



Transports Canada
Sécurité des véhicules automobiles

Transport Canada
Motor Vehicle Safety

DOCUMENT DE NORMES TECHNIQUES N° 135, révision 3

Systemes de freinage de véhicules légers

Le texte du présent document repose sur le *Code of Federal Regulations* des États-Unis (CFR), titre 49, partie 571, *Federal Motor Vehicle Safety Standard No. 135, Light vehicle brake systems*, révisé le 1^{er} octobre 2013.

Date de publication :	le 11 février 2015
Date d'entrée en vigueur :	le 11 février 2015
Date d'application obligatoire:	le 11 février 2015

(This document is also available in English)

Introduction

Conformément à l'article 12 de la *Loi sur la sécurité automobile*, un Document de normes techniques (DNT) s'entend d'un document, publié par le ministre conformément aux règlements, qui reproduit en tout ou en partie, dans les deux langues officielles du Canada, ou qui l'adapte, un texte édicté par un gouvernement étranger ou un document produit par un organisme international. L'adaptation du texte ou du document d'origine se fait notamment par modification de son contenu. De plus, le [*Règlement sur la sécurité des véhicules automobiles \(RSVA\)*](#) peut contenir des dispositions prévoyant que les dispositions du RSVA l'emportent sur celles du DNT en cas d'incompatibilité. En conséquence, il est recommandé d'utiliser un DNT conjointement avec la loi et le règlement pertinent. À titre indicatif, lorsque le règlement comporte des exigences supplémentaires ou exclut des exigences du DNT, des notes en bas de page indiquent le numéro du paragraphe dans le règlement.

Les DNT sont révisés de temps à autre afin d'y incorporer les modifications apportées au texte ou document d'origine et un avis de révision est publié dans la Partie I de la *Gazette du Canada*. Un numéro de révision est assigné à tous les DNT, « Révision 0 » indiquant la version initiale.

Identification des changements

Certains changements peuvent être apportés au contenu du texte ou document d'origine. Ces différences sont identifiées comme suit:

- Le soulignement correspond aux passages du texte qui ne font pas partie du texte ou du document d'origine, et qui, par conséquent, constituent du contenu supplémentaire par rapport au document d'origine.
- Le texte rayé correspond à des passages du texte ou du document d'origine qui ne font pas partie du DNT et qui ne s'appliquent pas en contexte canadien.
- «PASSAGE NON REPRODUIT» indique au lecteur que le passage de la disposition correspondante dans le texte ou dans le document d'origine n'a pas été reproduit dans le DNT.

Dates de publication, d'entrée en vigueur et de conformité obligatoire

La date de publication est la date que le DNT paraît sur le site web de Transports Canada.

La date d'entrée en vigueur d'un DNT initial (c. -à-d. la révision 0) correspond à la date d'entrée en vigueur de la disposition des RSVA qui l'inclut par renvoi (la disposition de renvoi).

De la même manière, la date d'entrée en vigueur d'un DNT révisé (p. ex., la révision 1) qui est accompagné d'une modification à la disposition de renvoi des RSVA correspond à la date d'entrée en vigueur de la disposition de renvoi modifiée.

La date d'entrée en vigueur d'un DNT révisé (p. ex., la révision 2) qui n'est pas accompagné d'une modification à la disposition de renvoi des RSVA correspond à la date de publication du DNT.

La date de conformité obligatoire est celle à laquelle il est obligatoire de se conformer aux exigences d'un DNT. Si les dates d'entrée en vigueur et de conformité obligatoire sont différentes, les exigences antérieures à la date d'entrée en vigueur du DNT ou celles du présent DNT peuvent être observées jusqu'à la date de conformité obligatoire.

Version officielle des Documents de normes techniques

La version PDF est une réplique du DNT publié par le Ministère et elle doit être utilisée aux fins d'interprétation et d'application juridiques.

Table des matières

Introduction	i
S1. Portée	1
S2. Objet	1
S3. Domaine d'application	1
S4. Définitions	1
S5. Exigences en matière d'équipement	4
S5.1 Système de frein de service	4
S5.2 Système de frein de stationnement	4
S5.3 Commandes	4
S5.4 Réservoirs	4
S5.5 Indication de fonctionnement du système de freinage	6
S5.6 Intégrité du système de freinage	8
S6. Conditions d'essais générales	8
S6.1 Conditions ambiantes	8
S6.2 Surface d'essai de la chaussée	8
S6.3 État du véhicule	9
S6.4 Instruments	12
S6.5 Procédures et conditions	14
S7. Procédures d'essais routiers et exigences relatives à l'efficacité	15
S7.1 Rodage	16
S7.2 Blocage des roues	17
S7.3 Efficacité du système ABS [en réserve]	20
S7.4 Utilisation de l'adhérence (méthode avec roue de mesure)	20
S7.5 Efficacité à froid	23
S7.6 Efficacité à haute vitesse	24
S7.7 Arrêts avec moteur coupé	24
S7.8 Défaillance de fonctionnement du dispositif de frein antiblocage	25
S7.9 Défaillance de fonctionnement du compensateur de freinage	26
S7.10 Défaillance partielle	27
S7.11 Unité de servo-frein ou unité d'assistance de frein inopérante (système privé de sa capacité de freinage)	28

S7.12 Frein de stationnement _____	30
S7.13 Ralentissements de réchauffage _____	32
S7.14 Essai d'efficacité à chaud _____	33
S7.15 Arrêts de refroidissement des freins _____	34
S7.16 Essai d'efficacité en récupération _____	35
S7.17 Inspection finale _____	36

Liste des figures et tableau

Figure 1 — Installations typiques de thermocouples enfichables _____	13
Figure 2 — Exigences d'utilisation de l'adhérence _____	23
Figure 3 — Point de mesure de la force de freinage exercée (frein à main) _____	31
Tableau 1 — Calendrier des essais routiers _____	16

S1. Portée

Le présent Document de normes techniques (DNT) ~~La présente norme~~ prescrit les exigences relatives aux systèmes de frein de service et de frein de stationnement connexes.

S2. Objet

Le présent DNT ~~La présente norme~~ vise à assurer l'efficacité et la sécurité du freinage dans des conditions normales et d'urgence.

S3. Domaine d'application

[PASSAGE NON REPRODUIT] Aux fins d'application, se référer à l'annexe III et au paragraphe 135(1) de l'annexe IV du [Règlement sur la sécurité des véhicules automobiles](#).

