roues, aux équipements et aux pièces susceptibles d'être montés ou utilisés sur un véhicule à roues et les conditions de reconnaissance réciproque des homologations délivrées conformément à ces prescriptions*

(Révision 2, comprenant les amendements entrés en vigueur le 16 octobre 1995)

Additif 116 : Règlement n° 117

Révision

Comprenant tout le texte valide jusqu'au :

Rectificatif 4 à la série 02 d'amendements (*anglais et russe seulement*) – Date d'entrée en vigueur : 12 mars 2014

Rectificatif 5 à la série 02 d'amendements (*russe seulement*) – Date d'entrée en vigueur : 12 mars 2014

Complément 5 à la série 02 d'amendements – Date d'entrée en vigueur : 10 juin 2014

Complément 6 à la série 02 d'amendements – Date d'entrée en vigueur : 9 octobre 2014

Complément 7 à la série 02 d'amendements – Date d'entrée en vigueur : 8 octobre 2015

Complément 8 à la série 02 d'amendements – Date d'entrée en vigueur : 20 janvier 2016

Prescriptions uniformes relatives à l'homologation des pneumatiques en ce qui concerne les émissions de bruit de roulement et l'adhérence sur sol mouillé et/ou la résistance au roulement

Le présent document est communiqué uniquement à titre d'information. Les textes originaux des compléments et rectificatifs, juridiquement contraignants, sont énumérés à la page suivante.



Nations Unies

* Ancien titre de l'Accord : Accord concernant l'adoption de conditions uniformes d'homologation et la reconnaissance réciproque de l'homologation des équipements et pièces de véhicules à moteur, en date, à Genève, du 20 mars 1958.

GE.16-02157 (F) 210616 280616



* 1 6 0 2 1 5 7 *

Merci de recycler



Les textes originaux des compléments et rectificatifs, juridiquement contraignants, figurent dans les documents :

- ECE/TRANS/WP.29/2013/59
- ECE/TRANS/WP.29/2014/4
- ECE/TRANS/WP.29/2014/6
- ECE/TRANS/WP.29/2013/66 (tel que modifié par le paragraphe 56 du rapport ECE/TRANS/WP.29/1108)
- ECE/TRANS/WP.29/2015/5
- ECE/TRANS/WP.29/2015/65 (tel que modifié par le paragraphe 66 du rapport ECE/TRANS/WP.29/1116).

Règlement n° 117

Prescriptions uniformes relatives à l'homologation des pneumatiques en ce qui concerne les émissions de bruit de roulement et l'adhérence sur sol mouillé et/ou la résistance au roulement

Table des matières

Règlement	Page
1. Domaine d'application	5
2. Définitions.....	5
3. Demande d'homologation	9
4. Marquages	11
5. Homologation.....	12
6. Caractéristiques	14
7. Modifications du type de pneumatique et extension d'homologation.....	19
8. Conformité de la production	20
9. Sanctions pour non-conformité de la production	20
10. Arrêt définitif de la production.....	21
11. Noms et adresses des services techniques chargés d'effectuer les essais d'homologation prescrits par les autorités d'homologation de type.....	21
12. Dispositions transitoires	21
Annexes	
1. Communication	23
2. Appendice 1. Exemples de marques d'homologation	25
Appendice 2. Homologation conformément au Règlement n° 117, et parallèlement aux Règlements n°s 30 ou 54.....	26
Appendice 3. Extensions permettant de combiner des homologations délivrées conformément aux Règlements n°s 117, 30 ou 54.....	29
Appendice 4. Extensions permettant de combiner des homologations délivrées conformément au Règlement n° 117	30
3. Méthode du passage en roue libre pour la mesure du bruit de roulement	32
Appendice 1. Procès-verbal d'essai.....	40
4. Caractéristiques du terrain d'essai.....	42
5. Procédures d'essai pour mesurer l'adhérence sur sol mouillé.....	49
Appendice Exemples de procès-verbaux d'essai pour la mesure de l'indice d'adhérence sur sol mouillé	77

6.	Méthodes de mesure de la résistance au roulement	80
Appendice 1.	Tolérances des équipements d'essai	92
Appendice 2.	Mesure de la largeur de la jante d'essai	95
Appendice 3.	Procès-verbal d'essai (résistance au roulement)	97
Appendice 4.	Organismes de normalisation des pneumatiques.....	99
Appendice 5.	Méthode de la décélération : Mesures et traitement des données en vue d'obtenir la valeur de décélération sous la forme différentielle $d\omega/dt$	100
7.	Procédure pour l'essai de performances sur la neige de pneumatiques conçus pour être utilisés dans des conditions de neige extrêmes.....	103
Appendice 1.	Définition du pictogramme du « Symbole alpin »	116
Appendice 2.	Procès-verbal d'essai et données relatives à l'essai pour les pneumatiques des catégories C1 et C2	117
Appendice 3.	Procès-verbal d'essai et données relatives à l'essai pour les pneumatiques de la catégorie C3.....	119

1. Domaine d'application

- 1.1 Le présent Règlement s'applique aux nouveaux pneumatiques des classes C1, C2 et C3 en ce qui concerne leurs émissions de bruit de roulement, leur résistance au roulement et leur adhérence sur sol mouillé. Il ne s'applique pas toutefois :
 - 1.1.1 Aux pneumatiques conçus comme « pneus de secours à usage temporaire » et portant l'inscription « à usage temporaire uniquement » ;
 - 1.1.2 Aux pneumatiques dont le code de diamètre de jantes nominal est inférieur ou égal à 10 (soit 254 mm) ou encore égal ou supérieur à 25 (soit 635 mm) ;
 - 1.1.3 Aux pneumatiques conçus pour la compétition ;
 - 1.1.4 Aux pneumatiques destinés à être montés sur les véhicules routiers des catégories autres que M, N et O¹ ;
 - 1.1.5 Aux pneumatiques équipés de dispositifs complémentaires afin d'améliorer leurs propriétés de traction (par exemple pneus cloutés) ;
 - 1.1.6 Aux pneumatiques dont l'indice de vitesse est inférieur à 80 km/h (code F) ;
 - 1.1.7 Aux pneumatiques destinés à être montés uniquement sur les véhicules immatriculés pour la première fois avant le 1^{er} octobre 1990 ;
 - 1.1.8 Aux pneumatiques destinés à un usage tout-terrain professionnel.
- 1.2 Les Parties contractantes délivrent ou acceptent les homologations pour ce qui est des émissions de bruit de roulement et/ou de l'adhérence sur sol mouillé et/ou de la résistance au roulement.

2. Définitions

Au sens du présent Règlement, outre les définitions comprises dans les Règlements n^{os} 30 et 54, les définitions suivantes sont applicables :

- 2.1 « *Type de pneumatique* », en rapport avec le présent Règlement, un groupe de pneumatiques pour lesquels les désignations des dimensions, les marques de fabrique et les désignations commerciales, ne présentant pas entre elles de différences sur les points essentiels suivants :
 - a) Le nom du fabricant ;
 - b) La classe de pneumatique (voir par. 2.4 ci-dessous) ;
 - c) La structure du pneumatique ;
 - d) La catégorie d'utilisation : normale, neige et/ou spéciale ;
 - e) Pour les pneumatiques de la classe C1 :
 - i) Dans le cas des pneumatiques soumis à l'homologation pour les émissions de bruit de roulement, le fait qu'ils soient normaux ou renforcés (ou pour fortes charges) ;

¹ Selon les définitions de la Résolution d'ensemble sur la construction des véhicules (R.E.3) (document ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.2, par. 2), www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html.

- ii) Dans le cas des pneumatiques soumis à l'homologation pour l'adhérence sur sol mouillé, le fait qu'ils soient normaux ou pour utilisation « hiver » et d'un indice de vitesse Q ou inférieur, à l'exclusion de H (≤ 160 km/h), ou d'une catégorie de vitesse R ou supérieur, y compris H (> 160 km/h) ;
 - f) Pour les pneumatiques de la classe C2 ou C3 :
 - i) Dans le cas des pneumatiques soumis à l'homologation pour les émissions de bruit de roulement au niveau 1, le fait qu'ils soient marqués M+S ou non ;
 - ii) Dans le cas des pneumatiques soumis à l'homologation pour les émissions de bruit de roulement au niveau 2, le fait qu'il s'agisse d'un pneumatique de traction ou non ;
 - g) Les sculptures de la bande de roulement (voir par. 3.2.1 du présent Règlement).
- 2.2 « *Nom commercial* » ou « *Désignation commerciale* », l'identification du type fourni par le fabricant du pneu. Le nom commercial peut être le même que celui du fabricant et la désignation commerciale peut coïncider avec la marque de fabrique.
- 2.3 « *Émissions de bruit de roulement* », les émissions de bruit produites par le contact entre les pneus en mouvement et le revêtement de la route.
- 2.4 « *Classe de pneumatique* », l'un des groupements suivants :
- 2.4.1 « *Pneumatiques de la classe C1* » : pneumatiques conformes au Règlement n° 30 ;
- 2.4.2 « *Pneumatiques de la classe C2* » : pneumatiques conformes au Règlement n° 54 et portant un indice de capacité de charge en montage simple inférieur ou égal à 121 ainsi qu'un indice de vitesse égal ou supérieur à « N » ;
- 2.4.3 « *Pneumatiques de la classe C3* » : pneumatiques conformes au Règlement n° 54 et portant :
- a) Un indice de capacité de charge en montage simple égal ou supérieur à 122 ; ou
 - b) Un indice de capacité de charge en montage simple inférieur ou égal à 121 et un symbole de catégorie de vitesse inférieur ou égal à « M ».
- 2.5 « *Dimension de pneumatique représentative* », la dimension du pneumatique soumis à l'essai prescrit à l'annexe 3 du présent Règlement en ce qui concerne les émissions de bruit de roulement, ou à l'annexe 5 en ce qui concerne l'adhérence sur sol mouillé, ou à l'annexe 6 en ce qui concerne la résistance au roulement, dans le but d'en vérifier la conformité avec le type homologué, ou à l'annexe 7 en ce qui concerne les performances dans des conditions de neige extrêmes.
- 2.6 « *Pneumatiques de secours à usage temporaire* », des pneumatiques différents de ceux qui sont destinés à être montés sur tout véhicule pour des conditions de conduite normales, mais prévus uniquement pour un usage temporaire sous des conditions de conduite restreintes.
- 2.7 « *Pneumatiques conçus pour la compétition* », des pneumatiques destinés à être montés sur les véhicules participant à des compétitions de sport automobile, mais non prévus pour un usage normal sur route.

- 2.8 « *Pneumatique normal* », un pneumatique conçu pour une utilisation normale sur route.
- 2.9 « *Pneumatique renforcé* » (ou pour fortes charges), un pneumatique de la classe C1 ayant une structure conçue pour supporter une charge plus lourde à une pression de gonflage plus élevée que la charge supportée par le pneumatique correspondant pour utilisation normale à la pression de gonflage normale prescrite dans la norme ISO 4000-1:2010².
- 2.10 « *Pneumatique traction* », un pneumatique de la classe C2 ou C3 portant l'inscription « Traction » et destiné à être monté principalement sur le ou les essieux moteurs d'un véhicule pour maximiser la force de traction dans diverses conditions.
- 2.11 « *Pneumatique neige* », un pneumatique dont les sculptures, la composition de la bande de roulement ou la structure sont essentiellement conçues pour obtenir sur la neige un comportement supérieur à celui d'un pneumatique normal en ce qui concerne la capacité de démarrage ou de déplacement du véhicule.
- 2.11.1 « *Pneumatique pour conditions de neige extrêmes* », un pneumatique dont les sculptures, la composition de la bande de roulement ou la structure sont essentiellement conçues pour être utilisées dans des conditions de neige extrêmes et qui satisfait aux prescriptions du paragraphe 6.4 du présent Règlement.
- 2.12 « *Pneumatique à usage spécial* », un pneumatique conçu à la fois pour un usage routier et un usage non routier, ou pour d'autres utilisations spéciales ; ces pneumatiques sont essentiellement conçus pour permettre le démarrage et le déplacement du véhicule en conditions tout-terrain.
- 2.13 « *Pneumatique tout-terrain professionnel* », un pneumatique spécial principalement conçu pour une utilisation en conditions tout-terrain difficiles.
- 2.14 « *Profondeur des sculptures* », la profondeur des rainures principales.
- 2.14.1 « *Rainures principales* », les rainures larges circonférentielles placées dans la zone centrale de la bande de roulement qui, dans le cas des pneumatiques pour véhicules de tourisme et véhicules utilitaires légers, comportent des témoins d'usure à leur base.
- 2.15 « *Rapport rainures/parties pleines* », le rapport entre l'aire des vides dans une surface de référence et l'aire de cette surface calculée d'après les plans du moule.
- 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) F2872 (2011) pour la dimension 225/75R16 C ;
 - c) F2871 (2011) pour la dimension 245/70R19.5 ;
 - d) F2870 (2011) pour la dimension 315/70R22.5.

² Les pneumatiques de la classe C1 correspondent aux « pneumatiques pour voitures particulières » selon la norme ISO 4000-1:2010.

- 2.17 Mesure de l'adhérence sur sol mouillé ou sur neige – Définitions particulières
- 2.17.1 « *Adhérence sur sol mouillé* », les performances relatives de freinage, sur sol mouillé, d'un véhicule d'essai équipé du pneumatique à contrôler par rapport au même véhicule équipé du pneumatique de référence (SRTT).
- 2.17.2 « *Pneumatique à contrôler* », un pneumatique représentatif d'un type qui est soumis à l'homologation conformément au présent Règlement.
- 2.17.3 « *Pneumatique témoin* », un pneumatique de fabrication courante servant à déterminer l'adhérence sur sol mouillé 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).
- 2.17.4 « *Indice d'adhérence sur sol mouillé ("G")* », le rapport entre les performances d'adhérence du pneumatique à contrôler et celles du pneumatique d'essai de référence normalisé.
- 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.
- 2.17.6 « *Coefficient de force de freinage maximale ("c_{ffm}")* », la valeur maximale du rapport entre la force de freinage et la charge verticale s'exerçant sur le pneumatique avant le blocage des roues.
- 2.17.7 « *Décélération moyenne en régime ("d_{mr}")* », la décélération moyenne calculée d'après la distance parcourue pour décélérer un véhicule d'une vitesse donnée à une autre.
- 2.17.8 « *Hauteur de l'attelage* », la hauteur au sol mesurée perpendiculairement à celui-ci depuis le centre du point d'articulation de l'attelage de remorque, lorsque le véhicule tracteur et la remorque sont accouplés. Pour la mesure, le véhicule tracteur et la remorque prêts à l'essai doivent être stationnés sur une chaussée plane et horizontale et équipés des pneumatiques prescrits pour l'essai.
- 2.18 Mesure de la résistance au roulement – Définitions particulières
- 2.18.1 « Résistance au roulement F_r »
Perte d'énergie (ou consommation d'énergie) par unité de distance parcourue³.
- 2.18.2 « Coefficient de résistance au roulement C_r »
Rapport de la résistance au roulement à la charge sur le pneu⁴.
- 2.18.3 « Pneumatique d'essai neuf »
Pneumatique qui n'a pas été précédemment utilisé pour un essai de roulage sous charge qui porte la température du pneumatique à un niveau supérieur à

³ L'unité du Système international d'unités (SI) utilisée par convention pour la résistance au roulement est le newton-mètre par mètre, qui correspond à une force de freinage en newton.

⁴ La résistance au roulement est exprimée en newton et la charge en kilo-newton. Le coefficient de résistance au roulement est sans dimension.

celui engendré par les essais de résistance au roulement, ni exposé à une température supérieure à 40 °C^{5, 6}.

2.18.4 « Pneumatique témoin de laboratoire »

Pneumatique utilisé par un laboratoire individuel pour contrôler le comportement d'une machine d'essai en fonction du temps⁷.

2.18.5 « Pression de gonflage évoluant librement »

Procédé consistant à gonfler le pneumatique et à laisser la pression dans le pneu augmenter librement avec l'échauffement du pneu pendant le roulage.

2.18.6 « Pertes parasites »

Pertes d'énergie (ou consommation d'énergie) par unité de distance parcourue, à l'exclusion des pertes internes du pneu, imputables aux pertes aérodynamiques des différents éléments en rotation de l'équipement d'essai, aux frottements des paliers et à d'autres sources de pertes systématiques qui peuvent être inhérentes aux mesures.

2.18.7 « Mesure sous charge minimale »

Mode de mesure des pertes parasites, dans le cadre duquel le pneu est entraîné sous charge réduite, à un niveau où la perte d'énergie interne du pneu est pratiquement nulle, mais sans qu'il y ait glissement.

2.18.8 « Inertie ou moment d'inertie »

Rapport du couple appliqué à un corps en rotation à l'accélération angulaire de ce dernier⁸.

2.18.9 « Reproductibilité des mesures σ_m »

Aptitude d'une machine à mesurer la résistance au roulement⁹.

3. Demande d'homologation

3.1 La demande d'homologation d'un type de pneumatique conformément au présent Règlement doit être présentée par le fabricant du pneumatique ou par son représentant dûment accrédité. Elle doit indiquer :

3.1.1 Les caractéristiques de performances à évaluer pour le type de pneumatique : « niveau d'émissions de bruit de roulement » et/ou « niveau d'adhérence sur

⁵ Une définition du pneumatique d'essai neuf est nécessaire pour réduire les risques potentiels de variation et de dispersion des données dus aux effets de vieillissement du pneu.

⁶ Il est permis de répéter la mise en œuvre du mode opératoire autorisé.

⁷ Un exemple de comportement de la machine à contrôler est la dérive.

⁸ Le corps en rotation peut être, par exemple, un ensemble pneumatique-roue ou un tambour d'essai.

⁹ La reproductibilité de la mesure σ_m doit être estimée en exécutant sur un seul pneumatique n fois (où $n \geq 3$) la procédure de mesure complète décrite au paragraphe 4 de l'annexe 6 selon la formule :

$$\sigma_m = \sqrt{\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{j=1}^n \left(Cr_j - \frac{1}{n} \cdot \sum_{j=1}^n Cr_j \right)^2}$$

où :

j = est le compteur, prenant les valeurs de 1 à n, du nombre de répétitions de chaque mesure pour un pneu donné ;

n = nombre de répétitions des mesures sur les pneus ($n \geq 3$).

- sol mouillé » et/ou « niveau de résistance au roulement » ; et « niveau de performances sur la neige » dans le cas des « pneumatiques pour conditions de neige extrêmes ».
- 3.1.2 Le nom du fabricant
- 3.1.3 Le nom et l'adresse du demandeur.
- 3.1.4 L'adresse ou les adresses de la ou des installations de production.
- 3.1.5 La ou les marques commerciales, la ou les désignations commerciales et la ou les marques de fabrique.
- 3.1.6 La classe du pneu (classe C1, C2 ou C3) (voir par. 2.4 du présent Règlement).
- 3.1.6.1 La gamme de grosseurs du boudin pour les pneumatiques de la classe C1 (voir par. 6.1.1 du présent Règlement).
- Note* : Cette information est seulement nécessaire pour l'homologation en ce qui concerne les émissions de bruit de roulement.
- 3.1.7 La structure du pneu
- 3.1.8 Pour les pneumatiques de la classe C1, indiquer s'il s'agit :
- a) D'un pneumatique renforcé (ou pour fortes charges) dans le cas de l'homologation en ce qui concerne les émissions de bruit de roulement ;
 - b) D'un pneumatique d'un code de catégorie de vitesse Q ou inférieur (à l'exclusion de H) ou R ou supérieur (y compris H) pour les pneumatiques neige dans le cas de l'homologation en ce qui concerne l'adhérence sur sol mouillé ;
- Pour les pneumatiques de la classe C2 ou C3, indiquer s'il s'agit :
- a) D'un pneumatique marqué M+S dans le cas de l'homologation en ce qui concerne les émissions de bruit de roulement au niveau 1 ;
 - b) D'un pneumatique de traction dans le cas de l'homologation en ce qui concerne les émissions de bruit de roulement au niveau 2.
- 3.1.9 La catégorie d'utilisation (normale, neige ou spéciale).
- 3.1.10 Une liste des dimensions de pneumatiques visées par cette demande.
- 3.2 La demande d'homologation doit être accompagnée (en triple exemplaire) :
- 3.2.1 D'informations détaillées sur les principales caractéristiques en ce qui concerne leurs incidences sur les performances des pneumatiques (bruit de roulement, adhérence sur sol mouillé, résistance au roulement et adhérence sur neige) inclus dans la gamme désignée de dimensions de pneumatiques, notamment de leurs sculptures. Il peut s'agir de descriptions complétées par des spécifications techniques, des croquis, des photographies et des clichés de scanner. En tout état de cause, les renseignements doivent être suffisants pour permettre à l'autorité d'homologation de type ou au service technique de déterminer si des modifications ultérieures des caractéristiques principales peuvent avoir une incidence négative sur les performances du pneumatique. Les incidences de modifications de détails mineurs de la construction du pneumatique sur les performances de ce dernier devraient apparaître et être constatées lors des contrôles de conformité de la production.

- 3.2.2 Des croquis ou des photographies des flancs du pneu montrant les informations données au paragraphe 3.1.8 ci-dessus et la marque d'homologation mentionnée au paragraphe 4 devront être présentés après que la fabrication aura été lancée mais au plus tard un an après la date de délivrance de l'homologation de type.
- 3.2.3 Dans le cas d'une demande relative à des pneus pour utilisation spéciale, une copie des plans du moule pour le dessin des sculptures doit être fournie pour permettre la vérification du rapport rainures/parties pleines.
- 3.3 À la demande de l'autorité d'homologation de type, le demandeur devra présenter des échantillons de pneu pour des essais ou des copies de procès-verbaux d'essai émanant des services techniques, communiqués comme indiqué au paragraphe 11 du présent Règlement.
- 3.4 En ce qui concerne la demande, l'essai peut être limité au choix du cas le plus défavorable, à la discrétion de l'autorité d'homologation de type ou du service technique désigné.
- 3.5 Les laboratoires et les installations d'essai d'un fabricant de pneumatiques peuvent obtenir le statut de laboratoires agréés et l'autorité d'homologation de type a la possibilité de se faire représenter aux essais.

4. Marquages

- 4.1 Tous les pneus relevant du type de pneumatique doivent porter le marquage prescrit par les Règlements CEE n^{os} 30 ou 54, selon le cas.
- 4.2 Les pneumatiques doivent porter notamment¹⁰ :
- 4.2.1 Le nom du fabricant ou la marque de commerce ;
- 4.2.2 La désignation commerciale (voir par. 2.2 du présent Règlement). Cependant, la désignation commerciale n'est pas requise quand elle est identique à la marque de commerce ;
- 4.2.3 La désignation des dimensions du pneu ;
- 4.2.4 L'inscription « renforcé » (ou « extra load ») lorsqu'il s'agit d'un pneumatique renforcé ;
- 4.2.5 L'inscription « Traction » lorsqu'il s'agit d'un pneumatique de traction¹¹ ;
- 4.2.6 Le symbole « alpin » (« 3 pics avec flocons de neige » conformément à la description qui est donnée à l'appendice 1 de l'annexe 7) peut être apposé s'il s'agit d'un « pneumatique pour conditions de neige extrêmes ».
- 4.2.7 L'inscription « MPT » (ou bien « ML » ou « ET ») et/ou « POR » lorsqu'il s'agit d'un pneumatique de la catégorie d'utilisation « spéciale ».
- Les sigles « ET », « ML », « MPT », et « POR » signifient respectivement : « extra tread » (bande de roulement spéciale), « mining and logging » (industries extractives et exploitation forestière), « multi-purpose truck » (camion multi-usages), et « professional off-road » (tout-terrain professionnel).

¹⁰ Certaines de ces prescriptions peuvent être énoncées séparément dans les Règlements n^{os} 30 ou 54.

¹¹ Hauteur minimale du marquage : voir dimension C à l'annexe 3 du Règlement n^o 54.

- 4.3 Les pneus doivent comporter un emplacement de dimensions suffisantes pour recevoir la marque d'homologation telle que décrite à l'annexe 2 du présent Règlement.
- 4.4 La marque d'homologation doit être moulée sur ou dans le flanc du pneu, facile à lire et située dans la partie basse du pneu sur au moins un des flancs.
- 4.4.1 Toutefois, sur les pneus portant le symbole « A » de configuration du montage du pneu sur la jante, la marque peut être située en n'importe quel endroit sur le flanc extérieur du pneu.