S4. Définitions

Blocage des roues désigne l'action de patinage des roues qui sont bloquées complètement. (*wheel lockup*)

Coefficient de freinage désigne la pente de la courbe de régression linéaire selon la méthode des moindres carrés qui représente le mieux la puissance totale mesurée à un frein en fonction de la pression mesurée dans le circuit lorsqu'un effort de freinage donné est exercé et sans qu'il y ait blocage des roues. (*brake factor*)

Coefficient de freinage objectif désigne la moyenne arithmétique de tous les coefficients de freinage mesurés à partir des vingt manœuvres de freinage établies en [S7.4](#), et ce, à toutes les roues munies de freins donnés. (*objective brake factor*)

Coefficient maximal de friction ou **PFC** désigne le rapport de la force longitudinale maximale aux roues pendant l'essai de freinage sur la force verticale s'exerçant simultanément, avant le blocage des roues, à mesure que le couple de freinage augmente. (*peak friction coefficient* or *PFC*)

~~* **Compensateur de freinage** désigne un système muni d'un ou de plusieurs dispositifs de compensation qui modifient automatiquement la pression de freinage entre deux roues ou plus de manière à compenser les changements de charge statique sur les essieux causés par des changements de charge statique ou un transfert de poids dynamique ou encore par la décélération. (*variable brake proportioning system*)~~

Défaillance de fonctionnement désigne une défaillance d'un élément (électrique ou mécanique) qui rend le système partiellement ou complètement inopérant, sans pour autant en perturber l'intégrité structurale. (*functional failure*)

* Se référer au paragraphe 2(1) du [Règlement sur la sécurité des véhicules automobiles](#) pour la définition qui s'applique.

Diagrammes d'adhérence désigne les diagrammes indiquant, pour des conditions de charge données, l'adhérence utilisée à chaque essieu du véhicule en fonction du taux de freinage du véhicule. (*adhesion utilization curves*)

* **Dispositif de frein antiblocage** ou **ABS** désigne ~~une partie d'un système de frein de service qui empêche automatiquement le patinage d'une ou de plusieurs roues lors du freinage de la manière suivante :~~

- ~~(1) en détectant la vitesse angulaire de rotation des roues;~~
- ~~(2) en transmettant des signaux relatifs à la vitesse angulaire de rotation des roues à un ou plusieurs dispositifs de commande qui interprètent ces signaux et produisent en réaction des signaux de commande;~~
- ~~(3) en transmettant ces signaux de commande à un ou plusieurs modulateurs qui règlent l'effort de freinage en réaction à ces signaux. (*antilock brake system or ABS*)~~

* **Distance d'arrêt** désigne ~~la distance parcourue par un véhicule entre le moment où la commande du frein est actionnée et l'arrêt complet. (*stopping distance*)~~

Élément sous pression désigne un élément du système de freinage qui contient le liquide de frein ou qui commande ou détecte la pression du liquide. (*pressure component*)

Freins de service électriques désigne des freins de service qui utilisent l'énergie électrique pour faire fonctionner les freins. (*electrically-actuated service brakes*)

Masse poids du véhicule avec charge légère désigne la masse d'un véhicule sans charge plus 180 kg (396 lb), y compris le conducteur et les instruments. (*lightly loaded vehicle mass weight or LLVM LLVW*)

Pression de repos des freins désigne la pression maximale dans le circuit sans production d'un couple de freinage et établie à partir des coordonnées d'origine de pression de la courbe de régression linéaire selon la méthode des moindres carrés qui représente le mieux la pression totale mesurée à un frein en fonction de la pression mesurée dans le circuit lorsqu'un effort de freinage donné est exercé. (*brake hold-off pressure*)

* **Ralentissement** désigne ~~la décélération d'un véhicule au freinage à partir d'une vitesse de référence élevée jusqu'à une vitesse de référence plus faible, mais supérieure à zéro. (*snub*)~~

* **Système de frein de service partagé** désigne ~~un système de freinage composé de deux sous-systèmes ou plus actionnés à partir d'une seule commande conçue de sorte qu'une seule défaillance d'un sous-système (comme une fuite à un élément sous pression d'un sous-système hydraulique autre qu'une défaillance d'enveloppe commune à au moins deux sous-systèmes, ou une panne électrique dans un sous-système électrique) ne porte pas atteinte au fonctionnement des autres sous-systèmes. (*split service brake system*)~~

Système de freinage à récupération ou **RBS** désigne un système à énergie électrique qui est installé sur un véhicule électrique pour récupérer ou dissiper l'énergie cinétique, et qui utilise le ou les moteurs de propulsion comme ralentisseurs pour le freinage partiel des véhicules

électriques et retourne l'énergie électrique aux batteries de propulsion ou dissipe l'énergie électrique. (*regenerative braking system* or *RBS*)

* **Système de freinage hydraulique** désigne un système muni d'un dispositif qui transmet au frein de service, par l'intermédiaire d'un liquide, l'effort exercé sur la commande du frein et qui peut comporter une unité d'assistance de frein ou une unité de servo-frein. (*hydraulic brake system*)

* **Système de secours** désigne une partie des freins de service, telle une pompe, qui fournit automatiquement l'énergie nécessaire au freinage en cas de panne du circuit d'alimentation principale des freins. (*backup system*)

Taux de freinage désigne la décélération du véhicule divisée par la constante d'accélération terrestre. (*braking ratio*)

Température initiale des freins désigne la température moyenne des freins de service à l'essieu le plus chaud d'un véhicule, à une distance de 0,32 km (0,2 mi) avant le serrage des freins. (*initial brake temperature* or *IBT*)

* **Unité d'assistance de frein** désigne un dispositif monté sur un système de freinage hydraulique qui permet au conducteur d'exercer moins d'effort sur la commande de frein au moment du freinage mais qui, s'il est inopérant, n'empêche pas le conducteur d'arrêter le véhicule en exerçant une force constante sur la commande de frein de service. (*brake power assist unit*)

* **Unité de servo-frein** désigne un dispositif monté sur un système de freinage pour fournir l'énergie nécessaire pour actionner les freins directement ou indirectement, au moyen d'un dispositif auxiliaire, le rôle du conducteur se limitant à doser la force exercée sur la commande de frein. (*brake power unit*)

Véhicule électrique ou **EV** désigne un véhicule automobile équipé d'un moteur électrique qui absorbe du courant en provenance de batteries d'accumulateurs rechargeables, de piles à combustible ou d'autres sources portatives de courant électrique, et qui peut comprendre une source d'énergie non électrique conçue pour recharger les batteries et ses composants. (*electric vehicle* or *EV*)

Vitesse maximale d'un véhicule ou V_{max} désigne la plus haute vitesse que le véhicule peut atteindre au taux d'accélération maximal, sur surface plane, départ arrêté, sur une distance de 3,2 km (2 mi), lorsque le véhicule est à sa masse avec charge légère, et, dans le cas d'un véhicule électrique, lorsque l'état de charge des batteries de propulsion n'est pas inférieur à 95 p. 100 au début de l'essai. (*maximum speed of a vehicle* or V_{max})

* Se référer au paragraphe 2(1) du [Règlement sur la sécurité des véhicules automobiles](#) pour la définition qui s'applique.

S5. Exigences en matière d'équipement

S5.1 Système de frein de service

Tout véhicule doit être muni d'un système de frein de service agissant sur toutes les roues.

S5.1.1 Rattrapage de l'usure des garnitures. L'usure des garnitures des freins de service doit être compensée au moyen de dispositifs automatiques de rattrapage d'usure.

S5.1.2 Usure. L'usure des garnitures de tous les freins de service doit être signalée au moyen :

- (a) de dispositifs visuels ou sonores qui signalent au conducteur qu'il est temps de remplacer les garnitures; ou
- (b) de dispositifs permettant de vérifier le degré d'usure des garnitures, par l'extérieur ou par le dessous du véhicule, et qui font appel à des outils ou à de l'équipement normalement fournis avec le véhicule. À cette fin, il est permis de déposer les roues.

S5.1.3 Système de freinage à récupération

- (a) Dans le cas d'un véhicule électrique équipé du système RBS, le RBS est considéré comme une partie du système de frein de service s'il est activé automatiquement par l'application de la commande du frein de service, si le conducteur ne dispose d'aucun moyen pour le débrancher ou le désactiver, et s'il peut être activé quelle que soit la position de la boîte de vitesses, y compris le point mort.
- (b) Dans le cas des véhicules électriques où les systèmes ABS et RBS font partie du système de frein de service, le système ABS doit commander le système RBS.

S5.2 Système de frein de stationnement

Tout véhicule doit être muni d'un système de frein de stationnement du type à frottement dont l'équipement de maintien en position de freinage est purement mécanique.

S5.3 Commandes

S5.3.1 Une commande au pied (pédale) doit servir à actionner les freins de service. La commande du frein de stationnement doit être indépendante de la commande des freins de service. Il peut s'agir d'une commande à main ou au pied.

S5.3.2 Dans le cas des véhicules munis de dispositif de frein antiblocage, il est interdit d'installer une commande manuelle pour rendre inopérant, soit partiellement, soit complètement, le système ABS.

S5.4 Réservoirs

S5.4.1 Réservoirs des maîtres-cylindres. Tout maître-cylindre doit comporter un compartiment distinct pour chaque sous-système du frein de service qui en dépend. Une perte de liquide dans un des compartiments ne doit pas entraîner de perte dans les autres.

S5.4.2 Capacité du réservoir. Les réservoirs des maîtres-cylindres ou d'autres types de systèmes doivent avoir une capacité minimale équivalente au volume engendré par le déplacement, dans les cylindres de roues et dans les étriers de frein desservis par ces réservoirs, des pistons entre leur position lorsque les freins sont complètement desserrés et les garnitures neuves (réglées selon les spécifications du fabricant) et leur position lorsque les freins sont serrés à fond et les garnitures complètement usées (déterminées conformément à S7.17 c) ~~du présent DNT de la présente norme~~). Les réservoirs doivent avoir des compartiments complètement distincts pour chaque sous-système, sauf que, dans le cas où une portion d'un réservoir alimente au moins deux sous-systèmes, chaque compartiment partiel individuel doit avoir un volume au moins égal à celui engendré par la course complète du piston du maître-cylindre dont dépend le sous-système en question. Le réservoir de chaque unité de servo-frein desservant uniquement le système de freinage doit avoir une capacité minimale équivalente au volume de liquide nécessaire pour amener les pistons ou les accumulateurs du système à la pression normale de fonctionnement, et au volume engendré par le déplacement dans les cylindres de roues et dans les étriers de frein desservis par ce réservoir ou ces accumulateurs des pistons entre leur position lorsque les freins sont complètement desserrés et les garnitures neuves (réglées selon les spécifications du fabricant) et leur position lorsque les freins sont serrés à fond et les garnitures complètement usées.

¹ **S5.4.3 Avertissement concernant les réservoirs.** Tout véhicule muni de freins hydrauliques doit afficher un message d'avertissement concernant l'état du liquide de frein portant la mention suivante en lettres d'au moins 3,2 mm (0,125 po) de hauteur :
« AVERTISSEMENT. Nettoyer le bouchon de remplissage avant de l'enlever. Utiliser seulement du liquide _____ provenant d'un contenant scellé ». (Indiquer le type de liquide de frein recommandé dans le document 49 CFR 571.116, par exemple « DOT 3 ».) La mention doit être :

- a) apposée ou gravée en creux ou en relief de façon permanente;
- b) placée bien en vue à au plus 100 mm (3,94 po) du bouchon de remplissage du réservoir du liquide de frein ou sur ce bouchon;
- c) si elle n'est gravée ni en creux, ni en relief, d'une couleur contrastante avec son arrière-plan.

S5.4.4 Indicateur de niveau de liquide. Les réservoirs de liquide de frein doivent être construits de telle sorte qu'on puisse vérifier le niveau de liquide sans avoir à ouvrir le réservoir. Cette exigence est satisfaite si le véhicule est muni d'un réservoir de liquide de frein translucide ou d'un indicateur de niveau de liquide de frein conforme aux exigences stipulées en S5.5.1 a) 1).

¹ Se référer à l'annexe IV du *Règlement sur la sécurité des véhicules automobiles (RSVA)*, paragraphe 135(2).

S5.5 Indication de fonctionnement du système de freinage

Chaque véhicule doit être muni d'un ou de plusieurs indicateurs de fonctionnement du système de freinage installés face au conducteur et bien à sa vue et qui satisfont aux exigences stipulées de S5.5.1 à S5.5.5. En outre, un véhicule non muni d'un système de frein de service partagé doit être doté d'un avertisseur sonore qui doit se mettre en marche dans les conditions prescrites en S5.5.1 a).

S5.5.1 Mise en marche. Une lampe témoin doit s'allumer lorsque la clé de contact est à la position « on » (« marche ») et chaque fois que l'une des situations décrites de a) à g) se présente :

- a) Une baisse du niveau de liquide de frein ou une perte de pression du liquide (comme celle qui est provoquée par la rupture d'une conduite de frein, mais non par la rupture d'une enveloppe commune à deux sous-systèmes ou plus) dans une des éventualités suivantes (au choix du fabricant) :
 - 1) une baisse du niveau de liquide dans le réservoir d'un maître-cylindre au-dessous du niveau recommandé par le fabricant, ou jusqu'au quart de la capacité de ce réservoir, selon la baisse la plus forte;
 - 2) dans le cas de véhicules munis d'un système de frein de service partagé, une pression différentielle de 1,5 MPa (218 lb/po²) entre les sous-systèmes intacts ou défectueux et mesurée à la sortie d'un maître-cylindre ou d'un cylindre récepteur;
 - 3) une baisse de la pression d'alimentation dans une unité de servo-frein, à la moitié de la pression normale du système.
- b) Une défaillance de fonctionnement électrique d'un dispositif de frein antiblocage ou d'un compensateur de freinage.
- c) Le serrage du frein de stationnement.
- d) L'usure complète des garnitures de frein, si le fabricant a choisi d'installer un indicateur électrique qui satisfait aux exigences stipulées en S5.1.2 a).
- e) Dans le cas des véhicules munis de freins de service électriques, défaillance de l'alimentation en énergie électrique des freins, ou diminution de l'état de charge des batteries en dessous du niveau prévu par le fabricant pour le déclenchement du dispositif d'avertissement en cas de dégradation des freins.
- f) Dans le cas des véhicules munis d'un système de frein de service dont le signal de commande est transmis par impulsion électrique, défaillance d'un circuit de commande des freins.
- g) Dans le cas des véhicules électriques où le système RBS fait partie du système de frein de service, défaillance du système RBS.