5. Homologation

- 5.1 Si la dimension de pneu représentative du type de pneumatique soumis à l'homologation en application du présent Règlement satisfait aux prescriptions des paragraphes 6 et 7 ci-après, l'homologation est délivrée pour ce type de pneumatique.
- 5.2 Chaque type de pneumatique homologué reçoit un numéro d'homologation. Une même Partie contractante ne peut attribuer ce même numéro à un autre type de pneumatique.
- 5.3 L'homologation ou l'extension ou le refus d'homologation d'un type de pneumatique conformément au présent Règlement est notifié aux Parties à l'Accord appliquant le présent Règlement, au moyen d'une fiche conforme au modèle de l'annexe 1 du présent Règlement.
 - 5.3.1 Les fabricants de pneumatiques peuvent soumettre une demande d'extension de l'homologation de type conformément à d'autres règlements s'appliquant au type de pneumatique. Dans ce cas, une copie des fiches d'homologation de type pertinentes, délivrées par l'autorité d'homologation de type concernée, doit être jointe à la demande d'extension d'homologation. Les extensions d'homologation(s) sont délivrées exclusivement par l'autorité qui a accordé l'homologation d'origine pour le pneumatique.
 - 5.3.1.1 Lorsque l'extension d'homologation est accordée et que la fiche de communication (voir annexe 1 du présent Règlement) inclut des attestations de conformité à d'autres règlements, le numéro d'homologation figurant sur la fiche de communication doit être complété par des suffixes indiquant les règlements en cause et les prescriptions techniques qui ont été prises en compte dans le cadre de l'extension d'homologation. Pour chaque suffixe attribué, le ou les numéros spécifiques d'homologation de type et le numéro du Règlement lui-même doivent être ajoutés au point 9 de la fiche de communication.
 - 5.3.1.2 Le suffixe doit indiquer la série d'amendements des prescriptions s'appliquant au pneumatique pour le Règlement en question, par exemple 02S2 pour indiquer la série 02 d'amendements concernant les émissions de bruit de roulement au niveau 2, ou 02S1WR1 pour indiquer la série 02 d'amendements concernant les émissions de bruit de roulement au niveau 1, l'adhérence sur sol mouillé ou la résistance au roulement au niveau 1 (voir le paragraphe 6.1 ci-après pour les définitions du niveau 1 et du niveau 2). Si le Règlement est sous sa forme d'origine, aucune indication de la série d'amendements n'est requise.

5.3.2 Les suffixes ci-après ont d'ores et déjà été réservés pour identifier des règlements particuliers concernant les performances du pneumatique :

- S pour indiquer la conformité additionnelle aux prescriptions concernant les émissions de bruit de roulement ;
- W pour indiquer la conformité additionnelle aux prescriptions concernant l'adhérence sur sol mouillé ;
- R pour indiquer la conformité additionnelle aux prescriptions concernant la résistance au roulement.

Compte tenu du fait que deux niveaux sont définis pour les prescriptions concernant les émissions de bruit de roulement et la résistance au roulement aux paragraphes 6.1 et 6.3 ci-après, les suffixes S et R seront suivis soit du suffixe 1 pour la conformité au niveau 1, soit du suffixe 2 pour la conformité au niveau 2.

5.4 Sur l'emplacement défini au paragraphe 4.3 et conformément aux prescriptions du paragraphe 4.4 ci-dessus, il est apposé sur toute dimension de pneumatique conforme à un type de pneumatique homologué en application du présent Règlement une marque d'homologation internationale composée :

5.4.1 D'un cercle à l'intérieur duquel est placée la lettre « E » suivie du numéro distinctif du pays qui a accordé l'homologation¹² ; et

5.4.2 Du numéro d'homologation, placé à proximité du cercle prescrit au paragraphe 5.4.1 ci-dessus, au-dessus ou au-dessous de la lettre « E » ou à gauche ou à droite de celle-ci.

5.4.3 Le ou les suffixes, ainsi que les numéros de toute série d'amendements pertinente, comme indiqué dans la fiche de communication.

Il peut être utilisé l'un des suffixes ci-après, ou toute combinaison de ces derniers.

S1	Émissions sonores – niveau 1
S2	Émissions sonores – niveau 2
W	Niveau d'adhérence sur sol mouillé
R1	Résistance au roulement – niveau 1
R2	Résistance au roulement – niveau 2

Les suffixes doivent être placés à droite ou en dessous du numéro d'homologation, s'ils font partie de l'homologation d'origine.

En cas d'extension de l'homologation ultérieurement à l'homologation conformément aux Règlements n^{os} 30 ou 54, le symbole « + » et le numéro de la série d'amendements au Règlement n^o 117 doivent être insérés devant le suffixe ou toute combinaison de suffixes pour indiquer une extension d'homologation.

¹² Les numéros distinctifs des Parties contractantes à l'Accord de 1958 sont indiqués à l'annexe 3 de la Résolution d'ensemble sur la construction des véhicules (R.E.3), document ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.3, annexe 3 – www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html.

En cas d'extension de l'homologation ultérieurement à l'homologation d'origine conformément au Règlement n° 117, le symbole « + » doit être inséré entre le suffixe ou toute combinaison de suffixes de l'homologation d'origine et le suffixe ou toute combinaison de suffixes ajouté(e) pour indiquer une extension d'homologation.

- 5.4.4 L'inscription sur les flancs du pneumatique du ou des suffixe(s) au numéro d'homologation dispense de l'obligation de tout marquage additionnel sur le pneumatique indiquant le numéro d'homologation de type spécifique pour la conformité au(x) règlement(s) auquel fait référence le suffixe conformément au paragraphe 5.3.2 ci-dessus.
- 5.5 Si le pneumatique est d'un type homologué, en application d'un ou plusieurs autres Règlements annexés à l'Accord dans le pays qui a délivré l'homologation en application du présent Règlement, le symbole énoncé au paragraphe 5.4.1 ci-dessus n'a pas besoin d'être répété. Dans ce cas, les numéros et les symboles complémentaires de tous les Règlements ayant accordé l'homologation dans le pays qui a prononcé l'homologation en application du présent Règlement, sont placés à côté du symbole prescrit au paragraphe 5.4.1 ci-dessus.
- 5.6 L'annexe 2 du présent Règlement donne des exemples de marque d'homologation.

6. Caractéristiques

- 6.1 Limites des émissions de bruit de roulement, mesurées selon la méthode décrite à l'annexe 3 du présent Règlement.
- 6.1.1 Pour les pneumatiques de la classe C1, les émissions de bruit de roulement ne doivent pas dépasser les limites correspondant au niveau applicable prescrites ci-dessous. Ces valeurs correspondent aux grosseurs nominales du boudin indiquées conformément au paragraphe 2.17.1.1 du Règlement n° 30 :

<i>Niveau 1</i>	
<i>Grosueur nominale du boudin (mm)</i>	<i>Limite dB(A)</i>
145 ou inférieure	72
Supérieure à 145 jusqu'à 165	73
Supérieure à 165 jusqu'à 185	74
Supérieure à 185 jusqu'à 215	75
Supérieure à 215	76

Les limites ci-dessus doivent être accrues d'1 dB(A) pour les pneus renforcés (ou pour fortes charges) et de 2 dB(A) pour les pneus à usage spécial.

Niveau 2	
Grosseur nominale du boudin (mm)	Limite dB(A)
185 ou inférieure	70
Supérieure à 185 jusqu'à 245	71
Supérieure à 245 jusqu'à 275	72
Supérieure à 275	74

Les limites ci-dessus doivent être accrues d'1 dB(A) pour les pneumatiques pour conditions de neige extrêmes, renforcés (ou pour fortes charges), ou toute combinaison de ces catégories.

- 6.1.2 Pour les pneumatiques de la classe C2, les émissions de bruit de roulement, selon la catégorie d'utilisation (voir al. d) du paragraphe 2.1 plus haut), ne doivent pas dépasser les limites correspondant au niveau applicable prescrites ci-dessous :

Niveau 1	
Catégorie d'utilisation	Limite dB(A)
Normale	75
Neige	77
Spéciale	78

Niveau 2			
Catégorie d'utilisation		Limite dB(A)	
		Autre	Pneus de traction
Normale		72	73
Neige		72	73
	Pneus pour conditions de neige extrêmes	73	75
Spéciale		74	75

- 6.1.3 Pour les pneumatiques de la classe C3, les émissions de bruit de roulement, selon la catégorie d'utilisation (voir al. d) du paragraphe 2.1 plus haut), ne doivent pas dépasser les limites correspondant au niveau applicable prescrites ci-dessous :

Niveau 1	
Catégorie d'utilisation	Limite dB(A)
Normale	76
Neige	78
Spéciale	79

Niveau 2			
Catégorie d'utilisation		Limite dB(A)	
		Autre	Pneus de traction
Normale		73	75
Neige		73	75
	Pneus pour conditions de neige extrêmes	74	76
Spéciale		75	77

6.2 L'adhérence sur sol mouillé est déterminée par comparaison du coefficient de force de freinage maximale (« cffm ») ou de la décélération moyenne en régime (« dmr ») avec les valeurs obtenues pour un pneumatique d'essai de référence normalisé (SRTT). Les performances relatives sont exprimées par un indice d'adhérence sur sol mouillé (G).

6.2.1 Pneumatiques de la classe C1, lors d'un essai exécuté conformément à l'une ou l'autre méthode décrite à la section A de l'annexe 5 du présent Règlement, doivent satisfaire aux prescriptions suivantes :

Catégorie d'utilisation		Indice d'adhérence sur sol mouillé (G)
Normale		≥1,1
Neige		≥1,1
	« Pneumatique pour conditions de neige extrêmes » d'un indice de vitesse R ou supérieur (y compris H) correspondant à une vitesse maximale autorisée supérieure à 160 km/h	≥1,0
	« Pneumatique pour conditions de neige extrêmes » d'un indice de vitesse Q ou inférieur (sauf H) correspondant à une vitesse maximale autorisée ne dépassant pas 160 km/h	≥0,9
Spéciale		Pas défini

- 6.2.2 Pour les pneumatiques de la classe C2, lors d'un essai exécuté conformément à l'une ou l'autre méthode décrite à la section B de l'annexe 5 du présent Règlement, le pneumatique doit satisfaire aux prescriptions suivantes :

Catégorie d'utilisation		Indice d'adhérence sur sol mouillé (G)	
		Autres	Pneumatique traction
Pneumatique normal		≥0,95	≥0,85
Pneumatique hiver		≥0,95	≥0,85
	Pneumatique pour conditions de neige extrêmes	≥0,85	≥0,85
Pneumatique à usage spécial		≥0,85	≥0,85

- 6.2.3 Pour les pneumatiques de la classe C3, lors d'un essai exécuté conformément à l'une ou l'autre méthode décrite à la section B de l'annexe 5 du présent Règlement, le pneumatique doit satisfaire aux prescriptions suivantes :

Catégorie d'utilisation		Indice d'adhérence sur sol mouillé (G)	
		Autres	Pneumatique traction
Pneumatique normal		≥0,80	≥0,65
Pneumatique hiver		≥0,65	≥0,65
	Pneumatique pour conditions de neige extrêmes	≥0,65	≥0,65
Pneumatique à usage spécial		≥0,65	≥0,65

- 6.3 Limites du coefficient de résistance au roulement, mesuré par la méthode décrite à l'annexe 6 du présent Règlement.

- 6.3.1 Les valeurs maximales du coefficient de résistance au roulement pour le niveau 1 ne doivent pas dépasser les limites prescrites ci-dessous (la valeur en N/kN équivaut à la valeur en kg/tonne) :

Classe de pneu	Valeur max (N/kN)
C1	12,0
C2	10,5
C3	8,0

Les limites ci-dessus doivent être accrues d'1 N/kN pour les pneumatiques pour conditions de neige extrêmes.

- 6.3.2 Les valeurs maximales du coefficient de résistance au roulement pour le niveau 2 ne doivent pas dépasser les limites prescrites ci-dessous (la valeur en N/kN équivaut à la valeur en kg/tonne) :

<i>Classe de pneu</i>	<i>Valeur max (N/kN)</i>
C1	10,5
C2	9,0
C3	6,5

Les limites ci-dessus doivent être accrues d'1 N/kN pour les pneumatiques pour conditions de neige extrêmes

- 6.4 Pour être inscrit dans la catégorie des pneumatiques pour conditions de neige extrêmes, un pneumatique doit satisfaire aux critères de performance prescrits au paragraphe 6.4.1 ci-dessous et fondés sur une méthode d'essai décrite à l'annexe 7 selon laquelle :

- a) la décélération moyenne en régime (« dmr ») lors d'un essai de freinage ; ou
- b) une force de traction moyenne lors d'un essai de traction ; ou
- c) l'accélération moyenne en régime lors d'un essai d'accélération ;

du pneumatique à contrôler est comparée à celle d'un pneumatique standard servant de référence.

La performance relative est signalée par un indice.

- 6.4.1 Prescriptions relatives aux performances du pneumatique sur la neige

- 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 :

<i>Classe de pneumatique</i>	<i>Indice d'adhérence sur neige (essai de freinage sur neige)^a</i>		<i>Indice d'adhérence sur neige (essai de traction sur neige)^b</i>	<i>Indice d'adhérence sur neige (essai d'accélération)^c</i>
	<i>Réf. = C1 - SRTT 14</i>	<i>Réf. = C2 - SRTT 16C</i>	<i>Réf. = C1 - SRTT 14</i>	<i>Réf. = C3N - SRTT 19.5 Réf. = C3W - SRTT 22.5</i>
C1	1,07	Néant	1,10	néant
C2	Néant	1,02	1,10	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.

- 6.5 Pour être classé dans la catégorie « pneumatique traction », un pneumatique doit satisfaire à l'une au moins des conditions du paragraphe 6.5.1 ci-dessous.

- 6.5.1 Sur toute sa circonférence, le pneumatique doit comporter au minimum deux nervures, chacune comprenant un minimum de 30 blocs séparés par des rainures ou des lamelles dont la profondeur minimale doit correspondre à la

moitié de la profondeur des sculptures. L'option consistant à soumettre le pneumatique à un essai physique ne sera proposée qu'à un stade ultérieur, à la suite d'un nouvel amendement au Règlement dans lequel il sera fait référence à une méthode d'essai appropriée et à des valeurs limites.

- 6.6 Pour être classé dans la catégorie « pneumatique à usage spécial », un pneumatique doit avoir un profil de la bande de roulement comportant des éléments-blocs plus gros et plus espacés que pour un pneumatique normal, et remplissant les conditions suivantes :

Pour les pneumatiques de la classe C1 : une profondeur des sculptures ≥ 11 mm et un rapport rainures/parties pleines ≥ 35 % ;

Pour les pneumatiques de la classe C2 : une profondeur des sculptures ≥ 11 mm et un rapport rainures/parties pleines ≥ 35 % ;

Pour les pneumatiques de la classe C3 : une profondeur des sculptures ≥ 16 mm et un rapport rainures/parties pleines ≥ 35 %.

- 6.7 Pour être classé dans la catégorie « pneumatique tout-terrain professionnel », un pneumatique doit répondre aux caractéristiques suivantes :

- a) Pour les pneumatiques des classes C1 et C2 :
 - i) Une profondeur des sculptures ≥ 11 mm ;
 - ii) Un rapport rainures/parties pleines ≥ 35 % ;
 - iii) Un indice de vitesse maximale $\leq Q$;
- b) Pour les pneumatiques de la classe C3 :
 - i) Une profondeur des sculptures ≥ 16 mm ;
 - ii) Un rapport rainures/parties pleines ≥ 35 % ;
 - iii) Un indice de vitesse maximale $\leq K$.

7. Modifications du type de pneumatique et extension d'homologation

- 7.1 Toute modification du type de pneumatique pouvant influencer sur les caractéristiques de performances approuvées conformément au présent Règlement doit être portée à la connaissance de l'autorité qui a homologué le type de pneumatique. Ladite autorité peut alors :

- 7.1.1 Considérer que les modifications apportées ne risquent pas d'avoir des conséquences négatives notables sur les caractéristiques de performances approuvées et que le pneumatique continue de satisfaire aux prescriptions du présent Règlement ; ou
- 7.1.2 Exiger que d'autres échantillons soient soumis aux essais ou que le service technique désigné établisse de nouveaux procès-verbaux d'essai.
- 7.1.3 La confirmation ou le refus d'homologation avec indication des modifications est communiqué par la procédure indiquée au paragraphe 5.3 du présent Règlement aux Parties à l'Accord qui appliquent le présent Règlement.
- 7.1.4 L'autorité qui accorde l'extension d'homologation de type lui attribue un numéro de série qui doit figurer sur la communication.

8. Conformité de la production

Les procédures de vérification de la conformité de la production doivent être conformes à l'appendice 2 de l'Accord (E/ECE/324-E/ECE/TRANS/505/Rev.2) et satisfaire aux conditions suivantes :

- 8.1 Tout pneumatique homologué en application du présent Règlement doit être fabriqué de manière à être conforme aux caractéristiques de performances du type de pneumatique homologué et à satisfaire aux prescriptions du paragraphe 6 ci-dessus ;
- 8.2 Afin de vérifier la conformité de la production conformément au paragraphe 8.1 ci-dessus, un échantillon aléatoire de pneumatiques portant la marque d'homologation requise par le présent Règlement est prélevé dans la production. La fréquence normale de vérification de la conformité de la production est d'une fois au moins tous les deux ans ;
 - 8.2.1 En cas de vérifications s'appliquant au pneumatique homologué conformément au paragraphe 6.2 du présent Règlement, celles-ci doivent s'effectuer selon la même procédure d'essai (voir annexe 5 du présent Règlement) que celle appliquée pour l'homologation d'origine, et l'autorité d'homologation de type doit s'assurer que tous les pneumatiques relevant d'un type homologué sont conformes aux prescriptions d'homologation. L'évaluation doit être fondée sur le volume de production du type de pneumatique à chaque installation de production, en tenant compte du ou des systèmes de gestion de qualité utilisés par le fabricant. Lorsque la procédure d'essai prévoit des essais simultanés d'un certain nombre de pneumatiques, par exemple un jeu de quatre pour le contrôle de l'adhérence sur sol mouillé selon la procédure type décrite à l'annexe 5 du présent Règlement, le jeu est considéré comme représentant une unité aux fins du calcul du nombre de pneumatiques à contrôler.
- 8.3 La production est réputée satisfaire aux prescriptions du présent Règlement, si les valeurs relevées sont conformes aux limites prescrites au paragraphe 6.1 du présent Règlement, avec une tolérance de +1 dB(A) pour les écarts dus à la production en série.
- 8.4 La production est réputée satisfaire aux prescriptions du présent Règlement, si les valeurs relevées sont conformes aux limites prescrites au paragraphe 6.3 du présent Règlement, avec une tolérance de +0,3 N/kN pour les écarts dus à la production en série.

9. Sanctions pour non-conformité de la production

- 9.1 L'homologation délivrée pour un type de pneumatique conformément au présent Règlement peut être retirée, si les conditions énoncées au paragraphe 8 ci-dessus ne sont pas respectées ou si l'un des exemplaires du type de pneumatique dépasse les limites prévues au paragraphe 8.3 ou 8.4 ci-dessus.
- 9.2 Si une Partie à l'Accord qui applique le présent Règlement retire une homologation qu'elle a précédemment accordée, elle en informe aussitôt les autres Parties contractantes appliquant le présent Règlement, au moyen d'une copie de la fiche de communication conforme au modèle de l'annexe 1 du présent Règlement.

10. Arrêt définitif de la production

Si le titulaire d'une homologation arrête définitivement la production d'un type de pneumatique homologué conformément au présent Règlement, il doit en informer l'autorité qui a délivré l'homologation, laquelle à son tour en avise les autres Parties à l'Accord de 1958 qui appliquent le présent Règlement, au moyen d'une fiche de communication conforme au modèle de l'annexe 1 du présent Règlement.

11. Noms et adresses des services techniques chargés d'effectuer les essais d'homologation prescrits par les autorités d'homologation de type

Les Parties à l'Accord appliquant le présent Règlement communiquent au Secrétariat de l'Organisation des Nations Unies les noms et adresses des services techniques chargés des essais d'homologation et de l'autorité d'homologation de type qui délivre l'homologation et à laquelle doivent être envoyées les fiches d'homologation, ou d'extension, de refus ou de retrait d'homologation, émises dans d'autres pays.

12. Dispositions transitoires

- 12.1 À compter de la date d'entrée en vigueur de la série 02 d'amendements au présent Règlement, les Parties contractantes appliquant le Règlement ne peuvent refuser d'accorder l'homologation CEE à un type de pneumatique visé par le présent Règlement si ce type est conforme aux prescriptions de la série 02 d'amendements, y compris les prescriptions relatives au bruit de roulement aux niveaux 1 ou 2, énoncées aux paragraphes 6.1.1 à 6.1.3 du présent Règlement, les prescriptions relatives à l'adhérence sur sol mouillé, énoncées au paragraphe 6.2.1 du présent Règlement, et les prescriptions relatives à la résistance au roulement aux niveaux 1 ou 2, énoncées au paragraphe 6.3.1 ou 6.3.2 du présent Règlement.
- 12.2 À compter du 1^{er} novembre 2012, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement doivent refuser d'accorder l'homologation CEE si le type de pneumatique à homologuer n'est pas conforme aux prescriptions du présent Règlement tel qu'il a été modifié par la série 02 d'amendements, et doivent également refuser d'accorder l'homologation CEE si les prescriptions relatives au bruit de roulement au niveau 2, énoncées aux paragraphes 6.1.1 à 6.1.3 du présent Règlement, les prescriptions relatives à l'adhérence sur sol mouillé, énoncées au paragraphe 6.2.1, et les prescriptions relatives à la résistance au roulement au niveau 1, énoncées au paragraphe 6.3.1 du présent Règlement, ne sont pas respectées.
- 12.3 À compter du 1^{er} novembre 2014, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement peuvent interdire la vente ou la mise en service d'un pneumatique qui ne satisfait pas aux prescriptions du présent Règlement tel que modifié par la série 02 d'amendements, ou qui ne satisfait pas aux prescriptions du présent Règlement tel que modifié par la série 02, y compris aux prescriptions relatives à l'adhérence sur sol mouillé, énoncées au paragraphe 6.2.1 du présent Règlement.

12.4 À compter du 1^{er} novembre 2016, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement doivent refuser d'accorder l'homologation si le type de pneumatique à homologuer ne satisfait pas aux prescriptions du présent Règlement tel qu'il est modifié par la série 02 d'amendements, y compris les prescriptions du niveau 2 concernant la résistance au roulement, énoncées au paragraphe 6.3.2 du présent Règlement, et les prescriptions concernant l'adhérence sur sol mouillé, énoncées aux paragraphes 6.2.2 et 6.2.3 du présent Règlement.

12.5 À compter du 1^{er} novembre 2016, toute Partie contractante appliquant le présent Règlement peut refuser d'autoriser la vente ou la mise en service d'un pneumatique qui ne satisfait pas aux prescriptions du présent Règlement tel qu'il est modifié par la série 02 d'amendements, et qui ne satisfait pas aux prescriptions relatives aux émissions de bruit de roulement au niveau 2 énoncées aux paragraphes 6.1.1 à 6.1.3 du présent Règlement.

12.6 À compter des dates indiquées ci-dessous, toute Partie contractante appliquant le présent Règlement peut refuser d'autoriser la vente ou la mise en service d'un pneumatique qui ne satisfait pas aux prescriptions du présent Règlement tel qu'il est modifié par la série 02 d'amendements, et qui ne satisfait pas aux prescriptions relatives à la résistance au roulement au niveau 1 énoncées au paragraphe 6.3.1 du présent Règlement :

<i>Classe de pneu</i>	<i>Date</i>
C1, C2	1 ^{er} novembre 2014
C3	1 ^{er} novembre 2016

12.7 À compter des dates indiquées ci-dessous, toute Partie contractante appliquant le présent Règlement peut refuser d'autoriser la vente ou la mise en service d'un pneumatique qui ne satisfait pas aux prescriptions du présent Règlement tel qu'il est modifié par la série 02 d'amendements, et qui ne satisfait pas aux prescriptions du niveau 2 concernant la résistance au roulement, énoncées au paragraphe 6.3.2 du présent Règlement, et les prescriptions concernant l'adhérence sur sol mouillé, énoncées aux paragraphes 6.2.2 et 6.2.3 du présent Règlement :

<i>Classe de pneu</i>	<i>Date</i>
C1, C2	1 ^{er} novembre 2018
C3	1 ^{er} novembre 2020

12.8 Jusqu'au 13 février 2019 (60 mois à compter de la date d'entrée en vigueur du complément 4 à la série 02 d'amendements au présent Règlement), les Parties contractantes appliquant le présent Règlement peuvent continuer d'accorder des homologations de type conformément à la série 02 d'amendements audit Règlement, en tenant compte des dispositions de l'annexe 4 du Règlement.

Annexe 1

Communication

(Format maximal : A4 (210 mm x 297 mm))



Établie par :

Nom de l'administration :

.....
.....
.....

Objet² :
Délivrance d'homologation
Extension d'homologation
Refus d'homologation
Retrait d'homologation
Arrêt définitif de la production

d'un type de pneumatique en ce qui concerne les caractéristiques « émissions de bruit de roulement » et/ou « adhérence sur sol mouillé » et/ou « résistance au roulement » en application du Règlement n° 117

Homologation n° Extension n°

1. Nom et adresse(s) du fabricant :
2. Nom et adresse(s) du représentant du constructeur (le cas échéant) :
3. « Classe » et « catégorie d'utilisation » du type de pneumatique :
- 3.1 Pneumatique pour conditions de neige extrêmes (oui/non)²
- 3.2 Pneumatique traction (oui/non)²
4. Marque de fabrique et/ou nom(s) commercial(aux) du type de pneumatique :
5. Service technique et, le cas échéant, laboratoire d'essai agréé pour l'homologation ou la vérification des essais de conformité :
6. Caractéristiques faisant l'objet de l'homologation : niveau sonore du (niveau 1/niveau 2)², adhérence sur sol mouillé, résistance au roulement du (niveau 1/niveau 2)²
- 6.1 Niveau sonore d'un pneumatique de dimension représentative (voir par. 2.5 du présent Règlement), comme indiqué au point 7 du procès-verbal d'essai de l'appendice 1 de l'annexe 3 : dB(A) à une vitesse de référence de 70/80 km/h²

¹ Numéro distinctif du pays qui a délivré/étendu/refusé/retiré l'homologation (voir les dispositions du Règlement relatives à l'homologation).

² Biffer la mention inutile.