S5.5.2 Contrôle de fonctionnement

- a) Tous les indicateurs doivent s'allumer, à des fins de contrôle, dans les cas suivants :
 - 1) Ils doivent s'allumer automatiquement lorsque la clé de contact est à la position « on » (« run »), le moteur ne tournant pas, ou lorsque la clé se trouve à une position intermédiaire entre « on » (« run ») et « start », prévue par le fabricant à des fins de contrôle.
 - 2) Le conducteur peut aussi les allumer temporairement au moyen d'un bouton-test ou d'un contact monté en face de lui et bien à sa vue sur le tableau de bord. Dans le cas d'un indicateur de frein de stationnement, l'indicateur doit s'allumer lorsque le frein de stationnement est serré et que la clé de contact est à la position « on » (« run »).
- b) Dans le cas d'un véhicule muni d'un dispositif d'interdiction de démarrage du moteur dans une ou plusieurs conditions, les fonctions de contrôle qui satisfont aux exigences prescrites en S5.5.2 a) n'ont pas à être en opération dans une des conditions où le moteur ne peut être mis en route.
- c) Le fabricant doit préciser la méthode d'essai de la fonction de contrôle des freins dans le manuel de l'utilisateur.

S5.5.3 Durée. Tout indicateur qui s'allume dans l'une des situations visées en S5.5.1 doit rester allumé tant que la situation demeure la même, lorsque la clé de contact est en position « on » (« run »), peu importe que le moteur tourne ou non.

S5.5.4 Fonctionnement. Lorsqu'un indicateur visuel est allumé, il peut être à illumination continue ou intermittente, sauf que dans le cas d'un véhicule qui n'est pas muni d'un système de frein de service partagé, l'indicateur doit s'allumer par intermittence (clignotement). L'avertisseur sonore d'un véhicule non muni d'un système de frein de service partagé doit fonctionner en continu ou par intermittence.

S5.5.5 Affichage

- a) Chaque indicateur visuel doit afficher un ~~mot ou des mots~~ **identificateur** conformément aux exigences de l'article 101 du [Règlement sur la sécurité des véhicules automobiles](#) de la norme n° 101 (49 CFR 571.101) et de la présente section, qui peuvent être lus facilement par le conducteur de jour comme de nuit lorsque l'indicateur est allumé. ~~À moins d'indication contraire, les lettres des mots doivent avoir une hauteur d'au moins 3,2 mm (1/8 po) et la couleur des lettres doit contraster avec celle de l'arrière-plan, l'une des couleurs étant le rouge. En plus des mots ou des symboles prescrits dans l'article 101 la norme n° 101 et dans la présente section, d'autres mots ou symboles peuvent être affichés pour plus de clarté.~~
- b) Les véhicules munis d'un système de frein de service partagé peuvent comporter un indicateur commun pour signaler une ou plusieurs des fonctions décrites de S5.5.1 a) à S5.5.1 g). ~~Le cas échéant, l'indicateur doit afficher le mot « Brake » (frein).~~

- c) Les véhicules sans système de frein de service partagé doivent être munis d'un indicateur distinct pour signaler une des défaillances signalées en S5.5.1 a). L'indicateur doit afficher les mots « STOP - BRAKE FAILURE » (Arrêter - défaillance des freins) en lettres majuscules d'au moins 6,4 mm (1/4 po) de hauteur.
- d) [PASSAGE NON REPRODUIT] Aux fins d'application, pour l'affichage d'un témoin lumineux pour signaler une ou plusieurs des conditions décrites en S5.5.1 a) à S5.5.1 g), se référer à l'article 101 de l'annexe IV du [Règlement sur la sécurité des véhicules automobiles](#).

S5.6 Intégrité du système de freinage

Tout véhicule doit pouvoir satisfaire à toutes les exigences d'efficacité indiquées dans le présent DNT ~~la présente norme~~ sans :

- a) qu'il n'y ait séparation ou rupture d'un élément du système de freinage, par exemple des ressorts de frein, des garnitures de disques ou des segments de frein, sauf des fissures mineures qui ne compromettent pas la fixation des surfaces de frottement. Tous les éléments mécaniques du système de freinage doivent être en parfait état et doivent fonctionner correctement. Les déchirures des garnitures de frottement (détachement complet des garnitures) ne doivent pas dépasser 10 p. 100 de la surface de l'élément de frottement;
- b) qu'il n'y ait de trace visible de liquide de frein ou de lubrifiant sur les surfaces de frottement des freins, ni de fuites aux joints d'étanchéité, aux orifices de remplissage ou aux couvercles des réservoirs des maîtres-cylindres ou des unités de servo-frein.

S6. Conditions d'essais générales

Tout véhicule doit satisfaire aux exigences d'efficacité prescrites en S7 dans les conditions suivantes et conformément aux méthodes et à l'ordre des essais prescrits. Si plusieurs conditions sont stipulées, le véhicule doit pouvoir satisfaire aux exigences dans toutes ces conditions.

S6.1 Conditions ambiantes

S6.1.1 Température ambiante. La température ambiante doit être comprise entre 0°C (32°F) et 40°C (104°F).

S6.1.2 Vitesse du vent. La vitesse du vent ne doit pas être supérieure à 5 m/s (11,2 mi/h).

S6.2 Surface d'essai de la chaussée

S6.2.1 Friction de la chaussée. À moins d'indication contraire, la surface de la chaussée doit avoir un coefficient maximal de friction équivalant à 0,9 lorsque mesuré au moyen d'un pneu d'essai qui répond aux exigences de la norme E1136-93 de l'ASTM (approuvée de nouveau en 2003) (~~incorporée par renvoi, partie §571.5 pour la citation complète, voir la liste à la partie 571.5 du chapitre V du titre 49 du Code of Federal Regulations, ci-après appelée 49 CFR, partie 571.5~~), conformément à la méthode E1337-90 de l'ASTM

(approuvée de nouveau en 2008) (~~incorporée par renvoi, partie §571.5 pour la citation complète, voir 49 CFR, partie 571.5~~), à une vitesse de 64,4 km/h (40 mi/h), sans tenir compte des projections d'eau.

S6.2.2 Pente. Sauf pour les essais d'immobilisation en pente à l'aide du frein de stationnement, la surface d'essai ne doit pas avoir une pente supérieure à 1 p. 100 dans la direction de l'essai, ni supérieure à 2 p. 100 dans le sens perpendiculaire à la direction de l'essai.

S6.2.3 Largeur de la chaussée. Les essais routiers doivent être exécutés sur une chaussée dont la largeur est de 3,5 m (11,5 pi).

S6.3 État du véhicule

S6.3.1 Masse ~~Poids~~ du véhicule

S6.3.1.1 Pour les essais au PNBV, le véhicule doit être chargé à son PNBV de sorte que le poids sur chaque essieu, mesuré au point de contact pneu-sol, soit proportionnel au PNBE du véhicule, le réservoir de carburant étant plein. Toutefois, si le poids sur tout essieu d'un véhicule à sa masse ~~son poids~~ avec charge légère dépasse le poids proportionnel sur chaque essieu lorsque le véhicule est à son PNBV, la charge requise pour correspondre à la portion du PNBV doit être disposée de manière à ce que la masse ~~le poids~~ sur cet essieu reste la même que pour la masse ~~le poids~~ d'un véhicule avec charge légère.

S6.3.1.2 Pour les essais à la masse ~~au poids~~ avec charge légère, le véhicule doit être à sa masse ~~son poids~~ avec charge légère, de sorte que la charge supplémentaire soit répartie dans la zone du siège du passager avant du véhicule.

S6.3.2 Remplissage du réservoir de carburant. Au début de l'essai, le réservoir de carburant doit être plein et il doit toujours être rempli à au moins 75 p. 100 de sa capacité à tout moment de l'essai.

S6.3.3 Préparation des garnitures de frein. Au cours des préparatifs en vue des essais routiers, les freins du véhicule doivent être dans le même état qu'au moment de la fabrication du véhicule. Aucun rodage ni autre préparatif n'est autorisé, à moins que les véhicules vendus aux particuliers soient préparés de la même façon dans le cadre de leur construction.

S6.3.4 Réglages et réparations. Les exigences doivent être satisfaites sans qu'on ait à remplacer une partie quelconque du système de freinage ni à régler le système de freinage, sauf si le présent DNT ~~la présente norme~~ le stipule. Si les freins doivent être réglés comme prescrit en S7.1.3, régler les freins, y compris les freins de stationnement, conformément aux recommandations du fabricant. Aucun réglage des freins n'est autorisé pendant ni entre les essais prescrits.

S6.3.5 Rattrapeurs automatiques d'usure des garnitures. Les rattrapeurs d'usure des garnitures doivent fonctionner tout au long des essais. Les rattrapeurs peuvent être réglés manuellement ou par d'autres moyens, selon les recommandations du fabricant, seulement au début de l'essai routier.

S6.3.6 Dispositif de frein antiblocage (ABS). Si le véhicule est muni de freins ABS, ces freins doivent fonctionner correctement au cours de tous les essais, sauf lorsque prescrit autrement dans les sections suivantes.

S6.3.7 Soupape du compensateur de freinage. Si le véhicule est muni d'un compensateur de freinage, la soupape de compensation doit fonctionner correctement au cours de tous les essais, sauf dans le cas de l'essai avec compensateur de freinage défectueux.

S6.3.8 Pression de gonflage des pneus. La pression de gonflage des pneus doit être la pression recommandée par le fabricant pour le PNBV du véhicule.

S6.3.9 Moteur. Les réglages de l'allumage et de la vitesse de ralenti du moteur doivent correspondre à ceux recommandés par le fabricant. Si le véhicule est muni d'un régulateur de régime du moteur réglable, le réglage doit être celui qui est recommandé par le fabricant.

S6.3.10 Ouvertures du véhicule. Toutes les ouvertures du véhicule (portes, glaces, capot, coffre à bagages, toit ouvrant, ouvertures de chargement, etc.) doivent être fermées, sauf celles requises pour l'installation d'instruments.

S6.3.11 État de charge des batteries de véhicules électriques

S6.3.11.1 L'état de charge des batteries de propulsion est déterminé conformément aux exigences de la pratique recommandée J227a (1976) de la SAE (~~incorporée par renvoi, partie §571.5~~ pour la citation complète, voir 49 CFR, partie 571.5). Les articles de la norme J227a (1976) qui s'appliquent sont les suivants : 3.2.1 à 3.2.4, 3.3.1 à 3.3.2.2, 3.4.1 et 3.4.2, 4.2.1, 5.2, 5.2.1 et 5.3.

S6.3.11.2 Au début de chaque séance de rodage de la série d'essais (S7.1 ~~du présent DNT de la présente norme~~), les batteries de propulsion doivent se trouver à l'état de charge maximal recommandé par le fabricant, comme indiqué dans le manuel de l'utilisateur du véhicule ou sur une étiquette fixée en permanence sur le véhicule, ou, si le fabricant n'a fait aucune recommandation, dans un état de charge qui n'est pas inférieur à 95 p. 100. Pendant la séance de rodage de 200 arrêts, les batteries de propulsion doivent, après chaque série de 40 arrêts de rodage, être remises à l'état de charge maximal déterminé ci-devant, et ce jusqu'à la fin de la séance de rodage. Pendant une série de 40 arrêts particulière, les batteries peuvent être rechargées à intervalles plus courts si le véhicule électrique est incapable d'atteindre la vitesse d'essai de rodage initiale. Durant chaque séance de rodage, les batteries de propulsion peuvent être rechargées à l'aide d'un dispositif extérieur ou remplacées par des batteries qui sont dans un état de charge qui n'est pas inférieur à 95 p. 100. Dans le cas des véhicules électriques à commande manuelle pour le réglage du niveau de freinage à récupération, la commande manuelle, au début de chaque séance de rodage, doit être réglée de manière à assurer la puissance maximale du freinage à récupération pendant toute la séance du rodage.

S6.3.11.3 Au début de chaque essai d'efficacité de la série d'essais (S7.2 à S7.17 ~~du présent DNT de la présente norme~~), à moins d'indication contraire, les batteries de propulsion d'un véhicule électrique doivent se trouver à l'état de charge maximal recommandé par le fabricant, comme indiqué dans le manuel de l'utilisateur du véhicule ou sur une étiquette fixée en permanence sur le véhicule, ou, si le fabricant n'a fait aucune recommandation, dans un état de charge qui n'est pas inférieur à 95 p. 100. Les batteries de propulsion ne doivent pas être rechargées durant les essais d'efficacité de la série d'essais prévue par le présent DNT ~~la présente norme~~. Si les batteries de propulsion se déchargent durant une série d'essais à tel

point que le dispositif d'arrêt automatique se déclenche, que le véhicule refuse d'accélérer ou que l'indicateur de bas état de charge s'allume, on doit faire en sorte que le véhicule atteigne la vitesse d'essai de freinage par des moyens auxiliaires. Si une batterie est remplacée plutôt que rechargée, on doit charger la batterie de remplacement et en mesurer l'état de charge conformément aux présentes procédures.

S6.3.12 État de charge des batteries des freins de service électriques. Les véhicules équipés de freins de service électriques doivent aussi être assujettis à la série d'essais suivante. Effectuer 10 essais d'arrêt à une vitesse de 100 km/h (62,1 mi/h) ou à la vitesse maximale du véhicule, si cette dernière est inférieure à 100 km/h (62,1 mi/h). Dans au moins deux cas sur 10, les distances d'arrêt doivent être inférieures ou égales à 70 m (230 pi). Le véhicule doit être chargé à son PNBV pour ces essais et la boîte de vitesses doit être au point mort quand la commande des freins de service est actionnée et tout au long de l'essai. Toute batterie qui alimente les freins de service électriques doit être épuisée pour satisfaire aux conditions d'essai indiquées, selon le cas, aux sous-alinéas a), b) ou c) du présent alinéa. On peut se servir de moyens auxiliaires pour permettre au véhicule électrique d'atteindre la vitesse d'essai.