- 6.2 Valeur d'adhérence sur sol mouillé d'un pneumatique de dimension représentative (voir par. 2.5 du présent Règlement), comme indiqué au point 7 du procès-verbal d'essai de l'appendice de l'annexe 5 :..... (G), déterminée par la méthode du véhicule d'essai/de la remorque d'essai²
- 6.3 Niveau de résistance au roulement d'un pneumatique de dimension représentative (voir par. 2.5 du présent Règlement), comme indiqué au point 7 du procès-verbal d'essai de l'appendice 1 de l'annexe 6.....
- 6.4 Indice de performances sur la neige de la dimension de pneumatique représentative, voir paragraphe 2.5 du Règlement n° 117, selon le point 7 du procès-verbal d'essai de l'appendice³ de l'annexe 7 :..... (Indice de performances sur la neige) déterminé par la méthode d'essai de freinage sur neige², par la méthode d'essai de traction sur neige² ou par la méthode d'essai d'accélération².
7. Numéro du procès-verbal émis par le service technique :.....
8. Date du procès-verbal émis par ce service :.....
9. Motif(s) d'extension (le cas échéant) :.....
10. Remarques éventuelles :
11. Lieu :
12. Date :
13. Signature :
14. On trouvera en annexe à la présente communication :.....
- 14.1 Une liste des pièces qui constituent le dossier d'homologation déposé au service administratif ayant accordé l'homologation, qui peut être obtenu sur demande⁴.
- 14.2 Une liste des types de profils : Préciser pour chaque marque de fabrique et/ou nom commercial la liste des désignations de dimension des pneumatiques avec, dans le cas des pneumatiques de la classe C1, la mention « renforcé » (ou « extra load ») ou l'indice de vitesse des pneumatiques « hiver », ou dans le cas des pneumatiques des classes C2 et C3 la mention « traction », comme prescrit le cas échéant au paragraphe 3.1 du présent Règlement.

³ Appendice 2 pour les pneumatiques des classes C1 et C2.

Appendice 3 pour les pneumatiques de la classe C3.

⁴ Dans le cas des « pneumatiques pour conditions de neige extrêmes », un procès-verbal d'essai selon l'appendice 2 de l'annexe 7 doit être soumis.

Annexe 2 – Appendice 1

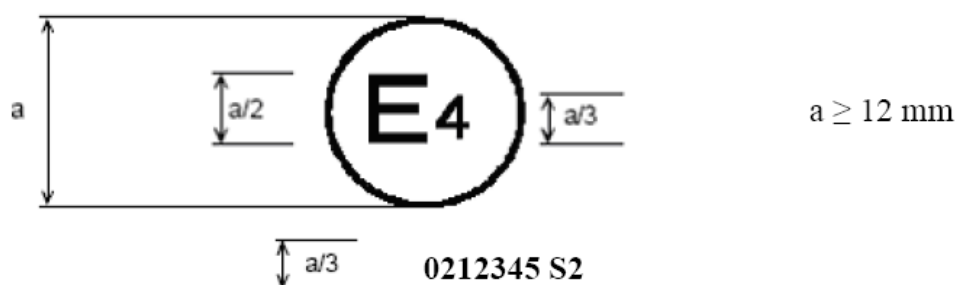
Exemples de marques d'homologation

Marques d'homologation

(Voir le paragraphe 5.4 du présent Règlement)

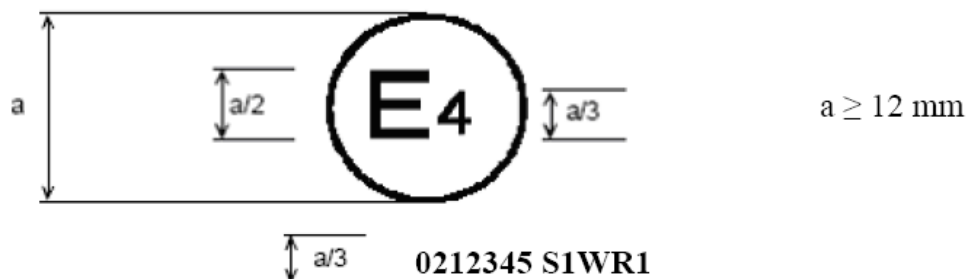
Homologation conformément au Règlement n° 117

Exemple 1



La marque d'homologation ci-dessus, apposée sur un pneumatique, indique que ce pneumatique a été homologué aux Pays-Bas (E 4) conformément au Règlement n° 117 pour le bruit de roulement au niveau 2 (suffixe S2) sous le numéro d'homologation 0212345. Les deux premiers chiffres de ce numéro (02) signifient que l'homologation a été accordée conformément à la série 02 d'amendements au Règlement.

Exemple 2

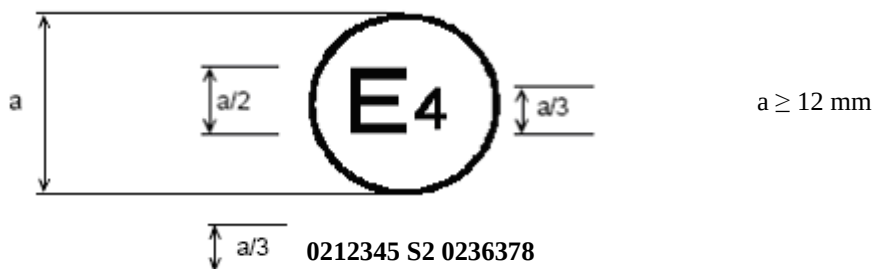


La marque d'homologation ci-dessus indique que le pneumatique en question a été homologué aux Pays-Bas (E 4) conformément au Règlement n° 117 pour le bruit de roulement au niveau 1, l'adhérence sur sol mouillé et la résistance au roulement au niveau 1 (suffixe S1WR1) sous le numéro d'homologation 0212345. Les deux premiers chiffres de ce numéro (02) signifient que l'homologation a été accordée conformément à la série 02 d'amendements au Règlement.

Annexe 2 – Appendice 2

Homologation conformément au Règlement n° 117, et parallèlement aux Règlements n°s 30 ou 54¹

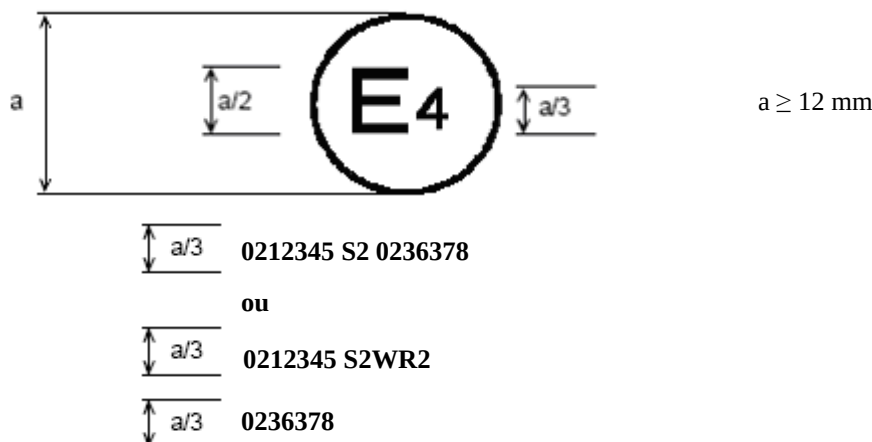
Exemple 1



La marque d'homologation ci-dessus indique que le pneumatique en question a été homologué aux Pays-Bas (E 4) conformément au Règlement n° 117 pour le bruit de roulement au niveau 2 (suffixe S2) sous le numéro d'homologation 0212345, et au Règlement n° 30 sous le numéro d'homologation 0236378. Les deux premiers chiffres du numéro d'homologation (02) signifient que, pour le Règlement n° 117, l'homologation a été délivrée conformément à la série 02 d'amendements et que, pour le Règlement n° 30, elle l'a été conformément à la série 02 d'amendements.

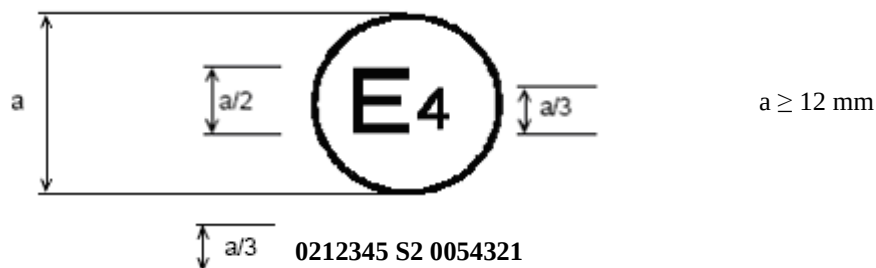
¹ Les homologations conformément au Règlement n° 117 pour les pneumatiques relevant du Règlement n° 54 n'incluent pas actuellement de prescriptions concernant l'adhérence sur sol mouillé.

Exemple 2



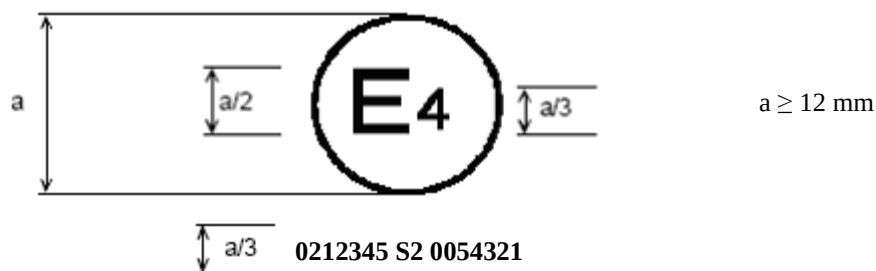
La marque d'homologation ci-dessus indique que le pneumatique en question a été homologué aux Pays-Bas (E 4) conformément au Règlement n° 117 pour le bruit de roulement au niveau 2, l'adhérence sur sol mouillé et la résistance au roulement au niveau 2 (suffixe S2WR2) sous le numéro d'homologation 0212345, et au Règlement n° 30 sous le numéro d'homologation 0236378. Les deux premiers chiffres du numéro d'homologation (02) signifient que, pour le Règlement n° 117, l'homologation a été délivrée conformément à la série 02 d'amendements et que, pour le Règlement n° 30, elle l'a été conformément à la série 02 d'amendements.

Exemple 3



La marque d'homologation ci-dessus indique que le pneumatique en question a été homologué aux Pays-Bas (E 4) conformément au Règlement n° 117 pour le bruit de roulement au niveau 2 (suffixe S2) sous le numéro d'homologation 0212345, et au Règlement n° 54 sous le numéro d'homologation 0054321. Les deux premiers chiffres du numéro d'homologation signifient que, pour le Règlement n° 117, l'homologation a été délivrée conformément à la série 02 d'amendements (02) et que, pour le Règlement n° 54, elle l'a été conformément à la version originale du Règlement (00).

Exemple 4

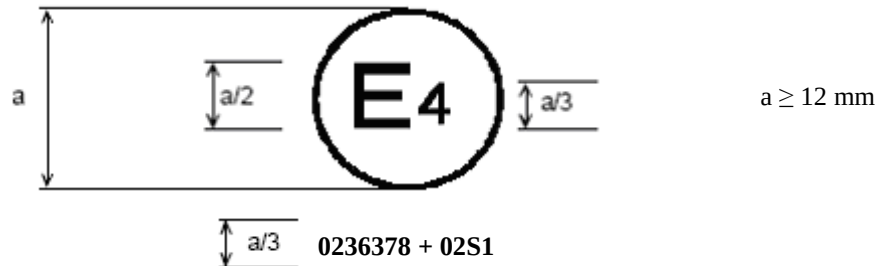


La marque d'homologation ci-dessus indique que le pneumatique en question a été homologué aux Pays-Bas (E 4) conformément au Règlement n° 117 pour le bruit de roulement au niveau 2, et la résistance au roulement au niveau 2 (suffixe S2R2), sous le numéro d'homologation 0212345, et au Règlement n° 54 sous le numéro d'homologation 0054321. Les deux premiers chiffres du numéro d'homologation signifient que, pour le Règlement n° 117, l'homologation a été délivrée conformément à la série 02 d'amendements (02) et que, pour le Règlement n° 54, elle l'a été conformément à la version originale du Règlement (00).

Annexe 2 – Appendice 3

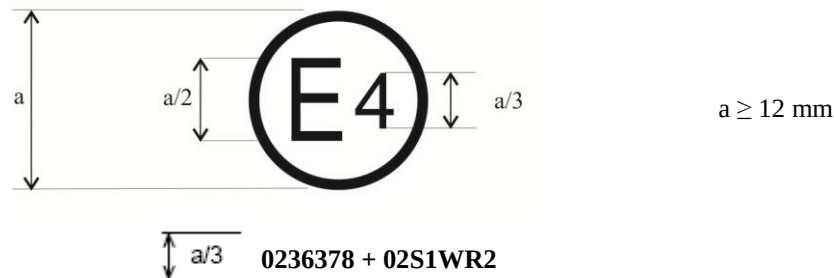
Extensions permettant de combiner des homologations délivrées conformément aux Règlements n^{os} 117, 30 ou 54¹

Exemple 1



La marque d'homologation ci-dessus indique que le pneumatique en question a été homologué à l'origine aux Pays-Bas (E 4) conformément au Règlement n^o 30 (série 02 d'amendements) sous le numéro d'homologation 0236378. La mention + 02S1 (bruit de roulement au niveau 1) indique qu'il y a eu extension de l'homologation pour inclure l'homologation conformément au Règlement n^o 117 (série 02 d'amendements). Les deux premiers chiffres du numéro d'homologation (02) signifient que l'homologation a été accordée conformément au Règlement n^o 30 incluant la série 02 d'amendements. Le signe de l'addition (+) signifie que l'homologation a d'abord été délivrée pour le Règlement n^o 30, puis étendue pour inclure l'homologation pour le Règlement n^o 117 (série 02 d'amendements, bruit de roulement au niveau 1).

Exemple 2



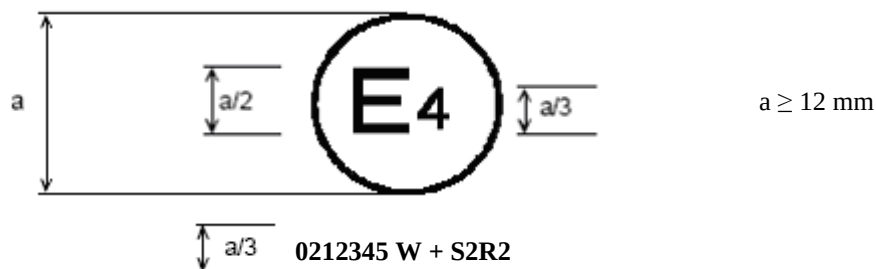
La marque d'homologation ci-dessus indique que le pneumatique en question a été homologué à l'origine aux Pays-Bas (E 4) conformément au Règlement n^o 30 (série 02 d'amendements) sous le numéro d'homologation 0236378 pour le bruit de roulement au niveau 1, l'adhérence sur sol mouillé et la résistance au roulement au niveau 2 (suffixe S1WR2). Les chiffres 02 précédant le suffixe indiquent qu'il y a eu extension de l'homologation conformément au Règlement n^o 117 (série 02 d'amendements). Les deux premiers chiffres du numéro d'homologation (02) signifient que l'homologation a été délivrée pour le Règlement n^o 30 conformément à la série 02 d'amendements. Le signe de l'addition (+) signifie que l'homologation a d'abord été délivrée pour le Règlement n^o 30 puis étendue pour inclure l'homologation pour le Règlement n^o 117 (série 02 d'amendements).

¹ Les homologations conformément au Règlement n^o 117 pour les pneumatiques relevant du Règlement n^o 54 n'incluent pas actuellement de prescriptions concernant l'adhérence sur sol mouillé.

Annexe 2 – Appendice 4

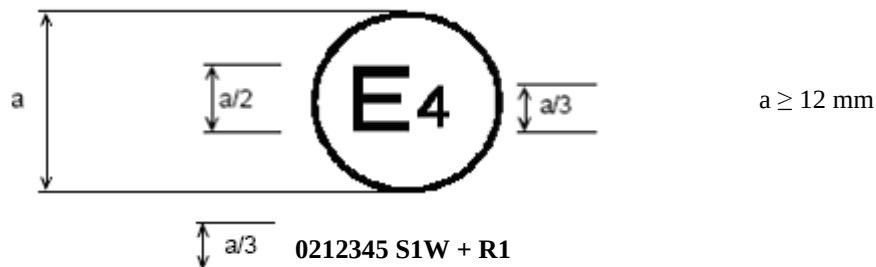
Extensions permettant de combiner des homologations délivrées conformément au Règlement n° 117¹

Exemple 1



La marque d'homologation ci-dessus indique que le pneumatique en question a été homologué à l'origine aux Pays-Bas (E 4) conformément au Règlement n° 117 (série 02 d'amendements) sous le numéro d'homologation 0212345 pour l'adhérence sur sol mouillé (suffixe W). La mention + S2R2 signifie qu'il y a eu extension de l'homologation conformément au Règlement n° 117 pour le bruit de roulement au niveau 2 et la résistance au roulement au niveau 2 sur la base de certificats séparés.

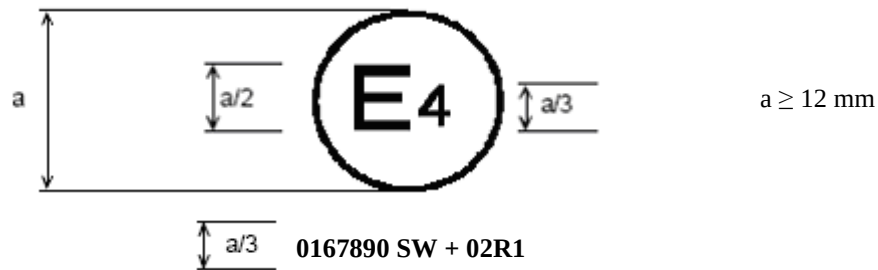
Exemple 2



La marque d'homologation ci-dessus indique que le pneumatique en question a été à l'origine homologué aux Pays-Bas (E 4) conformément au Règlement n° 117 (série 02 d'amendements) sous le numéro d'homologation 0212345 pour le bruit de roulement au niveau 1 et pour l'adhérence sur sol mouillé (suffixe S1W). La mention + R1 signifie qu'il y a eu extension de l'homologation conformément au Règlement n° 117 pour la résistance au roulement au niveau 1 sur la base de certificats séparés.

¹ Les homologations conformément au Règlement n° 117 pour les pneumatiques relevant du Règlement n° 54 n'incluent pas actuellement de prescriptions concernant l'adhérence sur sol mouillé.

Exemple 3



La marque d'homologation ci-dessus indique que le pneumatique en question a été homologué aux Pays-Bas (E 4) conformément au Règlement n° 117 (série 01 d'amendements) sous le numéro d'homologation 0167890 pour le bruit de roulement au niveau 1 et pour l'adhérence sur sol mouillé (suffixe SW). La mention + 02R1 signifie qu'il y a eu extension de l'homologation conformément au Règlement n° 117 pour la résistance au roulement au niveau 1 sur la base de certificats séparés.

Annexe 3

Méthode du passage en roue libre pour la mesure du bruit de roulement

Introduction

La méthode présentée définit les caractéristiques des instruments de mesure, ainsi que les conditions et les modalités de mesurage du niveau sonore d'un train de pneumatiques montés sur un véhicule d'essai roulant à grande vitesse sur un revêtement routier déterminé. Le niveau maximal de pression acoustique doit être relevé, lors du passage en roue libre du véhicule d'essai, au moyen de microphones placés nettement en retrait ; le résultat final de l'essai est obtenu, pour une vitesse de référence, par une analyse de régression linéaire. Ces résultats d'essai ne peuvent être mis en corrélation avec le bruit de roulement mesuré en accélération ou en décélération pendant le freinage.

1. Instruments de mesure

1.1 Mesures acoustiques

Le sonomètre, ou un appareil de mesure équivalent, muni du pare-vent recommandé par le fabricant, doit au minimum satisfaire aux prescriptions applicables aux instruments de type 1, conformément à la publication 60651:1979/A1:1993 de la CEI, deuxième édition.

Les mesures doivent être faites en utilisant la courbe de pondération en fréquence A et la courbe de pondération temporelle F.

Si l'appareil utilisé est équipé d'un système de surveillance périodique du niveau de pondération en fréquence A, les relevés doivent être faits au maximum toutes les 30 ms.

1.1.1 Étalonnage

Au début et à la fin de chaque série de mesures, la totalité du système de mesure doit être vérifiée au moyen d'un générateur d'étalonnage acoustique satisfaisant au minimum aux prescriptions de justesse de la classe 1, définies dans la publication 60942:1988 de la CEI. Sans aucune modification du réglage, l'écart constaté entre deux relevés consécutifs ne doit pas dépasser 0,5 dB(A). Sinon, les valeurs relevées après la dernière vérification satisfaisante ne sont pas prises en considération.

1.1.2 Vérification de la conformité

La conformité du générateur d'étalonnage acoustique avec les prescriptions de la publication 60942:1988 de la CEI doit être vérifiée une fois par an, et celle des appareils de mesure avec les prescriptions de la publication 60651:1979/A1:1993 de la CEI, deuxième édition, doit l'être au moins tous les deux ans, dans les deux cas par un laboratoire agréé pour effectuer des étalonnages satisfaisant aux normes en vigueur.

- 1.1.3 Positionnement du microphone
- Le ou les microphones doivent être placés à $7,5 \pm 0,05$ m de la ligne de référence CC' (voir fig. 1) et à une hauteur de $1,2 \pm 0,02$ m au-dessus du sol. Leur axe de sensibilité maximale doit être horizontal et perpendiculaire à l'axe médian de la piste (ligne CC').
- 1.2 Mesures de vitesse
- La vitesse du véhicule doit être mesurée avec des instruments ayant une justesse de ± 1 km/h ou mieux, dès que l'avant du véhicule franchit la ligne PP' (voir fig. 1).
- 1.3 Mesures de température
- La température de l'air et celle du revêtement de la zone d'essai doivent être impérativement mesurées.
- Les appareils de mesure doivent avoir une justesse de ± 1 °C.
- 1.3.1 Température de l'air
- Le capteur de température doit être placé dans un endroit dégagé à proximité du microphone, à l'air libre mais protégé du rayonnement solaire direct par un pare-soleil ou un dispositif analogue. Il doit être placé à $1,2 \pm 0,1$ m au-dessus du revêtement de la zone d'essai, pour réduire au maximum l'influence du rayonnement thermique du revêtement lorsque la circulation d'air est faible.
- 1.3.2 Température du revêtement de la zone d'essai
- Le capteur de température doit être placé à un endroit où la température mesurée est représentative de celle du trajet des roues, sans gêner les mesures acoustiques.
- Si l'on utilise un instrument doté d'un capteur de température à contact, une pâte caloporteuse doit être appliquée entre le revêtement et le capteur de manière à assurer un contact thermique adéquat.
- Si l'on utilise un thermomètre à rayonnement (pyromètre), la hauteur retenue doit permettre d'obtenir une mesure sur une plage d'au moins 0,1 m de diamètre.
- 1.4 Mesure de la vitesse du vent
- L'appareil doit pouvoir mesurer la vitesse du vent à ± 1 m/s près. Cette vitesse doit être mesurée à la hauteur du microphone. La direction du vent par rapport à celle de déplacement du véhicule doit être consignée.
2. Conditions de mesure
- 2.1 Terrain d'essai
- Le terrain d'essai doit comprendre une partie centrale entourée d'une aire pratiquement plane. L'aire de mesurage doit être horizontale et le revêtement doit être sec et propre lors de toutes les mesures. Il ne doit pas être artificiellement refroidi pendant ou avant les essais.
- La zone d'essai doit offrir, entre la source sonore et le microphone, les conditions d'un champ acoustique dégagé à 1 dB(A) près. Ces conditions sont réputées satisfaites si aucun objet de grande taille réfléchissant les sons,

tel que clôture, rocher, pont ou bâtiment, ne se trouve dans un rayon de 50 m autour du centre de l'aire de mesurage. Le revêtement de la zone d'essai et les dimensions du terrain d'essai doivent être conformes à la norme ISO 10844:2014. Jusqu'à la fin de la période indiquée au paragraphe 12.8 du présent Règlement, les caractéristiques du terrain d'essai peuvent être conformes aux prescriptions de l'annexe 4 du Règlement.

Il faut veiller à ce qu'au centre du terrain d'essai une zone d'au moins 10 m de rayon soit exempte de neige poudreuse, d'herbe haute, de terre meuble, de cendre, etc. Il ne doit y avoir aucun obstacle risquant de perturber le champ acoustique au voisinage du microphone et personne ne doit se trouver entre ce dernier et la source sonore. La personne effectuant les mesures et les observateurs éventuels doivent se placer de façon à ne pas fausser les enregistrements des instruments de mesure.

2.2 Conditions météorologiques

Il faut veiller à ce que les résultats ne soient pas faussés par des rafales de vent. Les essais ne doivent pas être effectués lorsque la vitesse du vent à la hauteur du microphone est supérieure à 5 m/s.

Les mesures ne doivent pas être effectuées si la température ambiante est inférieure à 5 °C ou supérieure à 40 °C ou si la température du revêtement est inférieure à 5 °C ou supérieure à 50 °C.

2.3 Bruit ambiant

2.3.1 Le niveau de bruit ambiant (y compris le bruit éventuel du vent) doit être au moins de 10 dB(A) inférieur au bruit de roulement mesuré. Un pare-vent approprié peut être monté sur le microphone, à condition de tenir compte de son incidence sur la sensibilité et les caractéristiques directionnelles du microphone.

2.3.2 Toute mesure affectée par une pointe acoustique apparemment sans commune mesure avec le niveau sonore général des pneumatiques ne doit pas être prise en considération.

2.4 Prescriptions applicables au véhicule d'essai

2.4.1 Généralités

Le véhicule d'essai est un véhicule automobile équipé de quatre pneumatiques en montage simple sur deux essieux seulement.

2.4.2 Charge du véhicule

Le véhicule doit être chargé de manière à respecter les dispositions du paragraphe 2.5.2 ci-dessous relatives aux charges des pneumatiques d'essai.

2.4.3 Empattement

L'empattement entre les deux essieux équipés des pneus soumis à l'essai doit être inférieur à 3,5 m pour les pneumatiques de la classe C1 et inférieur à 5 m pour les pneumatiques des classes C2 et C3.

2.4.4 Mesures à prendre pour que le véhicule influe au minimum sur la mesure du bruit de roulement

Pour que le bruit de roulement ne soit pas sensiblement affecté par les caractéristiques de construction du véhicule d'essai, les prescriptions et recommandations ci-après s'appliquent.

2.4.4.1 Prescriptions :

- a) Il ne doit pas être monté de bavettes de garde-boue ou autres dispositifs supplémentaires antiéclaboussures ;
- b) Il ne faut pas que soient ajoutés ou conservés, au voisinage des pneumatiques et des jantes, des éléments susceptibles de faire écran au bruit émis ;
- c) Le réglage géométrique des roues (pincement, carrossage et chasse) doit être en conformité totale avec les recommandations du constructeur ;
- d) Il est interdit de placer des matériaux insonorisants supplémentaires dans les passages de roue ou sous la caisse ;
- e) L'état de la suspension doit être tel qu'il permette d'éviter toute réduction anormale de la garde au sol lorsque le véhicule est chargé selon les prescriptions d'essai. Les éventuels systèmes de réglage de la hauteur de la caisse doivent être ajustés de manière à obtenir pendant les essais une garde au sol qui soit normale quand le véhicule est à vide.

2.4.4.2 Recommandations pour éviter les bruits parasites :

- a) Il est recommandé d'enlever ou de modifier les éléments du véhicule susceptibles de contribuer au bruit de fond de ce dernier. Tout démontage ou toute modification doit être consigné dans le procès-verbal d'essai ;
- b) Pendant l'essai, il faut s'assurer que les freins soient bien desserrés, pour éviter tout bruit de frein ;
- c) Il faut s'assurer que les ventilateurs de refroidissement électriques ne fonctionnent pas ;
- d) Lors des essais, les fenêtres et le toit ouvrant du véhicule doivent être fermés.

2.5 Pneumatiques

2.5.1 Généralités

Quatre pneumatiques identiques sont montés sur le véhicule d'essai. Dans le cas de pneumatiques ayant un indice de capacité de charge supérieur à 121 et sans indication de jumelage, deux de ces pneumatiques du même type et de la même gamme doivent être montés sur l'essieu arrière du véhicule d'essai ; l'essieu avant doit être équipé de pneumatiques de dimensions appropriées compte tenu de la charge à l'essieu et usés jusqu'à la profondeur minimale afin de minimiser l'influence du bruit de roulement tout en conservant un degré de sécurité suffisant. Les pneus d'hiver qui, dans certaines Parties contractantes, peuvent être équipés de crampons destinés à augmenter le frottement, doivent être essayés sans cet équipement. Les pneumatiques soumis à des prescriptions de montage spéciales doivent être montés

conformément à ces prescriptions (par exemple sens de rotation). Avant rodage, la profondeur des sculptures de la bande de roulement doit être maximale.

Les pneumatiques doivent être soumis à l'essai sur des jantes autorisées par le fabricant desdits pneumatiques.

2.5.2 Charges des pneumatiques

La charge d'essai Q_t de chaque pneumatique du véhicule d'essai doit représenter 50 à 90 % de la charge de référence Q_r mais la charge d'essai moyenne $Q_{t,avr}$ de tous les pneumatiques doit représenter 75 ± 5 % de la charge de référence Q_r .

Pour tous les pneumatiques, la charge d'essai Q_r représente la masse maximale correspondant à l'indice de capacité de charge marqué sur le pneumatique. Si l'indice de capacité de charge est constitué de deux nombres séparés par une barre oblique (/), il doit être fait référence au premier d'entre eux.

2.5.3 Pression de gonflage des pneumatiques

Pour chaque pneumatique monté sur le véhicule d'essai, la pression d'essai P_t ne doit pas être supérieure à la pression P_r de référence, et comprise dans l'intervalle suivant :

$$P_r \cdot \left(\frac{Q_t}{Q_r} \right)^{1,25} \leq P_t \leq 1,1 P_r \cdot \left(\frac{Q_t}{Q_r} \right)^{1,25}$$

Pour la classe C2 et la classe C3, la pression de référence P_r est la pression correspondant à l'indice figurant sur le flanc.

Pour la classe C1, la pression de référence est $P_r = 250$ kPa pour les pneumatiques normaux et 290 kPa pour les pneumatiques renforcés. La pression d'essai minimale est $P_t = 150$ kPa.

2.5.4 Préparatifs avant l'essai

Avant d'être soumis à l'essai, les pneumatiques doivent être « rodés » afin d'éliminer les bavures de démoulage du pneumatique. Le rodage moyen correspond normalement à environ 100 km d'utilisation normale sur route.

Les pneumatiques doivent être montés sur le véhicule d'essai dans le même sens de rotation que celui retenu pour le rodage.

Les pneumatiques doivent être échauffés avant les essais, par roulement dans les conditions d'essai.

3. Méthode d'essai

3.1 Conditions générales

Pour toutes les mesures, le véhicule doit être conduit en ligne droite sur toute la longueur de la zone de mesurage (AA' jusqu'à BB'), de manière telle que le plan longitudinal médian du véhicule soit aussi proche que possible de la ligne CC'.

Lorsque l'avant du véhicule atteint la ligne AA', le conducteur doit avoir mis le sélecteur de rapport au point mort et coupé le moteur. Si un bruit anormal

(par exemple fonctionnement du ventilateur, auto-allumage, etc.) est émis par le véhicule d'essai lors du mesurage, l'essai n'est pas pris en considération.

3.2 Nature et nombre des mesures

Le niveau sonore maximum exprimé en décibels pondérés A [dB(A)] doit être mesuré jusqu'à la première décimale, au moment où le véhicule est en roue libre entre les lignes AA' et BB' (fig. 1 – avant du véhicule sur la ligne AA', arrière du véhicule sur la ligne BB'). La valeur enregistrée est prise en compte comme résultat de la mesure.

Au moins quatre mesures doivent être effectuées de chaque côté du véhicule d'essai, à des vitesses d'essai inférieures à la vitesse de référence indiquée au paragraphe 4.1 ci-dessous, et au moins quatre mesures à des vitesses d'essai supérieures à la vitesse de référence. Les vitesses doivent être à peu près régulièrement échelonnées à l'intérieur de la fourchette définie au paragraphe 3.3 ci-dessous.

3.3 Fourchette des vitesses d'essai

La vitesse du véhicule d'essai doit être comprise entre :

- a) 70 et 90 km/h, pour les pneumatiques des classes C1 et C2 ;
- b) 60 et 80 km/h, pour les pneumatiques de la classe C3.

4. Interprétation des résultats

Une mesure n'est pas valable lorsqu'on constate un écart anormal entre les valeurs relevées (voir par. 2.3.2 de la présente annexe).

4.1 Détermination du résultat de l'essai

Pour la détermination du résultat final, la vitesse de référence V_{ref} est de :

- a) 80 km/h pour les pneumatiques des classes C1 et C2 ;
- b) 70 km/h pour les pneumatiques de la classe C3.

4.2 Analyse de régression des mesures du niveau sonore

Le bruit de roulement (non corrigé en fonction de la température) L_R en dB(A) est obtenu par analyse de régression selon la formule ci-après :

$$L_R = \bar{L} - a \cdot \bar{v}$$

Où :

$\bar{L}$ est la valeur moyenne des niveaux sonores L_i mesurés en dB(A) :

$$\bar{L} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n L_i$$

n est le nombre de niveaux sonores mesurés ($n \geq 16$),

$\bar{v}$ est la valeur moyenne des vitesses logarithmiques V_i :

$$\bar{v} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n v_i \quad \text{où} \quad v_i = \lg \frac{V_i}{V_{ref}}$$

a est la pente de la ligne de régression en dB(A) :

$$a = \frac{\sum_{i=1}^n (v_i - \bar{v})(L_i - \bar{L})}{\sum_{i=1}^n (v_i - \bar{v})^2}$$

4.3 Correction de température

Pour les pneumatiques des classes C1 et C2, le résultat final doit être normalisé à une température de référence du revêtement ϑ_{ref} , en appliquant une correction de température selon la formule suivante :

$$L_R(\vartheta_{\text{ref}}) = L_R(\vartheta) + K(\vartheta_{\text{ref}} - \vartheta)$$

Où :

ϑ = température mesurée du revêtement

ϑ_{ref} = 20 °C.

Pour les pneumatiques de la classe C1, le coefficient K est de -0,03 dB(A)/°C lorsque ϑ est supérieur à ϑ_{ref} et de -0,06 dB(A)/°C lorsque ϑ est inférieur à ϑ_{ref} .

Pour les pneumatiques de la classe C2, le coefficient K est de -0,02 dB(A)/°C.

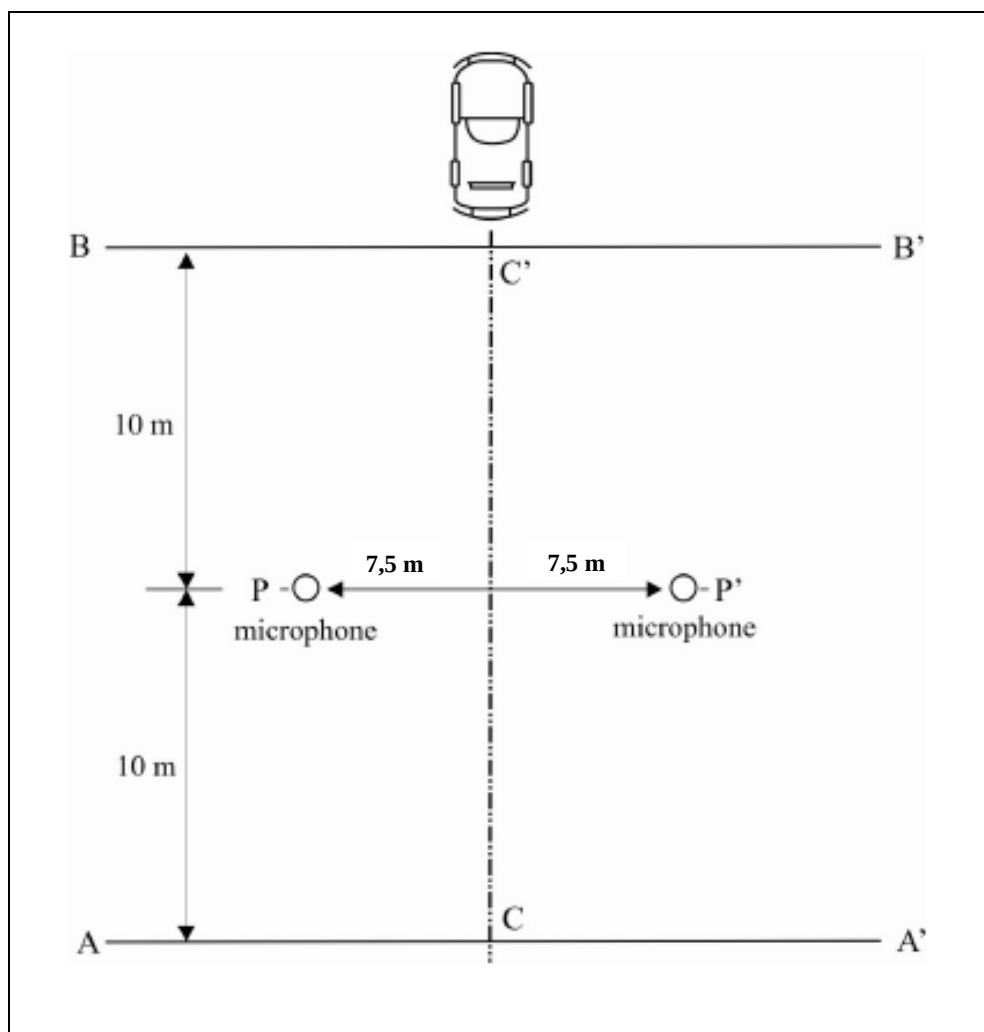
Si la température mesurée du revêtement ne varie pas de plus de 5 °C dans toutes les mesures nécessaires pour déterminer le niveau sonore d'un jeu de pneumatiques, la correction de température ne peut être appliquée qu'au niveau final du bruit de roulement enregistré, comme indiqué ci-dessus, en retenant la moyenne arithmétique des températures mesurées. Autrement, chaque niveau sonore L_i mesuré doit être corrigé en retenant la température constatée au moment de l'enregistrement du niveau sonore.

Il n'y a pas de correction de température pour les pneumatiques de la classe C3.

4.4 Afin de tenir compte de toute inexactitude imputable aux instruments de mesure, les valeurs obtenues conformément au paragraphe 4.3 ci-dessus doivent être diminuées de 1 dB(A).

4.5 Le résultat final, le niveau de bruit de roulement $L_R(\vartheta_{\text{ref}})$ corrigé en fonction de la température, en dB(A), doit être arrondi au nombre entier inférieur le plus proche.

Figure 1
Positions du microphone pour le mesurage



Annexe 3 – Appendice 1

Procès-verbal d'essai

Première partie – Procès-verbal

1. Autorité d'homologation de type ou service technique :
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 (C1, C2 ou C3) :
6. Catégorie d'utilisation :
7. Niveau sonore conformément aux paragraphes 4.4 et 4.5 de l'annexe 3 : dB(A)
à une vitesse de référence de 70/80 km/h¹
8. Commentaires éventuels :
.....
9. Date :
10. Signature :

Deuxième partie – Données relatives à l'essai

1. Date de l'essai :
2. Véhicule d'essai (marque, modèle, année, modifications, etc.) :
.....
- 2.1 Empattement du véhicule d'essai :mm
3. Emplacement de la piste d'essai :
- 3.1 Date d'homologation de la piste selon la norme ISO 10844:2014 :
- 3.2 Établi par :
- 3.3 Méthode d'homologation :
4. Détails relatifs à l'essai des pneumatiques :
- 4.1 Dimensions des pneumatiques :
- 4.2 Description de l'entretien des pneumatiques :
- 4.3 Pression de gonflage de référence :kPa

¹ Biffer la mention inutile.

4.4 Paramètres de l'essai :

	<i>Avant gauche</i>	<i>Avant droit</i>	<i>Arrière gauche</i>	<i>Arrière droit</i>
Masse (kg)				
Indice de charge du pneumatique (%)				
Pression de gonflage (à froid) (kPa)				

4.5 Code de la largeur des jantes d'essai :

4.6 Type de capteurs de température :

5. Résultats d'essais valables :

<i>Passage n°</i>	<i>Vitesse km/h</i>	<i>Sens</i>	<i>Niveau sonore gauche¹ mesuré en dB(A)</i>	<i>Niveau sonore droit¹ mesuré en dB(A)</i>	<i>Température de l'air °C</i>	<i>Température de la piste °C</i>	<i>Niveau sonore gauche¹ corrigé en fonction de la température en dB(A)</i>	<i>Niveau sonore droit¹ corrigé en fonction de la température en dB(A)</i>	<i>Commentaires</i>
1									
2									
3									
4									
5									
6									
7									
8									

¹ Par rapport au véhicule.

5.1 Pente de la ligne de régression :

5.2 Niveau sonore après correction en fonction de la température conformément au paragraphe 4.3 de l'annexe 3 :dB(A)

Annexe 4

Caractéristiques du terrain d'essai¹

1. Introduction

La présente annexe contient les prescriptions applicables aux caractéristiques physiques et à la construction du terrain d'essai. Ces prescriptions, fondées sur une norme particulière², précisent les caractéristiques physiques requises ainsi que les méthodes d'essai permettant de les vérifier.

2. Caractéristiques de revêtement requises

Un revêtement est considéré comme conforme à la norme susmentionnée si sa texture et sa teneur en vides ou son coefficient d'absorption acoustique ont été mesurés et satisfont à toutes les exigences énoncées aux paragraphes 2.1 à 2.4 ci-après, ainsi qu'aux prescriptions de conception (par. 3.2 ci-dessous).

2.1 Teneur en vides résiduels

La teneur en vides résiduels VC du mélange utilisé pour le revêtement de la zone d'essai ne peut dépasser 8 %. Voir le paragraphe 4.1 de la présente annexe pour la procédure de mesurage.

2.2 Coefficient d'absorption acoustique

Si le revêtement ne satisfait pas à l'exigence de teneur en vides résiduels, il n'est acceptable que si son coefficient d'absorption acoustique α est inférieur ou égal à 0,10. Voir le paragraphe 4.2 ci-dessous pour la procédure de mesurage. Les prescriptions énoncées au présent paragraphe et au paragraphe 2.1 ci-dessus sont également respectées si seule l'absorption acoustique a été mesurée et qu'elle est inférieure ou égale à 0,10.

Note : Le paramètre le plus significatif est l'absorption acoustique, bien que la teneur en vides résiduels soit plus familière aux entrepreneurs. Toutefois, l'absorption acoustique ne doit être mesurée que si le revêtement ne satisfait pas aux exigences en matière de vides. Ceci est dû au fait que ce dernier paramètre est relativement incertain tant à cause du mesurage que de sa pertinence, de sorte que certains revêtements peuvent être refusés par erreur, uniquement sur la base du mesurage des vides.

2.3 Profondeur de texture

La profondeur de texture (PT) mesurée conformément à la méthode volumétrique (voir par. 4.3 ci-après) s'établit comme suit :

$$PT \geq 0,4 \text{ mm.}$$

2.4 Homogénéité du revêtement

Tout doit être fait pour que le revêtement soit aussi homogène que possible sur la zone d'essai. Cela s'applique à la texture et à la teneur en vides, mais il convient également d'observer que si certains endroits sont plus roulants que

¹ Les caractéristiques du terrain d'essai reprises dans la présente annexe sont valables jusqu'au terme de la période indiquée au paragraphe 12.8 du présent Règlement.

² ISO 10844:2014.

d'autres, cela peut être dû à une différence de texture ou à des irrégularités du revêtement.

2.5 Période d'essai

Pour s'assurer que le revêtement reste conforme aux prescriptions en matière de texture et de teneur en vides ou d'absorption acoustique stipulées dans la norme susmentionnée, il doit être périodiquement contrôlé selon les intervalles suivants :

a) Pour la teneur en vides résiduels (VC) ou l'absorption (α) acoustique :

Lorsque le revêtement est neuf ;

Si le revêtement satisfait aux prescriptions lorsqu'il est neuf, aucun autre essai périodique n'est nécessaire. S'il n'y satisfait pas lorsqu'il est neuf, il peut le faire ultérieurement étant donné que les revêtements tendent à s'encrasser et à se compacter avec le temps ;

b) Pour la profondeur de texture (PT) :

Lorsque le revêtement est neuf ;

Lorsque l'essai de bruit débute (*Note* : quatre semaines au moins après la pose du revêtement) ;

Par la suite tous les douze mois.

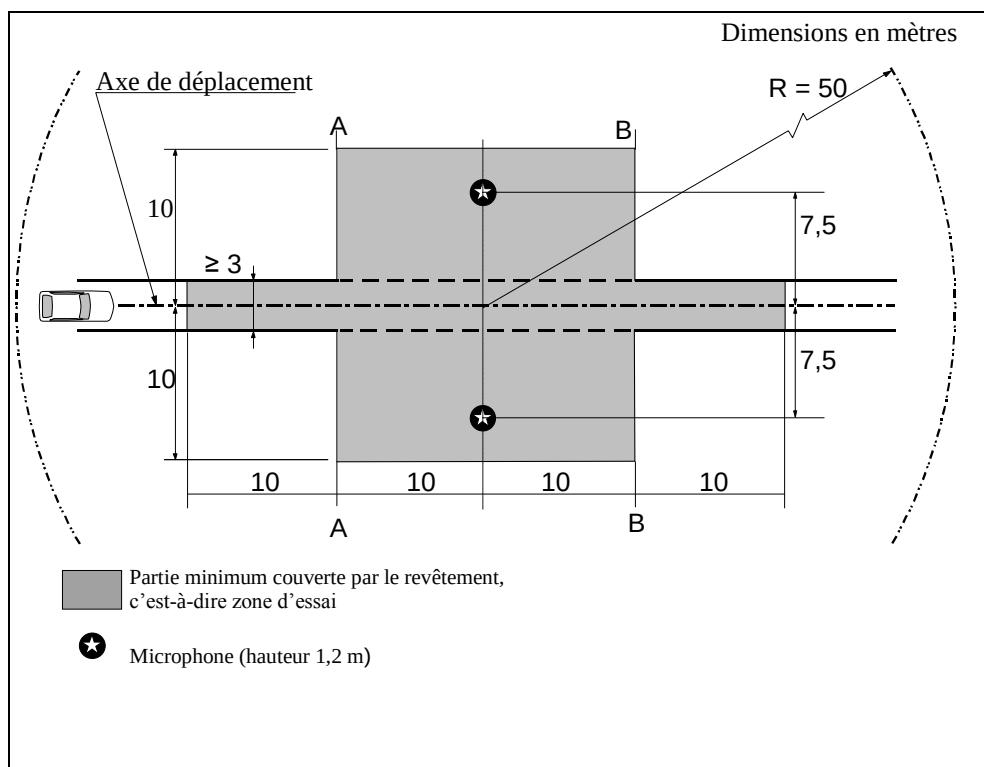
3. Tracé et dimensions du revêtement

3.1 Aire

Lors de la conception du terrain d'essai, il faut au minimum s'assurer que l'aire traversée par les véhicules qui se déplacent sur la piste d'essai soit recouverte du revêtement spécifié, avec des marges appropriées pour une conduite sûre et pratique. Cela exige que la largeur de la piste soit de 3 m au moins et que sa longueur s'étende au-delà des lignes AA et BB de 10 m au moins à chaque extrémité. La figure 1 représente le plan d'un terrain d'essai conforme et définit la partie minimum qui doit être préparée et compactée à la machine et recouverte du revêtement spécifié. Le paragraphe 3.2 de l'annexe 3 exige que le mesurage soit effectué de part et d'autre du véhicule. Ceci peut se faire soit en plaçant un microphone de chaque côté de la piste, avec déplacement du véhicule dans un seul sens, soit en plaçant le microphone uniquement d'un côté de la piste, mais avec déplacement du véhicule dans les deux sens. Si l'on utilise la deuxième méthode, il n'existe pas alors de prescriptions applicables au revêtement situé du côté de la piste non pourvu de microphone.

Figure 1

Dimensions minimales de la zone d'essai (représentée par la partie ombrée)



Note : Aucun objet acoustiquement réfléchissant de grande taille ne doit se situer dans la limite du rayon représenté à la figure 1.

3.2 Conception et préparation du revêtement

3.2.1 Prescriptions de base concernant le revêtement

Le revêtement doit satisfaire à quatre exigences :

3.2.1.1 Il doit être en béton bitumineux dense.

3.2.1.2 La dimension maximale du gravier concassé doit être de 8 mm (les tolérances permettent entre 6,3 et 10 mm).

3.2.1.3 L'épaisseur de la couche de roulement doit être au moins égale à 30 mm.

3.2.1.4 Le liant doit être un bitume à pénétration directe non modifié.

3.2.2 Caractéristiques du revêtement

Une courbe granulométrique des granulats donnant les caractéristiques souhaitées est illustrée sur la figure 2 à l'intention du constructeur du revêtement de la zone d'essai. En outre, le tableau 1 fournit certaines indications pour obtenir la texture et la durabilité souhaitées. La courbe granulométrique obéit à la formule suivante :

$$P (\% \text{ passant}) = 100 \cdot (d/d_{\max})^{1/2}$$

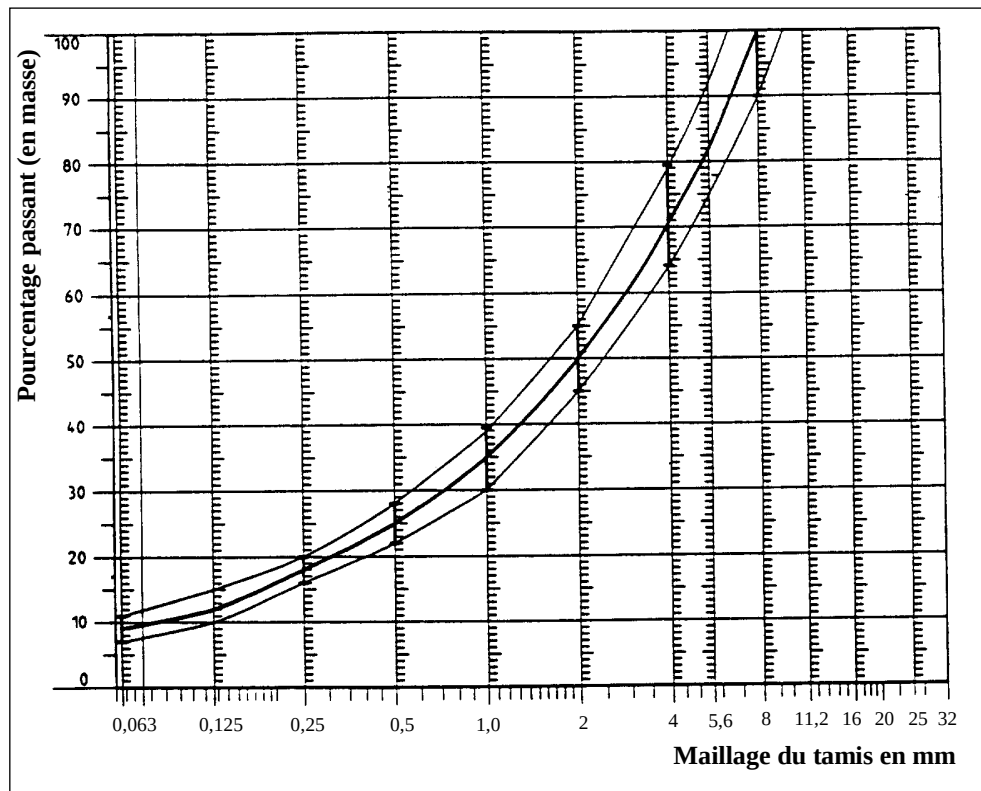
Où :

d = maillage (carré) du tamis en mm

$d_{\max}$ = 8 mm pour la courbe moyenne
 $d_{\max}$ = 10 mm pour la courbe de tolérance inférieure
 $d_{\max}$ = 6,3 mm pour la courbe de tolérance supérieure.