- a) Dans le cas des véhicules électriques équipés de freins de service électriques alimentés par les batteries de propulsion et d'un dispositif d'arrêt automatique des moteurs de propulsion, la charge des batteries de propulsion ne doit pas dépasser de plus de 5 p. 100 la valeur limite réelle d'arrêt automatique. On détermine la valeur limite en mesurant l'état de charge de chaque batterie de propulsion au moment d'un arrêt automatique.
- b) Dans le cas des véhicules électriques équipés de freins de service électriques alimentés par les batteries de propulsion, mais sans un dispositif d'arrêt automatique des moteurs de propulsion, la moyenne de charge des batteries de propulsion ne doit pas dépasser de plus de 5 p. 100 le niveau d'état de charge réel qui entraîne l'allumage de la lampe témoin indiquant une défaillance du système de frein conformément à S5.5.1 e) du présent DNT ~~de la présente norme~~.
- c) Dans le cas des véhicules qui sont munis d'une ou de plusieurs batteries auxiliaires pour alimenter en énergie électrique les freins de service électriques, la moyenne de charge des batteries auxiliaires ne dépasse pas de plus de 5 p. 100 le niveau d'état de charge réel qui entraîne l'allumage de la lampe témoin indiquant une défaillance du système de frein conformément à S5.5.1 e) du présent DNT ~~de la présente norme~~.

S6.3.13 Véhicules électriques

S6.3.13.1

- a) Dans le cas des véhicules électriques équipés d'un système RBS qui fait partie du système de frein de service, le RBS doit fonctionner pendant la séance de rodage et tous les essais, sauf celui qui exige que le RBS soit hors service.
- b) Dans le cas des véhicules électriques équipés d'un système RBS qui ne fait pas partie du système de frein de service, le RBS doit fonctionner et doit être réglé pour produire la puissance de freinage à récupération maximale pendant le rodage, et être mis hors service pendant les essais. Si le système RBS du véhicule est

automatiquement mis hors service quand on met la boîte de vitesses au point mort, les essais qui sont destinés à être effectués lorsque la boîte de vitesses est en prise peuvent être faits lorsqu'elle est au point mort.

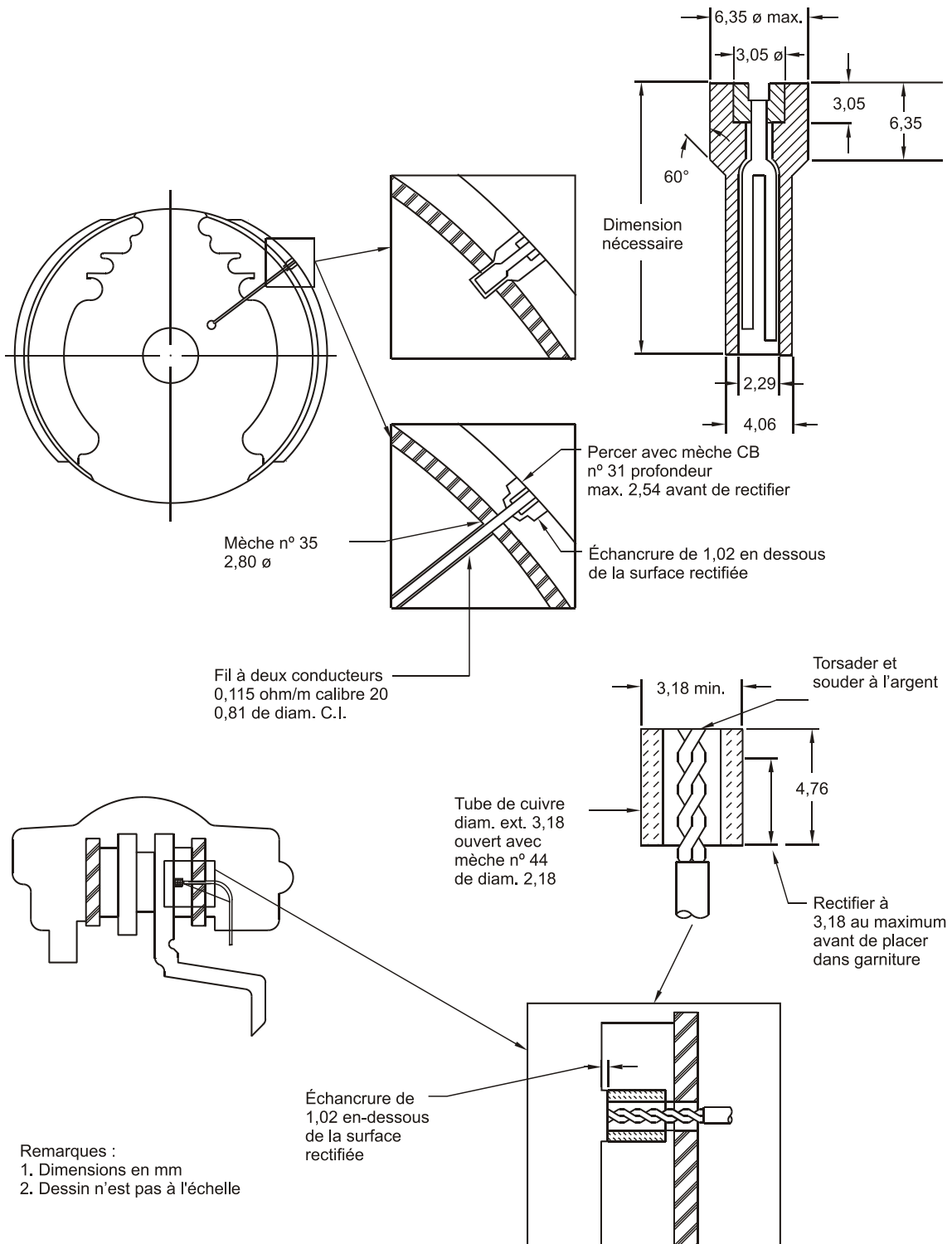
S6.3.13.2 Dans le cas des essais faits « au point mort », le conducteur d'un véhicule électrique qui ne dispose pas d'un « point mort » (ou d'un autre moyen, comme d'un embrayage, pour désengager le train de roulement du ou des moteurs de propulsion) doit s'abstenir d'appliquer quelque force électromotrice que ce soit aux moteurs de propulsion. Toute force électromotrice qui est automatiquement appliquée aux moteurs de propulsion doit rester en action à moins d'indication contraire dans le libellé de la procédure d'essai.

S6.4 Instruments

S6.4.1 Mesure de la température aux freins. On mesure la température aux freins au moyen de thermocouples enfichables montés à peu près au centre de la longueur et de la largeur de la garniture du disque ou du segment de frein le plus fortement chargé, un par frein, comme le montre la figure 1. Un deuxième thermocouple peut être monté au début de l'essai au cas où l'usure de la garniture soit suffisante pour que le premier thermocouple entre en contact avec la surface métallique de frottement d'un tambour ou d'un disque. Dans le cas des garnitures munies d'une rainure centrale, les thermocouples sont montés à une distance comprise entre 3 mm (0,12 po) et 6 mm (0,24 po) de la rainure, aussi près que possible du centre.