Figure 2

Courbe granulométrique de l'agrégat dans le mélange asphaltique, avec tolérances



Outre les dispositions qui précèdent, les recommandations suivantes sont à suivre :

- a) La fraction de sable ($0,063 \text{ mm} < \text{maillage du tamis} < 2 \text{ mm}$) ne peut comporter plus de 55 % de sable naturel et doit comporter au moins 45 % de sable fin ;
- b) Les soubassements doivent assurer une bonne stabilité et une bonne uniformité, conformément aux meilleures pratiques de construction routière ;
- c) Les graviers doivent être concassés (100 % de faces concassées) et être constitués d'un matériau offrant une résistance élevée au concassage ;
- d) Les graviers utilisés dans le mélange doivent être lavés ;
- e) Aucun gravier supplémentaire ne doit être ajouté au revêtement ;
- f) La dureté du liant exprimée en valeur PEN doit être comprise entre 40 et 60, 60 et 80, ou même 80 et 100, selon les conditions climatiques du pays considéré. La règle est que le liant utilisé doit être aussi dur

que possible, à condition que ceci soit en conformité avec la pratique courante ;

- g) La température du mélange avant roulage doit être choisie de manière à obtenir, après roulage, la teneur en vides prescrite. La conformité aux prescriptions des paragraphes 2.1 à 2.4 ci-dessus dépend non seulement de la température du mélange, mais aussi du nombre de passes et du choix du véhicule de compactage.

Tableau 1
Valeurs-guides

	Valeurs-guides		Tolérances
	En masse totale du mélange	En masse du granulat	
Masse des gravillons, maillage du tamis (SM) > 2 mm	47,6 %	50,5 %	±5 %
Masse du sable 0,063 < SM < 2 mm	38,0 %	40,2 %	±5 %
Masse des fines SM < 0,063 mm	8,8 %	9,3 %	±5 %
Masse du liant (bitume)	5,8 %	n.d.	±0,5 %
Dimension maximale des graviers concassés	8 mm		6,3-10 mm
Dureté du liant	(voir par. 3.2.2 f))		
Coefficient de polissage accéléré (CPA)	>50		
Compacité par rapport à la compacité Marshall	98 %		

4. Méthode d'essai

4.1 Mesure de la teneur en vides résiduels

Pour mesurer la teneur en vides résiduels, des carottages doivent être effectués sur la piste en au moins quatre endroits également répartis sur la zone d'essai entre les lignes AA et BB (voir fig. 1). Pour éviter le manque d'homogénéité et d'uniformité du revêtement sur le trajet des roues, les carottes ne devraient pas être prélevées à cet endroit-là, mais à proximité. Deux carottes (au minimum) à proximité du trajet des roues et une carotte (au minimum) devraient être prélevées à mi-chemin environ entre le trajet des roues et l'emplacement de chaque microphone.

Si l'on soupçonne que la condition d'homogénéité n'est pas satisfaite (voir par. 2.4 ci-dessus), d'autres carottages sont effectués à d'autres emplacements de la zone d'essai.

La teneur en vides résiduels est déterminée sur chaque carotte, après quoi on calcule la moyenne de toutes les carottes et on compare cette valeur aux prescriptions du paragraphe 2.1 de la présente annexe. En outre, aucune carotte ne peut avoir une teneur en vides supérieure à 10 %.

Il faut rappeler au constructeur du revêtement les précautions à prendre lors de l'installation de tuyaux ou de fils électriques de chauffage : il doit s'assurer qu'ils ne passent pas là où sont prévus les futurs carottages. Il est

recommandé de laisser quelques emplacements ayant des dimensions approximatives de 200 x 300 mm sans fils ni tuyaux ou de placer ces derniers à une profondeur suffisante de façon qu'ils ne soient pas endommagés par les carottages de la couche superficielle du revêtement.

4.2 Coefficient d'absorption acoustique

Le coefficient d'absorption acoustique (incidence normale) doit être mesuré selon la méthode du tube d'impédance, conformément à la procédure spécifiée dans la norme ISO 10534-1:1996 ou ISO 10534-2:1998.

En ce qui concerne les éprouvettes, les mêmes exigences doivent être respectées pour la teneur en vides résiduels (voir par. 4.1 ci-dessus). L'absorption acoustique doit être mesurée dans la fourchette comprise entre 400 Hz et 800 Hz et entre 800 Hz et 1 600-Hz (au moins aux fréquences centrales des bandes de tiers d'octave), les valeurs maximales devant être relevées dans ces deux gammes de fréquence. On fait ensuite la moyenne de ces valeurs, pour toutes les carottes d'essai, pour obtenir le résultat final.

4.3 Mesurage de la profondeur de texture

Aux fins de la norme susmentionnée, le mesurage de la profondeur de texture doit être réalisé en au moins 10 endroits uniformément répartis le long du trajet des roues sur la piste d'essai, la valeur moyenne étant prise pour être comparée à la profondeur de texture minimale prescrite. Voir la norme ISO 10844:2014 pour la description de la procédure.

5. Stabilité dans le temps et entretien

5.1 Influence du vieillissement

Comme pour tous les autres revêtements, on s'attend à ce que le bruit de roulement mesuré sur le revêtement de la zone d'essai puisse augmenter légèrement dans les six à douze mois suivant la construction.

Le revêtement doit atteindre les caractéristiques requises quatre semaines au moins après la construction. L'influence du vieillissement sur le bruit émis par les camions est généralement moindre que sur le bruit émis par les voitures.

La stabilité dans le temps est essentiellement déterminée par le polissage et le compactage dus au passage des véhicules sur le revêtement. Elle doit être vérifiée périodiquement comme énoncé au paragraphe 2.5 ci-dessus.

5.2 Entretien du revêtement

Les débris ou les poussières susceptibles de diminuer sensiblement la profondeur de texture effective doivent être enlevés du revêtement. Le sel, qui est quelquefois utilisé dans les pays froids pour le déneigement, n'est pas recommandé car il peut momentanément ou définitivement altérer le revêtement en le rendant plus bruyant.

5.3 Réfection du revêtement de la zone d'essai

La réfection du revêtement de la zone d'essai se limite généralement à la piste d'essai (d'une largeur de 3 m sur la figure 1) empruntée par les véhicules, à condition que les autres parties de la zone d'essai aient satisfait aux prescriptions en matière de teneur en vides résiduels ou d'absorption acoustique lors des mesures.

- 6. Documentation sur le revêtement et sur les essais dont il est l'objet
- 6.1 Documentation sur le revêtement de la zone d'essai
 - Les données suivantes doivent être communiquées dans un document décrivant le revêtement :
 - 6.1.1 Emplacement de la piste d'essai ;
 - 6.1.2 Type de liant, dureté du liant, type de granulats, densité théorique maximale du béton (DR), épaisseur du revêtement et courbe granulométrique définie à partir des carottes prélevées sur la piste d'essai ;
 - 6.1.3 Méthode de compactage (par exemple type de rouleau, masse du rouleau, nombre de passes) ;
 - 6.1.4 Température du mélange, température de l'air ambiant et vitesse du vent pendant la pose du revêtement ;
 - 6.1.5 Date à laquelle le revêtement a été posé et nom de l'entrepreneur ;
 - 6.1.6 Totalité des résultats des essais ou, au minimum, de l'essai le plus récent, à savoir :
 - 6.1.6.1 Teneur en vides résiduels de chaque carotte ;
 - 6.1.6.2 Emplacements de la zone d'essai où les carottes servant à mesurer les vides ont été prélevées ;
 - 6.1.6.3 Coefficient d'absorption acoustique de chaque carotte (s'il est mesuré). Préciser les résultats pour chaque carotte et chaque plage de fréquences, ainsi que la moyenne générale ;
 - 6.1.6.4 Emplacements de la zone d'essai où les carottes servant au mesurage de l'absorption ont été prélevées ;
 - 6.1.6.5 Profondeur de texture, y compris le nombre d'essais et l'écart type ;
 - 6.1.6.6 Institution responsable des essais effectués au titre des paragraphes 6.1.6.1 et 6.1.6.2 ci-dessus et type de matériel utilisé ;
 - 6.1.6.7 Date de l'essai (des essais) et date à laquelle les carottes ont été prélevées sur la piste d'essai.
- 6.2 Documentation sur les essais de bruit émis par les véhicules sur le revêtement
 - Dans le document qui décrit l'essai (les essais) de bruit émis par les véhicules, il convient d'indiquer si toutes les exigences de la norme susmentionnée ont été respectées ou non. On se reportera à un document conforme au paragraphe 6.1 ci-dessus, qui contient une description des résultats d'essai qui le prouvent.

Annexe 5

Procédures d'essai pour mesurer l'adhérence sur sol mouillé

A) – 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 E1136-93 (réapprouvée en 2003) – spécification normalisée concernant un pneumatique radial de référence pour les essais P195/75R14.
- 1.5 ASTM F2493-08 – 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 à contrôler, de référence ou témoin utilisé lors d'un essai ;
- 2.3 « *Pneumatique(s) à contrôler (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 F2493-08 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 à contrôler 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 E1136-93 (réapprouvée en 2003), concernant un pneumatique radial de référence pour les essais P195/75R14 ;
- 2.13 « *SRTT16* », la spécification normalisée ASTM F2493-08, 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 m, 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 E1136

Par dérogation aux dispositions du paragraphe 2.4 ci-dessus, cette méthode s'applique au pneumatique de référence dont les caractéristiques sont indiquées dans la norme ASTM E1136-93 (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 à contrôler, 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 ci-dessous 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.

Monter les pneumatiques soumis à l'essai sur des jantes spécifiées par une organisation de normalisation reconnue en matière de pneumatiques et de jantes selon la liste figurant dans l'appendice 4 de l'annexe 6 du présent Règlement.

- 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 à contrôler (T) conformément à la procédure suivante, selon laquelle chaque essai est effectué dans la même direction et trois jeux de pneumatiques à contrôler 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 ci-dessus, le jeu de pneumatiques de référence est remplacé par un jeu de pneumatiques à contrôler.
- 4.1.5.2.3 Après six mesures valables avec les pneumatiques à contrôler, deux autres jeux de pneumatiques à contrôler 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 à contrôler (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 à contrôler (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 ; $S_f = 20 \text{ km/h}$, soit $5,556 \text{ m/s}$

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

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 :

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

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 (à contrôler et de référence).

Pneumatiques à contrôler (T) : Le coefficient de variation de la décélération moyenne (AD) est calculé pour chaque jeu de pneumatiques à contrôler. 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 à contrôler.

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 à contrôler 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 à contrôler dans un même cycle d'essai	Jeu de pneumatiques à contrôler	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 T_a ($a = 1, 2$ ou 3) est la moyenne des valeurs d'AD pour chaque jeu de pneumatiques à contrôler (T) qui fait partie d'un cycle d'essai.

Tableau 2

Pneumatique d'essai	Coefficient de force de freinage
Pneumatique de référence	$BFC(R) = Ra/g $
Pneumatique à contrôler	$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 à contrôler

L'indice d'adhérence sur sol mouillé du pneumatique à contrôler ($G(T)$) 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 à contrôler (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 à contrôler et un pneumatique de référence à l'aide d'un pneumatique témoin

4.1.7.1 Généralités

Lorsqu'un pneumatique à contrôler 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 ci-dessus.

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 à contrôler.

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 à contrôler 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 à contrôler ($G(T)$) 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 à contrôler (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 E1136-93 (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 ci-dessous.

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 à contrôler.

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 ci-dessous.

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 m 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 ci-dessus.

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 à contrôler (T) selon la procédure suivante, dans laquelle chaque essai est effectué à partir du même endroit de la piste d'essai 4et dans la même direction. Jusqu'à trois pneumatiques à contrôler 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 à contrôler.

4.2.7.2.3 Après six mesures valables avec le pneumatique à contrôler, deux autres pneumatiques à contrôler 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 à contrôler (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 à contrôler (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.

$$\mu(t) = \frac{|f_h(t)|}{|f_v(t)|}$$

où :

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

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

$f_v(t)$ 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) $\times 100$

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) à contrôler et le pneumatique de référence).

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

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 à contrôler 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 à contrôler dans un même cycle d'essai	Pneumatique à contrôler	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 ($\mu_{\text{peak,ave}}$)

Le coefficient de force de freinage maximal moyen ($\mu_{\text{peak,ave}}$) 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 à contrôler au cours d'un même cycle d'essai.

Tableau 4

Pneumatique d'essai	$\mu_{peak,ave}$
Pneumatique de référence	$\mu_{peak,ave}(R) = R_a$ selon le tableau 3
Pneumatique à contrôler	$\mu_{peak,ave}(T) = T_a$

4.2.8.5

Calcul de l'indice d'adhérence sur sol mouillé du pneumatique à contrôler

L'indice d'adhérence sur sol mouillé du pneumatique à contrôler ($G(T)$) 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 à contrôler (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)].

B) – Pneumatiques des classes C2 et C3

1. Conditions générales d'essai

1.1 Caractéristiques de la piste

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.

La chaussée doit être d'âge, de composition et d'usure uniformes. Elle doit être exempte de corps ou de dépôts étrangers.

La dimension maximale des granulats concassés doit être située entre 8 et 13 mm.

La hauteur du sable, mesurée selon les spécifications des normes EN13036-1:2001 et ASTM E 965-96 (réapprouvée en 2006), doit être de $0,7 \pm 0,3$ mm.

Le coefficient de frottement du revêtement de la piste mouillée doit être déterminé au moyen de l'une ou l'autre des méthodes ci-après à la discrétion de la Partie contractante.

1.1.1 Méthode du pneumatique d'essai de référence normalisé (SRTT)

Le coefficient de force de freinage maximal moyen ($\mu_{peak,ave}$) du pneumatique de référence ASTM E1136-93 (réapprouvée en 2003) (méthode d'essai

faisant appel à une remorque ou à un véhicule d'essai de pneumatiques tel que spécifié dans la disposition 2.1) doit être de $0,7 \pm 0,1$ (à 65 km/h et 180 kPa). Les valeurs mesurées doivent être corrigées des effets de la température comme suit :

$$c_{\text{ffm}} = \text{valeur mesurée} + 0,0035 \cdot (t - 20)$$

où « t » est la température du revêtement de la piste mouillée en degrés Celsius.

L'essai doit être effectué sur les voies et sur la longueur de la piste prévues pour l'essai sur sol mouillé.

Pour la méthode faisant appel à une remorque, l'essai est effectué de telle manière que le freinage intervient dans les 10 m suivant l'emplacement où les caractéristiques de la chaussée ont été étudiées.

1.1.2 Méthode de la valeur BPN (British Pendulum Number)

La valeur moyenne BPN, mesurée conformément à la norme ASTM E 303-93 (réapprouvée en 2008) à l'aide du patin défini dans la norme ASTM E 501-08, doit être de (50 ± 10) après correction des effets de la température.

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 peut être effectuée au moyen de la formule suivante :

$$\text{BPN} = \text{BPN (valeur mesurée)} - (0,0018 \cdot t^2) + 0,34 \cdot t - 6,1$$

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

Effets de l'usure du patin : le patin devrait 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.

Il convient de contrôler la cohérence de la valeur BPN sur le revêtement de la piste, en vue de la mesure de l'adhérence sur sol mouillé d'un véhicule de série.

Sur les voies affectées aux essais sur sol mouillé, la valeur BPN doit être mesurée tous les 10 m, cinq fois par point ; les moyennes des valeurs BPN ne doivent pas varier de plus de 10 %.

1.1.3 En ce qui concerne les caractéristiques de la piste d'essai, l'autorité d'homologation de type doit les juger satisfaisantes sur la base des rapports d'essai.

1.2 La piste peut être arrosée soit depuis le bord de la piste soit par un système d'arrosage placé sur le véhicule ou la remorque d'essai.

Dans le premier cas, 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 est recommandé de continuer à arroser la piste tout au long de l'essai.

La hauteur d'eau doit être comprise entre 0,5 et 2,0 mm.

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

La température ambiante et la température du revêtement mouillé doivent être comprises entre 5 et 35 °C et ne doivent pas varier de plus de 10 °C pendant l'essai.

- 1.4 Pour tenir compte de la variété des dimensions des pneumatiques équipant les véhicules utilitaires, trois dimensions de pneumatiques d'essai de référence normalisés (SRTT) sont utilisées pour mesurer l'indice d'humidité relative :

- a) SRTT 315/70R22.5 LI=154/150, ASTM F2870 ;
- b) SRTT 245/70R19.5 LI=136/134, ASTM F2871 ;
- c) SRTT 225/75R16C LI=116/114, ASTM F2872.

Les trois dimensions de pneumatiques d'essai de référence normalisés (SRTT) sont utilisées pour mesurer l'indice d'humidité relative conformément au tableau ci-après :

<i>Pour les pneumatiques de la classe C3</i>	
Famille étroite $S_{\text{Nominal}} < 285 \text{ mm}$	Famille large $S_{\text{Nominal}} \geq 285 \text{ mm}$
SRTT 245/70R19.5 LI = 136/134	SRTT 315/70R22.5 LI = 154/150
<i>Pour les pneumatiques de la classe C2</i> SRTT 225/75R16C LI = 116/114	
S_{Nominal} = grosseur de boudin nominale du pneumatique	

2. Procédure d'essai

Le coefficient comparatif d'adhérence sur sol mouillé doit être déterminé :

- a) Soit à l'aide d'une remorque ou d'un véhicule spécialement conçu pour l'évaluation des pneumatiques ;
- b) Soit à l'aide d'un véhicule de série (des catégories M₂, M₃, N₁, N₂ ou N₃) selon les définitions figurant dans la Résolution d'ensemble sur la construction des véhicules (R.E.3) (document ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.4, par. 2).

- 2.1 Essai à l'aide d'une remorque ou d'un véhicule spécialement conçu pour l'évaluation des pneumatiques

- 2.1.1 Les mesures sont effectuées sur un ou plusieurs pneumatiques d'essai montés sur une remorque tractée par un véhicule 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 50 km/h. La remorque attelée à un véhicule tracteur ou le véhicule d'essai de pneumatiques doivent satisfaire aux prescriptions suivantes :

- 2.1.1.1 Être capable de dépasser la limite supérieure de la vitesse d'essai, fixée à 50 km/h, et de maintenir la vitesse requise de (50 ± 2) km/h même au moment de l'application de la force maximale de freinage ;

2.1.1.2 Être équipé d'un essieu comportant une position « essai », muni d'un frein hydraulique et d'un système d'actionnement pouvant être commandé à l'emplacement d'essai à partir du véhicule tracteur, le cas échéant. Le système de freinage doit être capable de produire un couple de freinage suffisant pour pouvoir atteindre le coefficient de force de freinage maximal pour toutes les dimensions et les charges de pneumatique prévues dans les essais ;

2.1.1.3 Être capable de maintenir, pendant toute la durée de l'essai, le pincement et le carrossage de la roue soumise à l'essai à des valeurs ne s'éloignant pas de plus de $\pm 0,5^\circ$ des chiffres obtenus en charge en condition statique ;

2.1.1.4 Dans le cas où un système d'arrosage de la piste est intégré :

Le système d'arrosage doit être conçu de telle sorte que les pneumatiques, de même que la piste en avant des pneumatiques, soient mouillés avant le début du freinage et pendant toute la durée de l'essai. Le dispositif peut être muni d'un système 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 telle 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 15 à 30°. L'eau doit atteindre la chaussée à une distance comprise entre 0,25 et 0,5 m en avant de la partie centrale de la surface de contact du pneumatique. La buse doit être située à 100 mm au-dessus de la chaussée, ou à la hauteur minimale requise pour éviter les obstacles prévisibles, mais en aucun cas à plus de 200 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 volume d'eau par unité de largeur mouillée doit être directement proportionnel à la vitesse d'essai. La quantité d'eau projetée à 50 km/h doit être de 14 l/s par mètre de largeur de la piste mouillée. Les valeurs nominales du débit d'arrosage doivent être maintenues à ± 10 % près.

2.1.2 Procédure d'essai

2.1.2.1 Monter les pneumatiques soumis à l'essai sur des jantes spécifiées par une organisation de normalisation reconnue en matière de pneumatiques et de jantes selon la liste figurant dans l'appendice 4 de l'annexe 6 du présent Règlement. L'utilisation d'un lubrifiant adéquat permet de faire en sorte que la portée du talon est correcte. On évite un apport excessif de lubrifiant pour que le pneumatique ne glisse pas sur la jante.

Vérifier que les pneumatiques d'essai sont à la pression de gonflage spécifiée à température ambiante (à froid), juste avant l'essai. Aux fins de la présente norme, la pression de gonflage à froid des pneumatiques d'essai P_t est calculée comme suit :

$$P_t = P_r \times \left(\frac{Q_t}{Q_r} \right)^{1,25}$$

où :

P_r = pression de gonflage marquée sur le flanc du pneumatique. Si la pression P_r n'est pas indiquée sur le flanc, il convient de se reporter à la pression spécifiée pour la capacité de charge maximale dans les manuels des normes de pneumatiques applicables pour les montes en simple ;

Q_t = charge statique sur le pneumatique aux fins de l'essai ;

Q_r = masse maximale correspondant à l'indice de capacité de charge marqué sur le pneumatique.

2.1.2.2 Deux essais de freinage doivent être effectués pour conditionner les pneumatiques. Le pneumatique doit être conditionné pendant au moins deux heures à proximité de la piste d'essai, afin d'atteindre une température stabilisée égale à la température ambiante de la zone d'essai. Il ne doit pas être exposé au rayonnement solaire direct pendant le conditionnement.

2.1.2.3 La charge pour l'essai doit être de 75 ± 5 % de la valeur correspondant à l'indice de charge.

2.1.2.4 Peu de temps avant l'essai, on conditionne le revêtement en effectuant au moins 10 essais de freinage à 50 km/h sur la partie de la piste servant aux essais d'efficacité, avec des pneumatiques qui ne seront pas réutilisés pendant les essais.

2.1.2.5 Juste avant l'essai, la pression de gonflage des pneumatiques doit être vérifiée et, le cas échéant, rétablie pour être égale aux valeurs fixées au paragraphe 2.1.2.1.

2.1.2.6 La vitesse d'essai doit être de 50 ± 2 km/h et doit être maintenue entre ces limites pendant toute la série d'essais.

2.1.2.7 Chaque série d'essais doit être effectuée dans le même sens, aussi bien pour le pneumatique soumis à l'essai que pour le SRTT servant de référence.

2.1.2.8 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). Le freinage de la roue d'essai doit être actionné de telle manière que la force de freinage maximale soit atteinte dans un laps de temps compris entre 0,2 et 1,0 s à partir de l'application.

2.1.2.9 Dans le cas de pneumatiques neufs, les deux premiers essais servent à roder ceux-ci et ne sont pas pris en considération.

2.1.2.10 Afin d'obtenir des données comparables entre tout pneumatique essayé et le SRTT, les essais de freinage devraient tous être effectués au même endroit sur la piste d'essai.

2.1.2.11 Les essais doivent être effectués dans l'ordre suivant :

R_1 - T - R_2

où :

R_1 représente l'essai initial du SRTT,

R_2 représente le second essai du SRTT et

T représente l'essai du pneumatique à évaluer.

Trois pneumatiques à contrôler au maximum peuvent être soumis aux essais avant un nouvel essai du SRTT, selon l'ordre suivant par exemple :

R₁ - T1 - T2 - T3 - R₂

- 2.1.2.12 Le coefficient de force de freinage maximal, μ_{peak} , est calculé pour chaque essai par application de la formule ci-dessous :

$$\mu(t) = \frac{|f_h(t)|}{|f_v(t)|} \quad (1)$$

où :

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

$f_h(t)$ = force de freinage dynamique en temps réel, exprimée en newtons (N) ;

$f_v(t)$ = charge verticale dynamique en temps réel, exprimée en newtons (N).

En appliquant l'équation (1) relative au coefficient de force de freinage dynamique, on calcule le coefficient de force de freinage maximal, μ_{peak} , du pneumatique en déterminant la valeur la plus élevée atteinte par $\mu(t)$ avant le blocage des roues. Les signaux analogiques doivent être filtrés afin d'éliminer le bruit. Les signaux numériques peuvent être filtrés selon la méthode de la moyenne mobile.

On calcule les valeurs moyennes du coefficient de force de freinage maximal ($\mu_{peak, ave}$) sur au moins quatre essais répétés valables effectués pour chaque série d'essais et pneumatique de référence pour chaque condition d'essai pour autant que les essais soient achevés le même jour.

- 2.1.2.13 Validation des résultats :

Pour le pneumatique de référence :

Si le coefficient de variation du coefficient de force de freinage maximal pour le pneumatique de référence, qui est calculé selon la formule « (écart type/moyenne) × 100 », est supérieur à 5 %, il convient de ne tenir compte d'aucune des données et de procéder à un nouvel essai pour ce pneumatique de référence.

Pour les pneumatiques à contrôler :

Les coefficients de variation (écart type/moyenne × 100) sont calculés pour tous les pneumatiques à contrôler. Si l'un des coefficients est supérieur à 5 %, il convient de ne pas tenir compte des données pour le pneumatique considéré et de répéter l'essai.

R₁ étant la valeur moyenne du coefficient de force de freinage maximal lors du premier essai du pneumatique de référence, R₂ étant la valeur moyenne du coefficient de force de freinage maximal lors du second essai de ce pneumatique, le calcul s'effectue comme il est indiqué dans le tableau ci-après :

<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 R_a est calculée comme suit :</i>
1 $R_1 - T_1 - R_2$	T1	$R_a = 1/2 (R_1 + R_2)$
2 $R_1 - T_1 - T_2 - R_2$	T1 T2	$R_a = 2/3 R_1 + 1/3 R_2$ $R_a = 1/3 R_1 + 2/3 R_2$
3 $R_1 - T_1 - T_2 - T_3 - R_2$	T1 T2 T3	$R_a = 3/4 R_1 + 1/4 R_2$ $R_a = 1/2 (R_1 + R_2)$ $R_a = 1/4 R_1 + 3/4 R_2$

2.1.2.14 L'indice d'adhérence sur sol mouillé (G) se calcule comme suit :

$$\text{Indice d'adhérence sur sol mouillé (G)} = \mu_{\text{peak, ave}}(T) / \mu_{\text{peak, ave}}(R)$$

Il représente l'indice relatif d'adhérence sur sol mouillé pour l'efficacité du freinage du pneumatique à contrôler (T) comparé au pneumatique de référence (R).

2.2 Essai avec un véhicule de série

2.2.1 Le véhicule utilisé doit avoir deux essieux et être équipé d'un système de freinage antiblocage (par exemple un véhicule de série des catégories M₂, M₃, N₁, N₂ ou N₃). L'ABS doit continuer de satisfaire aux prescriptions concernant l'adhérence définies dans le Règlement selon qu'il convient et doit être comparable et constant pendant la durée de l'essai avec les différents pneumatiques montés.

2.2.1.1 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.

Les tolérances suivantes doivent être respectées :

- a) Pour la mesure de la vitesse : ± 1 % ou 0,5 km/h, selon la valeur qui est la plus grande ;
- b) Pour la mesure de la distance : $\pm 1 \times 10^{-1}$ m.

Un dispositif affichant la vitesse mesurée ou la différence entre celle-ci et la vitesse de référence pour l'essai peut être utilisé à l'intérieur du véhicule de sorte que le conducteur puisse ajuster la vitesse du véhicule.

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

2.2.2 Procédure d'essai

À partir d'une vitesse initiale prédéfinie, les freins sont actionnés suffisamment fort sur les deux essieux en même temps pour activer l'ABS.

- 2.2.2.1 La décélération moyenne (AD) est calculée entre deux vitesses déterminées, avec une vitesse initiale de 60 km/h et une vitesse finale de 20 km/h.
- 2.2.2.2 Équipements du véhicule
- L'essieu arrière peut être indifféremment équipé de 2 ou 4 pneumatiques.
- Pour l'essai du pneumatique de référence, les deux essieux sont équipés de pneumatiques de référence (un total de 4 ou 6 pneumatiques de référence en fonction du choix susmentionné).
- Pour l'essai du pneumatique à contrôler, 3 configurations de montage sont possibles :
- Configuration « Configuration 1 » : Pneumatiques à contrôler sur les essieux avant et arrière : c'est la configuration standard à utiliser chaque fois que possible ;
 - Configuration « Configuration 2 » : Pneumatiques à contrôler sur l'essieu avant et pneumatique de référence ou pneumatique témoin sur l'essieu arrière : configuration autorisée dans les cas où le montage du pneumatique à contrôler à l'arrière n'est pas possible ;
 - Configuration « Configuration 3 » : Pneumatiques à contrôler sur l'essieu arrière et pneumatique de référence ou pneumatique témoin sur l'essieu avant : configuration autorisée dans les cas où le montage du pneumatique à contrôler à l'avant n'est pas possible.
- 2.2.2.3 Pression de gonflage des pneumatiques
- Dans le cas d'une charge verticale supérieure ou égale à 75 % de la capacité de charge du pneumatique, la pression de gonflage pour l'essai, « P_t », doit être calculée comme suit :
$$P_t = P_r \cdot (Q_t/Q_r)^{1,25}$$

P_r = pression de gonflage marquée sur le flanc du pneumatique. Si la pression P_r n'est pas indiquée sur le flanc, il convient de se reporter à la pression spécifiée pour la capacité de charge maximale dans les manuels des normes de pneumatiques applicables pour les montes en simple.

Q_t = charge statique sur le pneumatique aux fins de l'essai.

Q_r = masse maximale correspondant à l'indice de capacité de charge marqué sur le pneumatique.
 - Dans le cas d'une charge verticale inférieure à 75 % de la capacité de charge du pneumatique, la pression de gonflage pour l'essai, P_t , doit être calculée comme suit :
$$P_t = P_r \cdot (0,75)^{1,25} = (0,7) \cdot P_r$$

P_r = pression de gonflage marquée sur le flanc du pneumatique.

Si la pression P_r n'est pas indiquée sur le flanc, il convient de se reporter à la pression spécifiée pour la capacité de charge maximale dans les manuels pertinents relatifs aux pneumatiques pour les montes en simple.

Il convient de contrôler la pression des pneumatiques à la température ambiante juste avant l'essai.

2.2.2.4 Charge sur les pneumatiques

La charge statique sur chaque essieu doit rester la même pendant toute la durée de l'essai. La charge statique sur chaque pneumatique doit être comprise entre 60 et 100 % de la capacité de charge du pneumatique à contrôler. Elle ne doit pas dépasser 100 % de la capacité de charge du pneumatique de référence.

La charge statique sur les pneumatiques d'un même essieu ne doit pas varier de plus de 10 %.

Le montage de pneumatiques selon les configurations 2 et 3 doit satisfaire aux prescriptions supplémentaires suivantes :

Configuration 2 : charge sur l'essieu avant > charge sur l'essieu arrière

L'essieu arrière peut être indifféremment équipé de 2 ou 4 pneumatiques.

Configuration 3 : charge sur l'essieu arrière > charge sur l'essieu avant $\times 1,8$

2.2.2.5 Préparation et conditionnement des pneumatiques

2.2.2.5.1 Le pneumatique soumis à l'essai doit être monté sur la jante d'essai prescrite par le fabricant du pneumatique.

L'utilisation d'un lubrifiant adéquat permet de faire en sorte que la portée du talon est correcte. On évite un apport excessif de lubrifiant pour que le pneumatique ne glisse pas sur la jante.

2.2.2.5.2 Les pneumatiques montés 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 et 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.

2.2.2.5.3 Il convient de conditionner la chaussée en effectuant au moins 10 essais à une vitesse initiale supérieure ou égale à 65 km/h (soit plus que la vitesse initiale d'essai requise pour qu'une longueur suffisante de piste soit conditionnée) avec des pneumatiques ne faisant pas partie du programme d'essai.

2.2.2.6 Procédure

2.2.2.6.1 Monter en premier sur le véhicule le jeu de pneumatiques de référence.

Le véhicule accélère dans la zone de départ jusqu'à 65 ± 2 km/h.

Dans le sens longitudinal et de 0,5 m dans le sens transversal.

2.2.2.6.2 Selon le type de transmission, deux cas sont possibles :

a) Transmission manuelle

Dès que le conducteur est dans la zone de mesure et a atteint 65 ± 2 km/h, il doit débrayer et appuyer fortement sur la pédale de frein, qu'il doit garder enfoncée aussi longtemps que nécessaire pour permettre la mesure.

b) Transmission automatique

Dès que le conducteur est dans la zone de mesure et a atteint 65 ± 2 km/h, il 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.

L'actionnement automatique des freins peut être 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 du véhicule. Dans ce cas, le freinage est effectué plus rigoureusement dans la même portion de la piste.

Si l'une quelconque des conditions susmentionnées n'est pas satisfaite au moment où le mesurage est effectué (tolérance de vitesse, temps de freinage, etc.), le résultat n'est pas pris en considération et un nouveau mesurage est effectué.

2.2.2.6.3 Ordre de passage pour les essais

Exemples :

L'ordre de passage pour un essai de 3 jeux de pneumatiques à contrôler (T1 à T3) plus un pneumatique de référence R serait le suivant :

R - T1 - T2 - T3 - R

L'ordre de passage pour un essai de 5 jeux de pneumatiques à contrôler (T1 à T5) plus un pneumatique de référence R serait le suivant :

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

2.2.2.6.4 Chaque série d'essais doit être effectuée dans le même sens, aussi bien pour le pneumatique à contrôler que pour le SRTT servant de référence.

2.2.2.6.5 Pour chaque essai et pour les nouveaux pneumatiques, les deux premières mesures de freinage ne sont pas prises en considération.

2.2.2.6.6 Après au moins 3 mesures valables effectuées dans la même direction, les pneumatiques de référence sont remplacés par un jeu de pneumatiques à contrôler (une des 3 configurations présentées au paragraphe 2.2.2.2) et au moins 6 mesures valables sont effectuées.

2.2.2.6.7 Trois jeux de pneumatiques à contrôler au maximum peuvent être soumis aux essais avant un nouvel essai du SRTT.

2.2.2.7 Traitement des résultats des mesures

2.2.2.7.1 Calcul de la décélération moyenne (AD)

À chaque mesure, la décélération moyenne AD (m·s⁻²) est calculée comme suit :

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

où d (m) est la distance couverte entre la vitesse initiale S_i (m·s⁻¹) et la vitesse finale S_f (m·s⁻¹).

2.2.2.7.2 Validation des résultats

Pour le pneumatique de référence :

Si le coefficient de variation de la décélération moyenne « AD » pour deux groupes consécutifs de 3 essais du pneumatique de référence est supérieur à 3 %, il convient de ne pas tenir compte des données et de répéter l'essai pour

l'ensemble des pneumatiques (pneumatiques à contrôler et pneumatique de référence). Le coefficient de variation est calculé comme suit :

$$\frac{\text{écart type}}{\text{moyenne}} \times 100$$

Pour les pneumatiques à contrôler :

Les coefficients de variation sont calculés comme suit pour tous les pneumatiques à contrôler.

$$\frac{\text{écart type}}{\text{moyenne}} \times 100$$

Si l'un des coefficients est supérieur à 3 %, il convient de ne pas tenir compte des données pour le pneumatique considéré et de répéter l'essai.

2.2.2.7.3 Calcul de la « décélération moyenne AD »

R_1 étant la moyenne des valeurs AD obtenues à l'issue du premier essai du pneumatique de référence et R_2 la moyenne des valeurs AD obtenues à l'issue du second essai de ce pneumatique, le calcul s'effectue comme indiqué dans le tableau 5.

R_a est la décélération moyenne (AD) corrigée du pneumatique de référence.

Tableau 5

<i>Nombre de jeux de pneumatiques à contrôler entre deux essais successifs du pneumatique de référence</i>	<i>Jeu de pneumatiques à contrôler</i>	<i>R_a</i>
1 R_1-T1-R_2	T1	$R_a = 1/2 (R_1 + R_2)$
2 $R_1-T1-T2-R_2$	T1 T2	$R_a = 2/3 R_1 + 1/3 R_2$ $R_a = 1/3 R_1 + 2/3 R_2$
3 $R_1-T1-T2-T3-R_2$	T1 T2 T3	$R_a = 3/4 R_1 + 1/4 R_2$ $R_a = 1/2 (R_1 + R_2)$ $R_a = 1/4 R_1 + 3/4 R_2$

2.2.2.7.4 Calcul du coefficient de force de freinage, BFC

BFC(R) et BFC(T) sont calculés selon le tableau 6 :

Tableau 6

<i>Type de pneumatique</i>	<i>Coefficient de force de freinage</i>
Pneumatique de référence	$BFC(R) = R_a/g$
Pneumatique à contrôler	$BFC(T) = T_a/g$
g est l'accélération due à la gravité (arrondie à $9,81 \text{ m}\cdot\text{s}^{-2}$)	

T_a ($a = 1, 2, \text{ etc.}$) est la moyenne des valeurs AD pour l'essai d'un pneumatique à contrôler.

2.2.2.7.5 Calcul de l'indice relatif d'adhérence sur sol mouillé du pneumatique

L'indice relatif d'adhérence sur sol mouillé correspond au rapport entre le résultat du pneumatique à contrôler et celui du pneumatique de référence. Le moyen de l'obtenir dépend de la configuration d'essai telle qu'elle est définie au paragraphe 2.2.2.2 de la présente annexe. Il est calculé selon le tableau 7 :

Tableau 7

Configuration Conf.1 : pneumatiques à contrôler sur les deux essieux	<i>Indice relatif d'adhérence sur sol mouillé</i> = $\frac{BFC(T)}{BFC(R)}$
Configuration Conf.2 : pneumatiques à contrôler sur l'essieu avant et pneumatiques de référence sur l'essieu arrière	<i>Indice relatif d'adhérence sur sol mouillé</i> = $\frac{BFC(T) \times [a + b + h \times BFC(R)] - a \times BFC(R)}{BFC(R) \times [b + h \cdot BFC(T)]}$
Configuration Conf.3 : pneumatiques de référence sur l'essieu avant et pneumatiques à contrôler sur l'essieu arrière	<i>Indice relatif d'adhérence sur sol mouillé</i> = $\frac{BFC(T) \times [-a - b + h \times BFC(R)] + B \times BFC(R)}{BFC(R) \times [-a + h \times BFC(T)]}$

où :

- « G » : centre de gravité du véhicule chargé
- « m » : masse (en kg) du véhicule chargé
- « a » : distance horizontale entre l'essieu avant et le centre de gravité du véhicule chargé (m)
- « b » : distance horizontale entre l'essieu arrière et le centre de gravité du véhicule chargé (m)
- « h » : distance verticale entre le niveau du sol et le centre de gravité du véhicule chargé (m).

N. B. Lorsque « h » n'est pas connu avec précision, les valeurs les plus défavorables suivantes s'appliquent : 1,2 pour la configuration Conf.1, et 1,5 pour la configuration Conf.3.

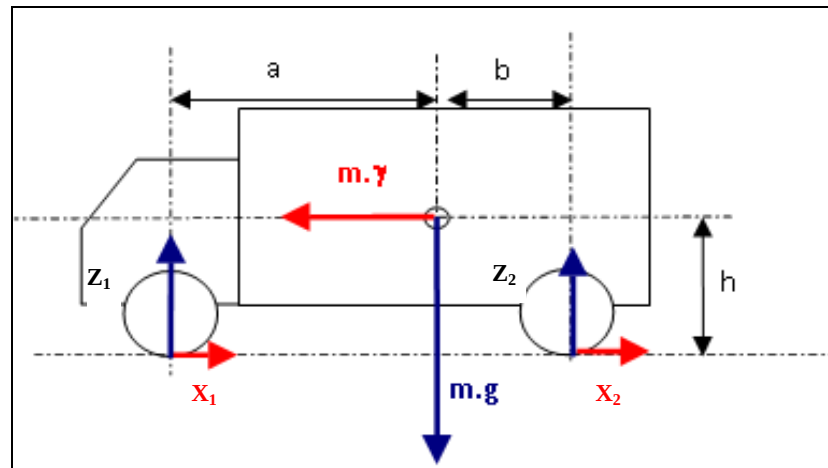
Accélération « γ » du véhicule chargé ($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$)

- « g » est l'accélération due à la gravité ($\text{m} \cdot \text{s}^{-2}$)
- « X_1 » est la réaction longitudinale (direction X) du pneumatique avant sur la chaussée
- « X_2 » est la réaction longitudinale (direction X) du pneumatique arrière sur la chaussée
- « Z_1 » est la réaction normale (direction Z) du pneumatique avant sur la chaussée

« Z_2 » est la réaction normale (direction Z) du pneumatique arrière sur la chaussée

Figure 1

Explication de la nomenclature relative à l'indice d'adhérence du pneumatique



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

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.

2.2.2.8.1 Le principe consiste à utiliser un pneumatique témoin et deux véhicules distincts pour évaluer un pneumatique à contrôler par comparaison avec un pneumatique de référence.

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 dans les paragraphes 2.2.1.2 à 2.2.2.5 ci-dessus.

2.2.2.8.2 La première évaluation est une comparaison entre le pneumatique témoin et le pneumatique de référence. Le résultat (indice 1 d'adhérence sur sol mouillé) indique l'efficacité relative du pneumatique témoin par rapport au pneumatique de référence.

2.2.2.8.3 La seconde évaluation est une comparaison entre le pneumatique à contrôler et le pneumatique témoin. Le résultat (indice 2 d'adhérence sur sol mouillé) 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, une semaine au plus après la première. La température du revêtement une fois mouillé devra se situer à $\pm 5^\circ\text{C}$ de la température relevée lors de la première évaluation. Le jeu de pneumatiques témoins (4 ou 6 pneumatiques) est physiquement le même que celui employé pour la première évaluation.

- 2.2.2.8.4 Le coefficient d'adhérence sur sol mouillé du pneumatique à contrôler par rapport au pneumatique de référence s'obtient en multipliant les efficacités relatives calculées précédemment :
- (indice 1 d'adhérence sur sol mouillé × indice 2 d'adhérence sur sol mouillé)
- Note* : Lorsque l'expert chargé des essais décide d'utiliser un SRTT comme pneumatique témoin (cas où, dans la procédure d'essai, on compare directement deux SRTT au lieu de comparer un SRTT avec un pneumatique témoin) le résultat de la comparaison entre les SRTT est appelé « facteur de recalage local ».
- Il est admis d'utiliser une comparaison antérieure entre SRTT.
- Les résultats des comparaisons devront être vérifiés périodiquement.
- 2.2.2.8.5 Sélection 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.
- 2.2.2.8.6 Pneumatiques de référence et pneumatiques témoins
- 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.
- 2.2.2.8.7 Stockage des pneumatiques témoins
- 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.
- 2.2.2.8.8 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.

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} (SRTT14 E1136) :

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 :	Voiture particulière :	Vitesse initiale (en km/h) :
Profondeur de la texture (en mm) :	Marque :	Vitesse finale (en km/h) :
BPN :	Modèle :	
Hauteur d'eau (en mm) :	Type :	

N°		1		2		3		4		5	
Marque		Uniroyal		PNEUMATIQUE B		PNEUMATIQUE C		PNEUMATIQUE D		Uniroyal	
Sculptures		ASTM F2493 SRTT16		SCULPTURES B		SCULPTURES C		SCULPTURES D		ASTM F2493 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		NNNNNNNNNN		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/s²)	Distance de freinage (m)	Décélération moyenne (m/s²)	Distance de freinage (m)	Décélération moyenne (m/s²)	Distance de freinage (m)	Décélération moyenne (m/s²)	Distance de freinage (m)	Décélération moyenne (m/s²)
Mesure	1										
	2										
	3										
	4										
	5										
	6										
	7										
	8										
	9										
	10										

N°	1	2	3	4	5
Décélération moyenne (AD) (m/s ²)					
Écart type (m/s ²)					
Validation des résultats Coefficient de variation (en %) <3 %					
Décélération moyenne (AD) corrigée du pneumatique de référence : Ra (m/s ²)					
Coefficient de force de freinage du pneumatique de référence (BFC(R)) (SRTT16)					
Coefficient de force de freinage du pneumatique à contrôler (BFC(T))					
Indice d'adhérence sur sol mouillé (en pourcentage)					

Annexe 6

Méthodes de mesure de la résistance au roulement

1. Méthodes d'essai

Les méthodes d'essai suivantes sont données en variante dans le présent Règlement. Le choix de la méthode à employer est laissé à l'opérateur. Pour chaque méthode, les mesurages d'essai doivent être convertis en une force agissant à l'interface pneumatique-tambour. Les paramètres mesurés sont les suivants :

- a) Dans la méthode de la force : la force de réaction mesurée ou convertie au niveau de l'axe de la roue¹ ;
- b) Dans la méthode du couple : le couple appliqué mesuré au niveau du tambour d'essai² ;
- c) Dans la méthode de la décélération : le mesurage de la décélération de l'ensemble tambour d'essai et pneumatique-roue² ;
- d) Dans la méthode de la puissance : le mesurage de la puissance absorbée au niveau du tambour d'essai².

2. Équipement d'essai

2.1 Spécifications relatives au tambour

2.1.1 Diamètre

Le dynamomètre d'essai doit comporter un volant cylindrique (tambour) d'un diamètre d'au moins 1,7 m.

Les valeurs de F_r et de C_r doivent être exprimées par rapport à un diamètre de tambour de 2,0 m. En cas d'utilisation d'un tambour d'un diamètre différent de 2,0 m, un ajustement de corrélation doit être opéré conformément au paragraphe 6.3 de la présente annexe.

2.1.2 Surface

La surface du tambour doit être en acier lisse. De manière optionnelle, afin d'améliorer l'exactitude du mesurage sous charge minimale, il peut également être utilisé une surface texturée qui doit être maintenue propre.

Les valeurs de F_r et de C_r doivent être exprimées par rapport à une surface de tambour « lisse ». En cas d'utilisation d'une surface de tambour texturée, voir paragraphe 7 de l'appendice 1.

¹ La valeur mesurée dans la méthode de la force comprend également les pertes dans les paliers et les pertes aérodynamiques de la roue et du pneumatique, qui sont également à prendre en compte dans le traitement ultérieur des données.

² La valeur mesurée dans la méthode du couple, dans la méthode de la décélération et dans la méthode de la puissance comprend également les pertes dans les paliers et les pertes aérodynamiques de la roue, du pneumatique et du tambour, qui sont aussi à prendre en compte pour l'interprétation des données ultérieures.

- 2.1.3 Largeur
- La largeur de la surface d'essai du tambour doit être supérieure à la largeur de l'aire de contact du pneumatique d'essai.
- 2.2 Jante de mesure
- Le pneumatique doit être monté sur une jante de mesure en acier ou en alliage léger, comme suit : [voir Rev.2/amend.2]
- a) Pour les pneumatiques de la classe C1, la largeur de jante doit être celle définie dans la norme ISO 4000-1:2010 ;
- b) Pour les pneumatiques des classes C2 et C3, la largeur de jante doit être celle définie dans la norme ISO 4209-1:2001.
- Lorsque la largeur n'est pas définie dans les normes ISO susmentionnées, on peut utiliser la largeur de jante définie par l'une des organisations de normalisation, comme il est spécifié à l'appendice 4.
- 2.3 Exactitude sur la charge, le positionnement angulaire, le réglage et l'appareillage
- Le mesurage de ces paramètres doit être d'une exactitude et d'une fidélité suffisantes pour fournir les résultats d'essai requis. Les valeurs spécifiques respectives sont données dans l'appendice 1.
- 2.4 Environnement thermique
- 2.4.1 Conditions de référence
- La température ambiante de référence, mesurée à une distance d'au moins 0,15 m et d'au plus 1 m du flanc du pneumatique, doit être de 25 °C.
- 2.4.2 Autres conditions
- Si la température ambiante d'essai est différente de la température ambiante de référence, la mesure de la résistance au roulement doit être corrigée au niveau de la température ambiante de référence conformément au paragraphe 6.2 de la présente annexe.
- 2.4.3 Température de la surface du tambour
- Il convient de prendre des précautions pour que la température de la surface du tambour d'essai soit la même que la température ambiante au début de l'essai.
3. Conditions d'essai
- 3.1 Généralités
- L'essai consiste à mesurer la résistance au roulement d'un pneumatique gonflé, dont la pression de gonflage augmente librement, c'est-à-dire la « pression de gonflage évoluant librement ».
- 3.2 Vitesses d'essai
- La valeur doit être obtenue à la vitesse de tambour indiquée dans le tableau 1.

Tableau 1
Vitesses d'essai
(En km/h)

Classe de pneumatique	C1	C2 et C3	C3	
Indice de charge LI	Tous	$LI \leq 121$	$LI > 121$	
Code de vitesse	Tous	Tous	J 100 km/h et inférieurs ou pneumatiques sans marquage du code de vitesse	K 110 km/h et supérieurs
Vitesse d'essai	80	80	60	80

3.3 Charge d'essai

La charge d'essai normalisée doit être calculée à partir des valeurs indiquées dans le tableau 2 et doit être maintenue dans la tolérance spécifiée dans l'appendice 1 de la présente annexe.

3.4 Pression de gonflage d'essai

La pression de gonflage doit être conforme à celle indiquée dans le tableau 2 et elle doit satisfaire aux limites d'exactitude indiquées au paragraphe 4 de l'appendice 1 de la présente annexe.

Tableau 2
Charges d'essai et pressions de gonflage

Classe de pneumatique	C1 ^a		C2, C3
	Charge normale	Renforcé ou extra-load	
Pourcentage de la capacité de charge maximale	80	80	85 ^b (% de charge simple)
Pression de gonflage kPa	210	250	Correspondant à la capacité de charge maximale pour une monte en simple ^c

Note : La pression de gonflage doit être à évolution libre avec la précision prescrite au paragraphe 4 de l'appendice 1.