S6.4.2 Mesure de la pression dans la conduite de frein en vue de l'essai avec roue de mesure. Chaque circuit hydraulique du véhicule doit être muni de transducteurs de pression. Sur les circuits hydrauliques compensés, le transducteur de pression doit se trouver en aval de la soupape de compensation en service.

S6.4.3 Mesure du couple de freinage en vue de l'essai avec roue de mesure. Chaque roue du véhicule doit être munie d'une roue de mesure, y compris de bagues collectrices et d'indicateurs de vitesse de la roue, permettant de détecter tout blocage d'une roue donnée.



Remarque: Le deuxième thermocouple doit être installé à une profondeur de 2,03 mm (0,08 po) à 25,4 mm (1 po) ou moins d'un côté ou l'autre (dans le sens de la circonférence) du thermocouple installé à une profondeur de 1,02 mm (0,04 po).

Figure 1 — Installations typiques de thermocouples enfichables

S6.5 Procédures et conditions

S6.5.1 Commande de frein. Toutes les exigences d'efficacité du système de frein de service, y compris les exigences stipulées en S7.7, S7.10 et S7.11 relativement au système de frein partiel, doivent être satisfaites uniquement avec l'emploi de la commande des freins de service.

S6.5.2 Vitesses d'essai. Si un véhicule ne peut atteindre la vitesse d'essai prescrite, il doit être soumis aux essais à une vitesse égale à un multiple de 5 km/h (3,1 mi/h) qui est de 4 à 8 km/h (2,5 à 5,0 mi/h) inférieure à sa vitesse maximale et il doit pouvoir s'arrêter sur la distance d'arrêt exprimée par la formule prévue pour cette exigence.

S6.5.3 Distance d'arrêt

S6.5.3.1 Pour calculer l'efficacité de freinage d'un véhicule, il faut en mesurer la distance d'arrêt à une vitesse initiale donnée.

S6.5.3.2 À moins d'indication contraire, le véhicule doit s'arrêter sur la plus courte distance réalisable à tous les arrêts (effort optimal de freinage). Si le véhicule doit s'arrêter plus d'une fois dans les conditions d'essai prescrites, il satisfait aux exigences correspondantes en matière de distance d'arrêt si au moins un des arrêts s'effectue sur la distance d'arrêt prescrite.

S6.5.3.3 Dans les formules des distances d'arrêt prévues pour chaque essai pertinent (où $S \leq 0,10V + 0,0060V^2$), S correspond à la distance d'arrêt maximale en mètres et V correspond à la vitesse d'essai en km/h.

S6.5.4 Position et assiette du véhicule

S6.5.4.1 Le véhicule doit se trouver au centre de la chaussée au début de chaque freinage. Des modifications de la direction sont autorisées pendant chaque arrêt.

S6.5.4.2 Au cours des arrêts, aucune partie du véhicule ne doit quitter la chaussée et le véhicule ne doit pas dérapier de plus de $\pm 15^\circ$ par rapport à l'axe longitudinal de la chaussée.

S6.5.5 Commande de la boîte de vitesses

S6.5.5.1 Pendant les essais lorsque la commande de la boîte de vitesses est placée au point mort, tout arrêt ou ralentissement doit s'effectuer conformément aux méthodes suivantes :

- a) Dépasser la vitesse d'essai de 6 à 12 km/h (3,7 à 7,5 mi/h).
- b) Fermer la commande des gaz et laisser rouler le véhicule alors que la commande de la boîte de vitesses est en prise jusqu'à environ 3 km/h (1,9 mi/h) au-dessus de la vitesse d'essai.
- c) Mettre la commande de la boîte de vitesses au point mort (« N »).
- d) Lorsque la vitesse d'essai est atteinte, serrer les freins.

S6.5.5.2 Pendant les essais lorsque la commande de la boîte de vitesses est placée sur un rapport donné, tout arrêt ou ralentissement doit s'effectuer conformément aux méthodes suivantes :

- a) La commande de la boîte de vitesses étant placée à la position recommandée par le fabricant pour la conduite sur une surface de niveau à la vitesse d'essai pertinente, dépasser la vitesse d'essai de 6 à 12 km/h (3,7 à 7,5 mi/h).
- b) Fermer la commande des gaz et laisser rouler le véhicule alors que la commande de la boîte de vitesses est en prise.
- c) Lorsque la vitesse d'essai est atteinte, serrer les freins.
- d) Pour éviter que le moteur ne s'arrête, la commande d'une transmission manuelle peut être placée au point mort (« N ») (ou l'embrayage peut être débrayé) lorsque la vitesse du véhicule est inférieure à 30 km/h (18,6 mi/h).

S6.5.6 Température initiale des freins. Au premier arrêt de l'essai de freinage (autre que l'essai de maintien du frein de stationnement en pente), si la température initiale minimale au frein n'est pas atteinte, il faut réchauffer les freins à leur température initiale en les serrant une ou plusieurs fois à 50 km/h (31,1 mi/h), la décélération n'étant pas supérieure à 3 m/s² (9,8 pi/s²).

S7. Procédures d'essais routiers et exigences relatives à l'efficacité

Tout véhicule doit satisfaire à toutes les exigences pertinentes de la présente section, s'il subit des essais conformément aux conditions et aux méthodes établies ci-après et en S6, selon la séquence prescrite au tableau 1 :

Tableau 1 — Calendrier des essais routiers

Ordre des essais	N° section
Véhicule à son PNBV	
1 Rodage.....	S7.1
2 Blocage des roues.....	S7.2
Véhicule à sa masse son poids avec charge légère	
3 Blocage des roues.....	S7.2
4 Efficacité des freins ABS.....	S7.3
5 Roue de mesure.....	S7.4
Véhicule à son PNBV	
6 Roue de mesure.....	S7.4
7 Efficacité à froid.....	S7.5
8 Efficacité à haute vitesse.....	S7.6
9 Arrêts avec moteur coupé.....	S7.7
Véhicule à sa masse son poids avec charge légère	
10 Efficacité à froid.....	S7.5
11 Efficacité à haute vitesse.....	S7.6
12 Défaillance du système ABS.....	S7.8
13 Défaillance de la soupape de compensation.....	S7.9
14 Défaillance partielle.....	S7.10
Véhicule à son PNBV	
15 Défaillance partielle.....	S7.10
16 Défaillance du système ABS.....	S7.8
17 Défaillance de la soupape de compensation.....	S7.9
18 Défaillance d'une unité de servo-frein.....	S7.11
19 Frein de stationnement.....	S7.12
20 Ralentissements de réchauffage.....	S7.13
21 Efficacité à chaud.....	S7.14
22 Refroidissement des freins.....	S7.15
23 Efficacité en récupération.....	S7.16
24 Inspection finale.....	S7.17

S7.1 Rodage

S7.1.1 Généralités. Toute vérification des instruments avant les essais doit s'effectuer dans le cadre du rodage, y compris la contre-vérification après les réparations, les remplacements ou les réglages nécessaires. Les conditions d'essais de vérification des instruments doivent être conformes à celles prescrites dans la méthode d'essai de rodage en S7.1.2 et S7.1.3.