^a Pour les pneumatiques de voitures particulières appartenant à des catégories non indiquées dans la norme ISO 4000-1:2010, annexe B, la pression de gonflage doit être celle recommandée par le fabricant du pneumatique, correspondant à la capacité de charge maximale du pneumatique, réduite de 30 kPa.

^b En pourcentage de charge simple, ou 85 % de la capacité de charge maximale pour une monte en simple spécifiée dans les manuels des normes de pneumatiques applicables, en l'absence de marquage sur le pneumatique lui-même.

^c Pression de gonflage marquée sur le flanc du pneumatique ou, à défaut, spécifiée dans les manuels des normes de pneumatiques applicables et correspondant à la capacité de charge maximale pour une monte en simple.

3.5 Durée et vitesse

Lorsque la méthode de la décélération est sélectionnée, les prescriptions suivantes s'appliquent :

- a) La décélération j doit être mesurée sous sa forme différentielle $d\omega/dt$ ou discrète $\Delta\omega/\Delta t$, où ω est la vitesse angulaire et t , le temps ;
Si l'on opte pour la forme différentielle $d\omega/dt$, il convient d'appliquer les recommandations de l'appendice 5 de la présente annexe ;
- b) Pour une durée Δt , les incréments de temps ne doivent pas dépasser 0,5 s ;
- c) Aucune variation de la vitesse de tambour d'essai ne doit dépasser 1 km/h pendant un incrément de temps.

4. Mode opératoire

4.1 Généralités

Les étapes du mode opératoire décrites ci-dessous doivent être suivies dans l'ordre indiqué.

4.2 Conditionnement thermique

Le pneumatique gonflé doit être placé dans l'environnement thermique du local d'essai pendant le temps minimum suivant :

- a) 3 h pour les pneumatiques de la classe C1 ;
- b) 6 h pour les pneumatiques de la classe C2 et de la classe C3.

4.3 Ajustement de la pression

Après conditionnement thermique, la pression de gonflage doit être ajustée à la pression d'essai et vérifiée 10 mn après avoir procédé à l'ajustement.

4.4 Échauffement

Les durées d'échauffement doivent être celles spécifiées dans le tableau 3.

Tableau 3

Durées d'échauffement

Classe de pneumatique	C1	C2 et C3 $LI \leq 121$	C3 $LI > 121$	
Diamètre nominal de la jante	Tous	Tous	<22,5	$\geq 22,5$
Durée d'échauffement	30 min	50 min	150 min	180 min

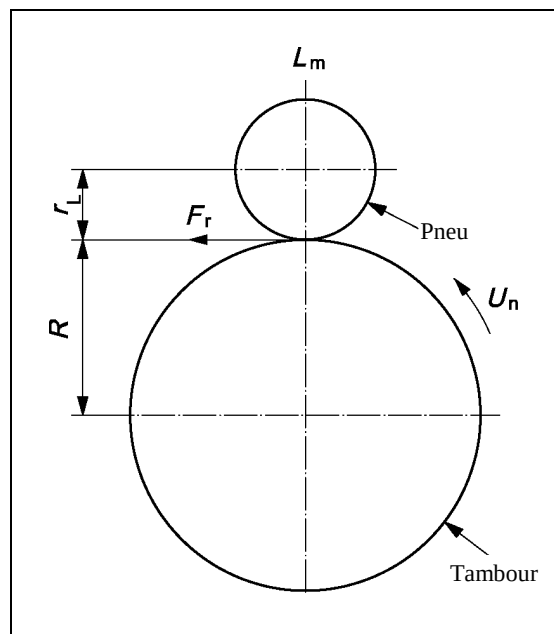
4.5 Mesurages et enregistrements

Ce qui suit doit être mesuré et enregistré (voir la figure 1) :

- a) La vitesse d'essai, U_n ;
- b) La charge supportée par le pneumatique, normale à la surface du tambour, L_m ;
- c) La pression de gonflage d'essai initiale, définie au paragraphe 3.3 ci-dessus ;

- d) Le coefficient de résistance au roulement, C_r , et sa valeur corrigée, $C_{r\text{corrigé}}$, à 25 °C et pour un diamètre de tambour de 2 m ;
- e) La distance de l'axe du pneumatique à la surface externe du tambour dans des conditions stabilisées, r_L , en mètres ;
- f) La température ambiante, t_{amb} ;
- g) Le rayon du tambour d'essai, R ;
- h) La méthode d'essai choisie ;
- i) La jante d'essai (désignation et matériau) ;
- j) La dimension, le fabricant, le type et l'identifiant (s'il existe) du pneumatique ; le cas échéant, le code de vitesse, l'indice de charge, le numéro DOT (Department of Transportation).

Figure 1



Toutes les grandeurs mécaniques (forces, couples) doivent être orientées conformément aux systèmes d'axes spécifiés dans la norme ISO 8855:1991.

Les pneumatiques directionnels doivent être utilisés dans leur sens de rotation indiqué.

4.6 Mesurage des pertes parasites

Les pertes parasites doivent être déterminées selon l'une des méthodes décrites aux paragraphes 4.6.1 ou 4.6.2 ci-dessous.

4.6.1 Mesurage sous charge minimale

Le mesurage sous charge minimale suit la procédure suivante :

- a) Réduire la charge pour maintenir le pneumatique à la vitesse d'essai sans glissement³ ;

Les valeurs de charge devraient être les suivantes :

- i) Pneumatiques de la classe C1 : valeur recommandée 100 N, maximum 200 N ;
 - ii) Pneumatiques de la classe C2 : valeur recommandée 150 N, maximum 200 N pour les machines conçues pour le mesurage des pneumatiques de la classe C1, ou 500 N pour les machines conçues pour le mesurage des pneumatiques de la classe C2 et de la classe C3 ;
 - iii) Pneumatiques de la classe C3 : valeur recommandée 400 N, maximum 500 N ;
- b) Enregistrer la force de réaction sur l'axe, F_r , le couple d'entrée, T_e , ou la puissance, selon le cas³ ;
 - c) Enregistrer la charge supportée par le pneumatique, normale à la surface du tambour, L_m ³.

4.6.2 Méthode de la décélération

La méthode de la décélération est fondée sur la procédure suivante :

- a) Éloigner le pneumatique de la surface du tambour d'essai ;
- b) Enregistrer la décélération du tambour d'essai, $\Delta\omega_{D0}/\Delta t$ et celle du pneumatique non chargé $\Delta\omega_{T0}/\Delta t$ ou enregistrer la décélération du tambour d'essai j_{D0} et celle du pneumatique non chargé j_{T0} sous leur forme exacte ou approximative conformément au paragraphe 3.5 ci-dessus.

4.7 Cas des machines dépassant le critère σ_m

Les étapes décrites aux paragraphes 4.3 à 4.5 ci-dessus doivent être exécutées une fois seulement si l'écart type de mesure, déterminé selon le paragraphe 6.5 ci-dessous, est :

- a) Non supérieur à 0,075 N/kN pour les pneumatiques de la classe C1 et de la classe C2 ;
- b) Non supérieur à 0,060 N/kN pour les pneumatiques de la classe C3.

Si l'écart type de mesure dépasse ce critère, le processus de mesurage doit être répété n fois, conformément au paragraphe 6.5 ci-dessous. La valeur de la résistance au roulement consignée dans le rapport doit être égale à la moyenne des n mesurages.

³ À l'exception de la méthode de la force, la valeur mesurée comprend les pertes dans les paliers et les pertes aérodynamiques de la roue, du pneumatique et du tambour, qui nécessitent également d'être prises en compte. Il est connu que le frottement des paliers de l'axe de la roue et du tambour dépend de la charge appliquée ; en conséquence, il est différent pour le mesurage du système en charge et pour le mesurage sous charge minimale. Toutefois, pour des raisons pratiques, cette différence peut être négligée.

5. Interprétation des données

5.1 Détermination des pertes parasites

5.1.1 Généralités

Le laboratoire doit procéder aux mesurages décrits dans le paragraphe 4.6.1 ci-dessus pour les méthodes de la force, du couple et de la puissance, ou dans le paragraphe 4.6.2 ci-dessus pour la méthode de la décélération, afin de déterminer avec exactitude, dans les conditions d'essai (charge, vitesse, température), le frottement de l'axe de la roue, les pertes aérodynamiques de l'ensemble pneumatique-roue, les pertes par frottement des paliers du tambour (plus, éventuellement, du moteur et/ou de l'embrayage), et les pertes aérodynamiques du tambour.

Les pertes parasites liées à l'interface pneumatique/tambour, F_{pl} , exprimées en newtons, doivent être calculées à partir des méthodes de la force F_t , du couple, de la puissance ou par décélération, comme indiqué dans les paragraphes 5.1.2 à 5.1.5 ci-dessous.

5.1.2 Méthode de la force au niveau de l'axe de la roue

On applique : $F_{pl} = F_t (1 + r_L/R)$

Où :

F_t est la force au niveau de l'axe de la roue, en newtons (voir le paragraphe 4.6.1 ci-dessus) ;

r_L est la distance de l'axe du pneumatique à la surface extérieure du tambour dans des conditions stabilisées, en mètres ;

R est le rayon du tambour d'essai, en mètres.

5.1.3 Méthode du couple au niveau de l'axe du tambour

On applique : $F_{pl} = T_t/R$

Où :

T_t est le couple d'entrée, en newtons-mètres (conformément au paragraphe 4.6.1) ;

R est le rayon du tambour d'essai, en mètres.

5.1.4 Méthode de la puissance au niveau de l'axe du tambour

On applique : $F_{pl} = \frac{3,6V \times A}{U_n}$

Où :

V est le potentiel électrique appliqué à l'entraînement de la machine, en volts ;

A est le courant électrique consommé par l'entraînement de la machine, en ampères ;

U_n est la vitesse du tambour d'essai, en kilomètres/heure.

5.1.5 Méthode de la décélération

Les pertes parasites, F_{pl} , en newtons, sont calculées comme suit :

$$F_{pl} = \frac{I_D}{R} \left(\frac{\Delta\omega_{D0}}{\Delta t_0} \right) + \frac{I_T}{R_r} \left(\frac{\Delta\omega_{T0}}{\Delta t_0} \right)$$

où :

I_D est le moment d'inertie en rotation du tambour d'essai, en kilogrammes mètres carrés ;

R est le rayon de la surface du tambour d'essai, en mètres ;

ω_{D0} est la vitesse angulaire du tambour d'essai, sans pneumatique, en radians par seconde ;

Δt_0 est l'incrément de temps choisi pour le mesurage des pertes parasites sans pneumatique, en secondes ;

I_T est le moment d'inertie en rotation de l'ensemble axe, pneumatique et roue, en kilogrammes mètres carrés ;

R_r est le rayon de roulement du pneumatique, en mètres ;

ω_{T0} est la vitesse angulaire du pneumatique, non chargé en radians par seconde ;

ou

$$F_{pl} = \frac{I_D}{R} j_{D0} + \frac{I_T}{R_r} j_{T0}$$

où :

I_D est le moment d'inertie en rotation du tambour d'essai, en kilogrammes mètres carrés ;

R est le rayon de la surface du tambour d'essai, en mètres ;

j_{D0} est la décélération du tambour d'essai, sans pneumatique, en radians par seconde carrés ;

I_T est le moment d'inertie en rotation de l'ensemble axe, pneumatique, roue, en kilogrammes mètres carrés ;

R_r est le rayon de roulement du pneumatique, en mètres ;

j_{T0} est la vitesse angulaire du pneumatique, non chargé, en radians par seconde.

5.2 Calcul de la résistance au roulement

5.2.1 Généralités

La résistance au roulement, F_r , exprimée en newtons, est calculée en utilisant les valeurs obtenues lors de l'essai du pneumatique dans les conditions spécifiées dans le présent Règlement et par soustraction des pertes parasites appropriées, F_{pl} , obtenues conformément au paragraphe 5.1 ci-dessus.

5.2.2 Méthode de la force au niveau de l'axe de la roue

La résistance au roulement, F_r en newtons, est calculée comme suit :

$$F_r = F_t[1 + (r_L/R)] - F_{pl}$$

Où :

F_t est la force de réaction sur l'axe de la roue, en newtons ;

F_{pl} représente les pertes parasites, calculées selon le paragraphe 5.1.2 ci-dessus ;

r_L est la distance de l'axe du pneumatique à la surface extérieure du tambour dans des conditions stationnaires, en mètres ;

R est le rayon du tambour d'essai, en mètres.

5.2.3 Méthode du couple au niveau de l'axe du tambour

La résistance au roulement, F_r en newtons, est calculée comme suit :

$$F_r = \frac{T_t}{R} - F_{pl}$$

Où :

T_t est le couple d'entrée, en newtons-mètres ;

F_{pl} représente les pertes parasites, calculées selon le paragraphe 5.1.3 ci-dessus ;

R est le rayon du tambour d'essai, en mètres.

5.2.4 Méthode de la puissance au niveau de l'axe du tambour

La résistance au roulement, F_r en newtons, est calculée comme suit :

$$F_r = \frac{3,6V \times A}{U_n} - F_{pl}$$

Où :

V est le potentiel électrique appliqué à l'entraînement de la machine, en volts ;

A est le courant électrique consommé par l'entraînement de la machine, en ampères ;

U_n est la vitesse du tambour d'essai, en kilomètres par heure ;

F_{pl} représente les pertes parasites, calculées selon le paragraphe 5.1.4 ci-dessus.

5.2.5 Méthode de la décélération

La résistance au roulement, F_r en newtons, est calculée comme suit :

$$F_r = \frac{I_D}{R} \left(\frac{\Delta\omega_V}{\Delta t_V} \right) + \frac{R \times I_T}{R_r^2} \left(\frac{\Delta\omega_V}{\Delta t_V} \right) - F_{pl}$$

Où :

I_D est le moment d'inertie en rotation du tambour d'essai, en kilogrammes mètres carrés ;

R est le rayon de la surface du tambour d'essai, en mètres ;

F_{pl} représente les pertes parasites, calculées selon le paragraphe 5.1.5 ;

Δt_v est l'incrément de temps choisi pour le mesurage, en secondes ;

$\Delta \omega_v$ est l'incrément de vitesse angulaire du tambour d'essai, sans pneumatique, en radians par seconde ;

I_T est le moment d'inertie en rotation de l'ensemble axe-pneumatique-roue, en kilogrammes mètres carrés ;

R_r est le rayon de roulement du pneumatique, en mètres ;

F_r est la résistance au roulement, en newtons.

ou

$$F_r = \frac{I_D}{R} j_v + \frac{R \times I_T}{R_r^2} j_v - F_{pl}$$

où :

I_D est le moment d'inertie en rotation du tambour d'essai, en kilogrammes mètres carrés ;

R est le rayon de la surface du tambour d'essai, en mètres ;

F_{pl} représente les pertes parasites, calculées selon le paragraphe 5.1.5 ;

j_v est la décélération du tambour d'essai, en radians par seconde carrés ;

I_T est le moment d'inertie en rotation de l'ensemble axe, pneumatique, roue, en kilogrammes mètres carrés ;

R_r est le rayon de roulement du pneumatique, en mètres ;

F_r est la résistance au roulement, en newtons.

6. Analyse des résultats

6.1 Coefficient de résistance au roulement

Le coefficient de résistance au roulement, C_r , est calculé comme suit en divisant la résistance au roulement par la charge supportée par le pneumatique :

$$C_r = \frac{F_r}{L_m}$$

Où :

F_r est la résistance au roulement, en newtons ;

L_m est la charge d'essai, en kilonewtons.

6.2 Correction de la température

Si l'on est obligé d'effectuer les mesures à une température autre que 25 °C (dans les limites minimale et maximale absolues de 20 °C et 30 °C), une correction doit être apportée en appliquant la formule ci-dessous, avec :

F_{r25} résistance au roulement à 25 °C, en newtons :

$$F_{r25} = F_r [1 + K(t_{amb} - 25)]$$

Où :

F_r est la résistance au roulement, en newtons ;

t_{amb} est la température ambiante, en degrés Celsius ;

K est la constante, avec les valeurs suivantes :

0,008 pour les pneumatiques de la classe C1 ;

0,010 pour les pneumatiques des classes C2 et C3 dont l'indice de charge est inférieur ou égal à 121 ;

0,006 pour les pneumatiques de la classe C3 dont l'indice de charge est supérieur à 121.

6.3 Correction du diamètre du tambour

Les résultats d'essai obtenus à partir de tambours de différents diamètres peuvent être comparés à l'aide des formules théoriques suivantes :

$$F_{r02} \cong K F_{r01}$$

avec :

$$K = \sqrt{\frac{(R_1/R_2)(R_2 + r_T)}{(R_1 + r_T)}}$$

Où :

R_1 est le rayon du tambour 1, en mètres ;

R_2 est le rayon du tambour 2, en mètres ;

r_T est la moitié du diamètre théorique nominal du pneumatique, en mètres ;

F_{r01} est la résistance au roulement mesurée sur le tambour 1, en newtons ;

F_{r02} est la résistance au roulement mesurée sur le tambour 2, en newtons.

6.4 Résultat de mesure

Lorsque le nombre n de mesurages est supérieur à 1, comme prescrit au paragraphe 4.6 ci-dessus, le résultat de mesure doit être égal à la moyenne des valeurs de C_r obtenues pour les n mesurages, après avoir fait les corrections décrites aux paragraphes 6.2 et 6.3 ci-dessus.

6.5 Le laboratoire doit s'assurer que, reposant sur un minimum de 3 mesurages, la machine maintient un σ_m mesuré sur un seul pneumatique, comme suit :

$\sigma_m \leq 0,075$ N/kN pour les pneumatiques des classes C1 et C2 ;

$\sigma_m \leq 0,06$ N/kN pour les pneumatiques de la classe C3.

Si l'exigence ci-dessus pour σ_m n'est pas respectée, la formule spécifiée dans l'équation ci-dessous doit être appliquée afin de déterminer le nombre minimal de mesurages, n (arrondi à l'entier immédiatement supérieur), nécessaire sur la machine pour contrôler la conformité au présent Règlement.

$$n = (\sigma_m/x)^2$$

Où :

$x = 0,075$ N/kN pour les pneumatiques des classes C1 et C2 ;

$x = 0,060$ N/kN pour les pneumatiques de la classe C3.

S'il est nécessaire de mesurer plusieurs fois un pneumatique, l'ensemble pneumatique-roue doit être démonté de la machine entre les mesurages successifs.

Si la durée de l'opération de démontage-remontage est inférieure à 10 min, les durées d'échauffement indiquées au paragraphe 4.3 ci-dessus peuvent être réduites :

- a) À 10 mn pour les pneumatiques de la classe C1 ;
- b) À 20 mn pour les pneumatiques de la classe C2 ;
- c) À 30 mn pour les pneumatiques de la classe C3.

- 6.6 Le contrôle de suivi sur pneumatiques témoins du laboratoire exploitant la machine doit être effectué sur cette machine à intervalles d'un mois maximum. Le suivi doit comprendre un minimum de 3 mesurages distincts au cours de cette période d'un mois. La moyenne des 3 mesurages effectués au cours d'une période donnée d'un mois doit être évaluée pour déceler toute dérive d'une évaluation mensuelle à l'autre.

Annexe 6 – Appendice 1

Tolérances des équipements d'essai

1. Objet

Les limites prescrites dans la présente annexe sont nécessaires pour garantir des niveaux satisfaisants de répétabilité des résultats d'essai, qui peuvent aussi être corrélés entre divers laboratoires d'essai. Ces tolérances n'ont pas pour objet de fixer un ensemble complet de spécifications techniques pour le matériel d'essai ; par contre, il convient qu'elles servent de valeurs-guides pour parvenir à des résultats d'essai fiables.

2. Jantes d'essai

2.1 Largeur

Pour les pneumatiques de la classe C1, la largeur de jante d'essai doit être celle définie dans la norme ISO 4000-1:2010, clause 6.2.2.

Pour les pneumatiques pour camions et autobus, la largeur de jante d'essai doit être celle définie dans la norme ISO 4209-1:2001, clause 5.1.3.

Lorsque la largeur n'est pas définie dans les normes ISO susmentionnées, la largeur de la jante de mesure définie dans les normes industrielles peut être utilisée, comme il est spécifié à l'appendice 4 de l'annexe 6.

2.2 Faux-rond et voile

Le faux-rond et le voile doivent répondre aux critères suivants :

- a) Faux-rond radial maximal : 0,5 mm ;
- b) Voile latéral maximal : 0,5 mm.

3. Positionnement angulaire

Généralités :

Les écarts angulaires sont critiques vis-à-vis des résultats d'essai.

3.1 Application de la charge

La direction d'application de la charge sur le pneumatique doit rester perpendiculaire à la surface d'essai et doit passer par le centre de la roue dans les limites de tolérance :

- a) De 1 mrad pour les méthodes de la force et de la décélération ;
- b) De 5 mrad pour les méthodes du couple et de la puissance.

3.2 Positionnement angulaire du pneumatique

3.2.1 Angle de carrossage

Le plan de la roue doit être perpendiculaire à la surface d'essai, à 2 mrad près, pour toutes les méthodes.

3.2.2 Angle de dérive

Le plan du pneumatique doit être parallèle à la direction du mouvement de la surface d'essai, à 1 mrad près, pour toutes les méthodes.

4. Exactitude des réglages

Les conditions d'essai doivent être maintenues à leurs valeurs spécifiées, indépendamment des perturbations induites par la non-uniformité du pneumatique et de la jante, de manière à limiter le plus possible la variabilité générale de la mesure de la résistance au roulement. Pour satisfaire à cette exigence, la valeur moyenne des mesures obtenues au cours de la période de collecte des données de résistance au roulement doit se situer dans les limites des exactitudes indiquées ci-dessous :

- a) Charge sur le pneumatique :
 - i) (pour $LI \leq 121$) ± 20 N ou $\pm 0,5$ %, la plus grande valeur étant déterminante ;
 - ii) (pour $LI > 121$) ± 45 N ou $\pm 0,5$ %, la plus grande valeur étant déterminante ;
- b) Pression de gonflage à froid : ± 3 kPa ;
- c) Vitesse de la surface d'essai :
 - i) $\pm 0,2$ km/h pour les méthodes de la puissance, du couple et de la décélération ;
 - ii) $\pm 0,5$ km/h pour la méthode de la force ;
- d) Temps :
 - i) $\pm 0,02$ s pour les incréments de temps indiqués à l'alinéa b) du paragraphe 3.5 de l'annexe 6 pour l'acquisition des données dans le cadre de la méthode de décélération, sous la forme $\Delta\omega/\Delta t$;
 - ii) $\pm 0,2$ % pour les incréments de temps indiqués à l'alinéa a) du paragraphe 3.5 de l'annexe 6 pour l'acquisition des données dans le cadre de la méthode de décélération, sous la forme $d\omega/dt$;
 - iii) ± 5 % pour les autres durées indiquées à l'annexe 6.

5. Justesse de l'appareillage

La justesse de l'appareillage utilisé pour la lecture et l'enregistrement des données d'essai doit satisfaire aux limites des tolérances indiquées dans le tableau ci-dessous.

Paramètre	Indice de charge $LI \leq 121$	Indice de charge $LI > 121$
Charge du pneumatique	± 10 N ou $\pm 0,5$ % ^a	± 30 N ou $\pm 0,5$ % ^a
Pression de gonflage	± 1 kPa	$\pm 1,5$ kPa
Force sur l'axe de la roue	$\pm 0,5$ N ou $\pm 0,5$ % ^a	$\pm 1,0$ N ou $\pm 0,5$ % ^a
Couple d'entrée	$\pm 0,5$ Nm ou $\pm 0,5$ % ^a	$\pm 1,0$ Nm ou $\pm 0,5$ % ^a
Distance	± 1 mm	± 1 mm

Paramètre	Indice de charge $LI \leq 121$	Indice de charge $LI > 121$
Puissance électrique	± 10 W	± 20 W
Température	$\pm 0,2$ °C	
Vitesse de la surface d'essai	$\pm 0,1$ km/h	
Temps	$\pm 0,01$ s - $\pm 0,1$ % - ± 10 s ^b	
Vitesse angulaire	$\pm 0,1$ %	

^a La plus grande de ces deux valeurs est retenue.

^b $\pm 0,01$ s pour les incréments de temps indiqués à l'alinéa b) du paragraphe 3.5 de l'annexe 6 pour l'acquisition des données dans le cadre de la méthode de décélération, sous la forme $\Delta\omega/\Delta t$;
 $\pm 0,1$ % pour les incréments de temps indiqués à l'alinéa a) du paragraphe 3.5 de l'annexe 6 pour l'acquisition des données dans le cadre de la méthode de décélération, sous la forme $d\omega/dt$;
 ± 10 s pour les autres durées indiquées à l'annexe 6.

6. Compensation de l'interaction entre la charge et la force sur l'axe de la roue et du désalignement de la charge pour la méthode de la force uniquement

La compensation à la fois de l'interaction entre la charge et la force sur l'axe de la roue (« influence mutuelle ») et du désalignement de la charge peut être obtenue soit par enregistrement de la force de réaction sur l'axe de la roue pour la rotation avant et pour la rotation arrière du pneumatique, soit par étalonnage dynamique de la machine. Si la force sur l'axe de la roue est enregistrée en rotation avant et en rotation arrière (pour chaque condition d'essai), la compensation est obtenue par soustraction de la valeur « arrière » à la valeur « avant », et en divisant le résultat par deux. Si l'étalonnage dynamique de la machine est choisi, les termes de compensation peuvent être facilement incorporés dans les résultats.

Dans les cas où la rotation du pneumatique en marche arrière suit immédiatement la fin de la rotation du pneumatique vers l'avant, le temps d'échauffement pour la rotation du pneumatique vers l'arrière doit être d'au moins 10 mn pour les pneumatiques de la classe C1, et 30 mn pour tous les autres types de pneumatiques.

7. Rugosité de la surface d'essai

La rugosité, mesurée latéralement, de la surface du tambour en acier lisse doit avoir une valeur arithmétique moyenne maximale de $6,3 \mu\text{m}$.

Note : Dans les cas où une surface de tambour texturée est utilisée à la place d'une surface en acier lisse, cela doit être indiqué dans le rapport d'essai. La texture de surface doit alors avoir une profondeur de $180 \mu\text{m}$ (grain nominal de 80) ; le laboratoire est responsable du maintien des caractéristiques de rugosité de surface. Aucun facteur de correction spécifique n'est recommandé dans les cas où une surface de tambour texturée est utilisée.

Annexe 6 – Appendice 2

Mesure de la largeur de la jante d'essai

1. Pneumatiques de la classe C1

La largeur de jante d'essai, R_m , est égale au produit de la grosseur nominale du boudin S_N et du coefficient K_2 :

$$R_m = K_2 \times S_N$$

En valeur arrondie à la largeur de jante normalisée la plus proche, K_2 étant le coefficient de rapport de largeur jante/section. Pour les pneumatiques montés sur jantes à base creuse à 5° d'un diamètre nominal exprimé par un code à deux chiffres, les rapports de largeur jante/section suivants s'appliquent :

Pour les rapports de section nominaux 95 à 75 : $K_2 = 0,7$;

Pour les rapports de section nominaux 70 à 60 : $K_2 = 0,75$;

Pour les rapports de section nominaux 55 et 50 : $K_2 = 0,8$;

Pour les rapports de section nominaux 45 : $K_2 = 0,85$;

Pour les rapports de section nominaux 40 à 30 : $K_2 = 0,9$;

Pour les rapports de section nominaux 20 et 25 : $K_2 = 0,92$.

2. Pneumatiques des classes C2 et C3

La largeur de jante d'essai, R_m , est égale au produit de la grosseur nominale du boudin S_N et du coefficient K_4 :

$$R_m = K_4 \times S_N$$

En valeur arrondie à la largeur de jante normalisée la plus proche.

Tableau 1
Coefficients pour la détermination de la largeur de jante d'essai

<i>Code de structure du pneumatique</i>	<i>Type de jante</i>	<i>Rapport nominal de section</i>	<i>Rapport jante/section d'essai K_4</i>
B, D, R	Conique à 5°	100 à 75	0,70
		70 et 65	0,75
		60	0,75
		55	0,80
		50	0,80
		45	0,85
		40	0,90
	Conique à 15° (à base creuse)	90 à 65	0,75
		60	0,80
		55	0,80
		50	0,80
		45	0,85
		40	0,85

Note : D'autres facteurs peuvent être établis pour de nouveaux concepts de pneumatique (structures).

Annexe 6 – Appendice 3

Procès-verbal d'essai (résistance au roulement)

Première partie : Procès-verbal

1. Autorité d'homologation de type ou service technique :
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 (C1, C2 ou C3) :
6. Catégorie d'utilisation :
7. Coefficient de résistance au roulement (corrigé pour la température et le diamètre du tambour) :
8. Commentaires éventuels :
9. Date :
10. Signature :

Deuxième partie : Données relatives à l'essai

1. Date de l'essai :
2. Machine d'essai (identification et diamètre/caractéristiques de surface du tambour) :
.....
3. Caractéristiques des pneumatiques essayés :
- 3.1 Dimensions des pneumatiques et catégorie d'utilisation :
- 3.2 Marque des pneumatiques et désignation commerciale :
- 3.3 Pression de gonflage de référence : en kPa
4. Paramètres des essais :
- 4.1 Méthode de mesure :
- 4.2 Vitesse d'essai : en km/h
- 4.3 Charge : en N
- 4.4 Pression de gonflage d'essai initiale : en kPa
- 4.5 Distance de l'axe du pneumatique à la surface extérieure du tambour dans des conditions stationnaires, en mètres, r_L :
- 4.6 Largeur et matériau de la jante :
- 4.7 Température ambiante : en °C

- 4.8 Charge pour la mesure à charge minimale (sauf pour la méthode de la décélération) :
..... en N
- 5. Coefficient de résistance au roulement :
- 5.1 Valeur initiale (ou moyenne dans le cas où il y a plus d'une valeur) :..... en N/kN
- 5.2 Valeur corrigée pour la température : en N/kN
- 5.3 Valeur corrigée pour la température et le diamètre du tambour :..... en N/kN

Annexe 6 – Appendice 4

Organismes de normalisation des pneumatiques

1. The Tire and Rim Association, Inc. (TRA)
2. Organisation technique européenne du pneumatique et de la jante (ETRTO)
3. Association des fabricants japonais de pneumatiques pour automobiles (JATMA)
4. The Tyre and Rim Association of Australia (TRAA)
5. South Africa Bureau of Standards (SABS)
6. Agence chinoise de normalisation (CAS)
7. Indian Tyre Technical Advisory Committee (ITTAC)
8. Organisation internationale de normalisation (ISO)

Annexe 6 – Appendice 5

Méthode de la décélération : Mesures et traitement des données en vue d'obtenir la valeur de décélération sous la forme différentielle $d\omega/dt$

1. Enregistrer sous une forme discrète la dépendance « distance-temps » pour le corps en rotation soumis à une décélération d'une vitesse périphérique de 82 à 78 km/h ou de 62 à 58 km/h en fonction de la classe de pneumatiques (annexe 6, par. 3.2, tableau 1) (fig. 1) :

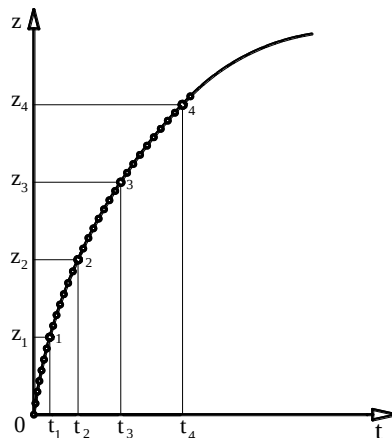
$$z = f(t_z)$$

où :

z est le nombre de tours du corps au cours de la décélération ;

t_z est l'instant final du tour numéro z , exprimé en secondes avec six chiffres après le zéro.

Figure 1



Note 1 : La vitesse inférieure de la plage d'enregistrement peut être réduite de 80 à 60 km/h ou de 60 à 40 km/h, selon la vitesse d'essai.

2. Calculer par approximation, au moyen d'une fonction différentielle, monotone et continue, la dépendance à enregistrer :
 - 2.1 Choisir la valeur la plus proche du maximum de z divisible par 4 et la diviser en 4 parties égales comportant des paliers : 0, $z_1(t_1)$, $z_2(t_2)$, $z_3(t_3)$, $z_4(t_4)$.
 - 2.2 Composer un système d'équations comportant 4 équations formulées comme suit :

$$z_m = A \ln \frac{\cos B(T_\Sigma - t_m)}{\cos B T_\Sigma}$$

où :

A est une constante sans dimension ;

B est une constante exprimée en nombre de tours par seconde ;

T_{Σ} est une constante exprimée en secondes ;

m est le nombre des paliers représentés à la figure 1.

Introduire dans les 4 équations les coordonnées du quatrième palier ci-dessus.

- 2.3 Utiliser les constantes A, B et T_{Σ} pour résoudre le système d'équations du paragraphe 2.2 ci-dessus par itération et calculer par approximation les données mesurées en appliquant la formule suivante :

$$z(t) = A \ln \frac{\cos B(T_{\Sigma} - t)}{\cos B T_{\Sigma}}$$

où :

$z(t)$ est la distance angulaire continue courante en nombre de tours (y compris les fractions de tour) ;

t est le temps en secondes.

Note 2 : D'autres fonctions d'approximation $z = f(t_z)$ sont applicables à condition que leur pertinence ait été démontrée.

3. Calculer la décélération j en tours par seconde carrée (s^{-2}) au moyen de la formule suivante :

$$j = AB^2 + \frac{\omega^2}{A}$$

où :

ω est la vitesse angulaire en tours par seconde (s^{-1}) ;

Si $U_n = 80$ km/h, $\omega = 22,222/R_r$ (ou R) ;

Si $U_n = 60$ km/h, $\omega = 16,666/R_r$ (ou R).

4. Évaluer la qualité et la précision de l'approximation sur la base des données enregistrées :

- 4.1 Écart type en pourcentage :

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_1^n \left[1 - \frac{z(t)}{z} \right]^2} \times 100 \%$$

- 4.2 Coefficient de détermination

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_1^n [z - z(t)]^2}{\sum_1^n [z - \bar{z}]^2}$$

où :

$$\bar{z} = \frac{1}{n} \sum_{z=1}^n z = \frac{1}{n} (1 + 2 + \dots + n) = \frac{1+n}{2}$$

Note 3 : Les calculs ci-dessus pour cette variante de la méthode de la décélération aux fins de la mesure de la résistance au roulement d'un pneumatique peuvent être exécutés au moyen du logiciel de calcul de décélération disponible pour téléchargement sur le site du WP.29¹, ainsi que de tout autre logiciel permettant le calcul d'une régression non linéaire.

¹ http://www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/deceleration_calculator.html.

Annexe 7

Procédure pour l'essai de performances sur la neige de pneumatiques conçus pour être utilisés dans des conditions de neige extrêmes

1. Définitions spécifiques pour l'essai sur la neige (si différentes des définitions existantes)
 - 1.1 « Essai » : un seul passage d'un pneumatique chargé sur une surface d'essai donnée.
 - 1.2 « Essai de freinage » : une série composée d'un nombre spécifié d'essais de freinage ABS du même pneumatique répétés dans un court laps de temps.
 - 1.3 « Essai de traction » : une série composée d'un nombre spécifié d'essais de traction/patinage du même pneumatique effectués selon la norme ASTM F1805-06 et répétés dans un court laps de temps.
 - 1.4 « Essai d'accélération », une série déterminée d'accélération en mode traction appliquées au même pneumatique durant un court laps de temps.
2. Méthode de traction pour les pneumatiques des classes C1 et C2 (essai de traction conformément au paragraphe 6.4 b) du présent Règlement).

La procédure d'essai exposée dans la norme ASTM F1805-06 doit être appliquée pour déterminer le comportement du pneumatique à la traction sur de la neige moyennement tassée (l'indice de tassement de la neige, mesuré à l'aide d'un pénétromètre CTI¹, doit être compris entre 70 et 80).

 - 2.1 Le parcours d'essai doit être recouvert d'une couche de neige moyennement tassée, conformément aux prescriptions du tableau A2.1 de la norme ASTM F1805-06.
 - 2.2 La charge sur le pneumatique aux fins de l'essai doit correspondre à celle indiquée pour l'option 2 au paragraphe 11.9.2 de la norme ASTM F1805-06.
3. Essai de freinage sur neige pour les pneumatiques des classes C1 et C2
 - 3.1 Conditions générales
 - 3.1.1 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.

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

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

¹ Pour plus de détails, voir l'appendice à la norme ASTM F1805-06.

profondeur d'un centimètre environ, doivent toutes deux être comprises entre -4 °C et -15 °C.

Il est recommandé d'éviter une exposition directe au soleil, de grandes variations de l'ensoleillement ou de l'humidité, ainsi que le vent.

L'indice de tassement de la neige, mesuré à l'aide d'un pénétromètre¹ CTI, doit être compris entre 75 et 85.

3.1.2 Véhicule

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

Le véhicule utilisé doit être tel que les charges sur chaque roue soient adaptées aux pneumatiques soumis à l'essai. Des pneumatiques de plusieurs dimensions différentes peuvent être soumis à l'essai sur le même véhicule.

3.1.3 Pneumatiques

Avant d'être essayés, les pneumatiques doivent 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 extérieure au moins deux heures avant d'être montés aux fins de l'essai. Leur 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.

3.1.4 Charge et pression

3.1.4.1 Pour les pneumatiques de la classe C1, la charge du véhicule doit être telle que les charges résultantes sur les pneumatiques soient comprises entre 60 % et 90 % de la charge correspondant à l'indice de charge du pneumatique.

La pression de gonflage à froid doit être de 240 kPa.

3.1.4.2 Pour les pneumatiques de la classe C2, la charge du véhicule doit être telle que les charges résultantes sur les pneumatiques soient comprises entre 60 et 100 % de la charge correspondant à l'indice de charge du pneumatique.

La charge statique sur les pneumatiques d'un même essieu ne doit pas varier de plus de 10 %.

La pression de gonflage est calculée en tenant compte d'une déflexion constante :

Dans le cas d'une charge verticale supérieure ou égale à 75 % de la capacité de charge du pneumatique, on applique une déflexion constante. La pression de gonflage pour l'essai, « P_t », doit par conséquent être calculée comme suit :

$$P_t = P_r \left(\frac{Q_t}{Q_r} \right)^{1,25}$$

Q_r est la charge maximale associée à l'indice de charge du pneumatique indiqué sur son flanc ;

P_r est la pression de référence correspondant à la charge maximale Q_r ;

Q_t est la charge statique sur le pneumatique aux fins de l'essai.

Dans le cas d'une charge verticale inférieure à 75 % de la capacité de charge du pneumatique, on applique une pression de gonflage constante. La pression de gonflage pour l'essai, « P_t », doit par conséquent être calculée comme suit :

$$P_t = P_r (0,75)^{1,25} = (0,7)P_r$$

P_r est la pression de référence correspondant à la charge maximale Q_r .

On veillera à contrôler la pression des pneumatiques à la température ambiante juste avant l'essai.

3.1.5 Instruments de mesure

Le véhicule doit être équipé de capteurs étalonnés, adaptés pour des mesures en conditions hivernales. Il doit exister un système d'acquisition de données pour stocker les mesures.

La justesse des capteurs et systèmes de mesure doit être telle que l'incertitude relative des valeurs mesurées ou calculées de la décélération moyenne en régime soit inférieure à 1 %.

3.2 Séquences d'essais

3.2.1 Pour chaque pneumatique à contrôler et pour le pneumatique de référence normalisé, les essais de freinage ABS doivent être répétés au moins six fois.

Les zones où le freinage ABS est appliqué à fond ne doivent pas se chevaucher.

Lors de la mise à l'essai d'un nouveau jeu de pneumatiques, il convient d'effectuer les essais après avoir décalé latéralement la trajectoire du véhicule, afin de ne pas freiner sur les traces du pneumatique précédent.

Lorsqu'il n'est plus possible d'éviter le chevauchement des zones d'application à fond du freinage ABS, la piste d'essai doit être remise en état.

Séquence requise :

6 essais répétés du SRTT, puis décalage latéral en vue de la mise à l'essai du pneumatique suivant sur une surface fraîche ;

6 essais répétés du pneumatique à contrôler 1, puis décalage latéral ;

6 essais répétés du pneumatique à contrôler 2, puis décalage latéral ;

6 essais répétés du SRTT, puis décalage latéral.

3.2.2 Ordre des essais :

Si un seul pneumatique à contrôler doit être évalué, les essais doivent être effectués dans l'ordre suivant :

$R_1 - T - R_2$

Où :

R_1 représente l'essai initial du SRTT, R_2 le deuxième essai du SRTT et T l'essai du pneumatique à contrôler.

Au maximum deux pneumatiques à contrôler peuvent être soumis à l'essai avant un nouvel essai du SRTT, dans l'ordre suivant par exemple :

$R_1 - T_1 - T_2 - R_2$

3.2.3 Les essais comparatifs du SRTT et des pneumatiques à contrôler doivent être répétés lors de deux jours différents.

3.3 Procédure d'essai

3.3.1 Le véhicule doit être conduit à une vitesse non inférieure à 28 km/h.

3.3.2 Lorsque la zone de mesurage est atteinte, il convient de mettre la boîte de vitesses du véhicule au point mort et d'enfoncer brusquement la pédale de frein, en exerçant une force constante suffisante pour déclencher le système ABS sur toutes les roues du véhicule et obtenir une décélération stable de ce dernier. La pédale de frein est maintenue enfoncée jusqu'à ce que la vitesse soit inférieure à 8 km/h.

3.3.3 La décélération moyenne en régime (dmr) entre 25 et 10 km/h doit être calculée à partir des mesures de temps, de distance, de vitesse ou d'accélération.

3.4 Évaluation des données et présentation des résultats

3.4.1 Paramètres à consigner dans le procès-verbal d'essai

3.4.1.1 Pour chaque pneumatique et chaque essai de freinage, la moyenne et l'écart type de la dmr doivent être calculés et consignés dans le procès-verbal d'essai.

Le coefficient de variation (CV) pour un essai de freinage de pneumatique doit être calculé comme suit :

$$CV(\text{pneumatique}) = \frac{\text{Écart type (pneumatique)}}{\text{Moyenne (pneumatique)}}$$

3.4.1.2 Les moyennes pondérées de deux essais successifs du SRTT doivent être calculées en tenant compte du nombre de pneumatiques à contrôler intercalés dans la séquence d'essais :

Si l'ordre des essais est $R_1 - T - R_2$, la moyenne pondérée (w_a) du SRTT à utiliser pour la comparaison avec les performances du pneumatique à contrôler est calculée comme suit :

$$w_a(\text{SRTT}) = (R_1 + R_2)/2$$

Où :

R_1 représente la dmr moyenne pour le premier essai du SRTT et R_2 la dmr moyenne pour le deuxième essai du SRTT.

Si l'ordre des essais est $R_1 - T_1 - T_2 - R_2$, la moyenne pondérée (w_a) du SRTT à utiliser pour la comparaison avec les performances du pneumatique à contrôler est calculée comme suit :

$w_a (SRTT) = 2/3 R_1 + 1/3 R_2$ pour la comparaison avec le pneumatique à contrôler T1

et :

$w_a (SRTT) = 1/3 R_1 + 2/3 R_2$ pour la comparaison avec le pneumatique à contrôler T2.

- 3.4.1.3 L'indice d'adhérence sur neige, exprimé en pourcentage, d'un pneumatique à contrôler doit être calculé comme suit :

$$\text{Indice d'adhérence sur neige (pneumatique à contrôler)} = \frac{\text{Moyenne (pneumatique à contrôler)}}{w_a (SRTT)}$$

- 3.4.2 Validations statistiques

Les séries de valeurs mesurées ou calculées de la dmr obtenues lors des essais répétés pour chaque pneumatique devraient être examinées quant à leur normalité et à l'existence éventuelle d'une dérive ou de valeurs aberrantes.

La cohérence des moyennes et des écarts types des essais de freinage successifs du SRTT devrait être examinée.

Les moyennes de deux essais de freinage successifs du SRTT ne doivent pas différer de plus de 5 %.

Le coefficient de variation de chaque essai de freinage doit être inférieur à 6 %.

Si ces conditions ne sont pas remplies, les essais doivent être recommencés après remise en état de la piste d'essai.

- 3.4.3 S'il n'est pas possible de monter le pneumatique à éprouver et le pneumatique SRTT sur le même véhicule, en raison par exemple de leurs dimensions 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 éprouver.

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

L'indice d'adhérence sur neige du pneumatique à éprouver 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
- 4.1 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 :
- a) C3Narrow (C3N), lorsque la grosseur de boudin nominale du pneumatique C3 est inférieure à 285 mm ;
 - b) 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 F2870 ou l'ASTM F2871.
- 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 :
- a) Pour la mesure de la vitesse : ± 1 % (km/h) ou 0,5 km/h, selon la valeur qui est la plus grande ;
 - b) 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/s).

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 :
- R_1 , T, R_2
- où :
- R_1 est l'essai initial du SRTT, R_2 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 : R_1 , T1, T2, T3, R_2 .
- 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 d'au moins 19 km/h entre 4 km/h 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 de la présente annexe) et, de

préférence, d'un différentiel pouvant être bloqué sur l'essieu moteur de façon que la procédure décrite au paragraphe 4.7.5.2.1 ci-après puisse être appliquée. S'il existe un différentiel de ce type, il doit être utilisé. Dans le cas contraire, le taux de glissement moyen doit être mesuré sur les roues motrices gauche et droite.

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.

Si la pression n'est pas indiquée sur le flanc, il convient de se reporter à la pression spécifiée pour la capacité de charge maximale dans les manuels pertinents relatifs aux pneumatiques.

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 constante comprise entre 4 km/h et 11 km/h et sur un rapport permettant de couvrir un intervalle de vitesses d'au moins 19 km/h du début à la fin du programme d'essai (par exemple, R-T1-T2-T3-R).

Le rapport recommandé en troisième ou quatrième devrait permettre d'obtenir le taux de glissement moyen minimal de 10 % 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 du paragraphe 4.7.2.1.1, où il n'est pas possible de disposer d'un véhicule de série équipé d'un système antipatinage, le conducteur maintient lui-même manuellement le taux de glissement moyen entre 10 et 40 % (procédure du glissement contrôlé, remplaçant celle du glissement non contrôlé) dans le même intervalle de vitesses. Si l'on n'utilise pas de différentiel pouvant être bloqué, la différence de taux de glissement moyen entre les roues motrices gauche et droite ne doit pas dépasser 8 % pour chaque essai. 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 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 6 fois. Le coefficient de variation (écart type/moyenne $\times 100$) 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 10 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 6 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.

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

4.8.3 Calcul de l'accélération moyenne AA

R_1 étant la moyenne des valeurs AA obtenues à l'issue du premier essai du pneumatique de référence et R_2 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	$R_a = 1/2 (R_1 + R_2)$
2 R - T1 - T2 - R	T1 T2	$R_a = 2/3 R_1 + 1/3 R_2$ $R_a = 1/3 R_1 + 2/3 R_2$
3 R - T1 - T2 - T3 - R	T1 T2 T3	$R_a = 3/4 R_1 + 1/4 R_2$ $R_a = 1/2 (R_1 + R_2)$ $R_a = 1/4 R_y + 3/4 R_y$

« 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

	<i>Coefficient de la force d'accélération (« AFC »)</i>
Pneumatique de référence	$AFC(R) = \frac{R_a}{g}$
Pneumatique à contrôler	$AFC(T) = \frac{T_a}{g}$

R_a et T_a sont exprimés en m/s^2

« g » = accélération de la gravité (arrondie à $9,81 m/s^2$)

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.

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

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).

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

On entend par « distance à glissement nul » la distance calculée lors d'un essai réalisé à une vitesse constante ou avec une accélération faible continue.

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 ci-dessus.

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 :

$$\text{Indice d'adhérence sur neige} = \text{SG1} \times \text{SG2}$$

- 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 1

Définition du pictogramme du « Symbole alpin »



Au minimum 15 mm de base et 15 mm de hauteur.

Le dessin ci-dessus n'est pas à l'échelle.

Annexe 7 – Appendice 2

Procès-verbal d'essai et données relatives à l'essai pour les pneumatiques des catégories C1 et C2

Première partie : Procès-verbal

1. Autorité d'homologation de type ou service technique :
2. Nom et adresse du demandeur :
3. Numéro du procès-verbal d'essai :
4. Nom du fabricant et marque commerciale ou désignation commerciale :
5. Classe de pneumatique :
6. Catégorie d'utilisation :
7. Indice de performances sur la neige par rapport au SRTT, déterminé conformément au paragraphe 6.4.1.1.
- 7.1 Procédure d'essai et SRTT utilisés :
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 :

	Au début des essais	À la fin des essais	Spécification
Conditions météorologiques			
Température ambiante			-2 °C à -15 °C
Température de la neige			-4 °C à -15 °C
Indice CTI			75 à 85
Autres			

3. Véhicule d'essai (marque, modèle et type, année) :
4. Caractéristiques du pneumatique d'essai :
- 4.1 Désignation de dimension du pneumatique et description de service :
- 4.2 Marque et désignation commerciale du pneumatique :
- 4.3 Données du pneumatique d'essai :

	SRTT (1 ^{er} essai)	Pneumatique à contrôler	Pneumatique à contrôler	SRTT (2 ^e essai)
Dimensions du pneumatique				

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

5. Résultats de l'essai : décélérations moyennes en régime (m/s²)/coefficient de traction¹

<i>Numéro de l'essai</i>	<i>Spécification</i>	<i>SRTT</i> (1 ^{er} essai)	<i>Pneumatique</i> à contrôler	<i>Pneumatique</i> à contrôler	<i>SRTT</i> (2 ^e essai)
1					
2					
3					
4					
5					
6					
Moyenne					
Écart type					
CV (%)	<6 %				
Validation SRTT	(SRTT) < 5 %				
Moyenne SRTT					
Indice d'adhérence sur neige		100			

¹ Biffer la mention inutile.

Annexe 7 – Appendice 3

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

Première partie : Procès-verbal

1. Autorité d'homologation de type ou service technique :
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 6.4.1.1
- 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</i> (1 ^{er} essai)	<i>Pneumatique</i> à contrôler 1	<i>Pneumatique</i> à contrôler 2	<i>Pneumatique</i> à contrôler 3	<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)					

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

<i>Essai (répétitions)</i>	<i>Spécification</i>	<i>SRTT</i> (1 ^{er} essai)	<i>Pneumatique</i> à contrôler 1	<i>Pneumatique</i> à contrôler 2	<i>Pneumatique</i> à contrôler 3	<i>SRTT</i> (2 ^e essai)
1						
2						
3						
4						
5						
6						
Valeur moyenne						
Écart type						
Taux de glissement (%)						
Coefficient de variation (%)	≤ 6 %					
Validation SRTT	(SRTT) ≤ 6 %					
Moyenne SRTT						
Indice d'adhérence sur neige		1,00				