S7.1.2 Conditions visant le véhicule

- a) Charge du véhicule : PNBV seulement.
- b) Position de la commande de la boîte de vitesses : en prise.

S7.1.3 Conditions et procédures d'essai. Les conditions visant la chaussée pour des essais routiers prescrits en S6.2 ne s'appliquent pas au rodage.

- a) Température initiale des freins : $\leq 100^{\circ}\text{C}$ (212°F).
- b) Vitesse d'essai : 80 km/h (49,7 mi/h).
- c) Force exercée sur la pédale : régler la force pour maintenir la décélération constante prescrite.
- d) Décélération : maintenir une décélération constante de $3,0 \text{ m/s}^2$ ($9,8 \text{ pi/s}^2$).
- e) Blocage des roues : aucune roue ne doit être bloquée pendant plus de 0,1 seconde à des vitesses supérieures à 15 km/h (9,3 mi/h).
- f) Nombre d'arrêts : 200.
- g) Intervalle entre les arrêts : l'intervalle entre le serrage initial des freins et le début du serrage des freins suivant doit correspondre au temps requis pour abaisser la température initiale des freins à 100°C (212°F) ou moins, ou à une distance de 2 km (1,24 mi), selon la première des deux éventualités.
- h) Le véhicule doit accélérer à 80 km/h (49,7 mi/h) après chaque arrêt et maintenir cette vitesse jusqu'à l'arrêt suivant.
- i) Après le rodage, régler les freins conformément aux exigences prescrites en S6.3.4.

S7.2 Blocage des roues

S7.2.1 Généralités

- a) Cet essai vise à s'assurer que le blocage des roues avant se produit soit simultanément avec le blocage des roues arrière, soit avec une décélération inférieure à celle des roues arrière, quand le véhicule subit un essai sur une surface dont l'adhérence permet le blocage du premier essieu lorsque le taux de freinage est compris entre 0,15 et 0,80 inclusivement.
- b) Pour cet essai, le véhicule n'est pas muni de dispositif de frein antiblocage.
- c) L'essai de blocage des roues doit servir d'essai de sélection afin d'évaluer le blocage de l'essieu d'un véhicule et d'établir si un essai avec roue de mesure comme prescrit en S7.4 doit être effectué.
- d) Aux fins de l'essai, un blocage simultané des roues avant et des roues arrière désigne les conditions dans lesquelles l'intervalle entre le moment où le blocage de la dernière (deuxième) roue de l'essieu arrière et le blocage de la dernière (deuxième) roue de l'essieu avant est $\leq 0,1$ seconde lorsque la vitesse du véhicule est $> 15 \text{ km/h}$ (9,3 mi/h).
- e) Le blocage d'un essieu avant ou arrière désigne le moment où la dernière (deuxième) roue d'un essieu se bloque.

- f) Les véhicules dont l'essieu avant se bloque en même temps que l'essieu arrière, ou avec une décélération inférieure à celle de l'essieu arrière, n'ont pas à faire l'objet d'un essai avec roue de mesure.
- g) Les véhicules dont l'essieu arrière se bloque avec une décélération inférieure à celle de l'essieu avant doivent faire l'objet d'un essai avec roue de mesure, conformément à la méthode prescrite en S7.4.
- h) Pour établir le non-respect des exigences d'utilisation de l'adhérence, il faut se servir des résultats obtenus aux essais avec roue de mesure.

S7.2.2 Conditions visant le véhicule

- a) Charge du véhicule : PNBV et masse poids avec charge légère.
- b) Position de la commande de la boîte de vitesses : point mort (« N »).

S7.2.3 Conditions et procédures d'essai

- a) Température initiale des freins : $\geq 65^{\circ}\text{C}$ (149°F), $\leq 100^{\circ}\text{C}$ (212°F).
- b) Vitesse d'essai : 65 km/h (40,4 mi/h) pour un taux de freinage $\leq 0,50$; 100 km/h (62,1 mi/h) pour un taux de freinage $> 0,50$.
- c) Force exercée sur la pédale :
 - 1) la force est exercée sur la pédale et commandée par le conducteur ou au moyen d'un dispositif mécanique de commande de la pédale;
 - 2) augmenter la force exercée sur la pédale de façon linéaire de sorte que le premier essieu se bloque à au moins une demi-seconde (0,5 s) et à au plus une seconde et demie (1,5 s) après le début du freinage initial;
 - 3) relâcher la pédale lorsque le deuxième essieu se bloque ou, lorsque la force exercée sur la pédale atteint 1 kN (225 lb), ou 0,1 seconde après le blocage du premier essieu, selon la première éventualité.
- d) Blocage des roues : seul le blocage des roues à une vitesse supérieure à 15 km/h (9,3 mi/h) est retenu aux fins des résultats de l'essai.
- e) Surfaces d'essai : pour chaque condition de charge, l'essai doit être exécuté sur deux surfaces d'essai différentes permettant d'obtenir un taux de freinage compris entre 0,15 et 0,80 inclusivement. ~~NHTSA se réserve le droit de choisir les surfaces d'essai à utiliser en fonction des diagrammes d'adhérence ou de toute autre méthode permettant d'établir les conditions «dans les pires cas».~~
- f) Le matériel d'enregistrement des données doit avoir une fréquence minimale d'échantillonnage de 40 Hz.
- g) Données à consigner : les renseignements suivants doivent être consignés automatiquement et continuellement à chaque essai afin que les valeurs des variables obtenues puissent être comparées en temps réel.

- 1) Vitesse du véhicule.
 - 2) Force exercée sur la pédale.
 - 3) Vitesse angulaire à chaque roue.
 - 4) Décélération instantanée réelle du véhicule ou décélération calculée par différenciation de la vitesse du véhicule.
- h) Filtrage de la bande de vitesse : pour permettre le filtrage de la bande de vitesse, les instruments analogiques doivent être munis d'un filtre passe-bas dont la fréquence de coupure est inférieure d'un quart de la fréquence d'échantillonnage.
- i) Méthode d'essai : pour chaque surface d'essai, effectuer trois essais de freinage qui satisfont aux exigences prescrites concernant la force de freinage exercée et le blocage des roues. En vue d'obtenir trois résultats valides, jusqu'à six essais de freinage peuvent être exécutés. Seuls les trois premiers résultats valides obtenus sont retenus aux fins d'analyse des données.

S7.2.4 Exigences relatives à l'efficacité

- a) Pour passer l'essai avec succès, un véhicule doit satisfaire aux exigences sur toutes les surfaces d'essai et de sorte que le taux de freinage obtenu soit compris entre 0,15 et 0,80 inclusivement.
- b) Au cours des trois essais valides sur chaque surface, si l'essieu avant se bloque avant ou en même temps que l'essieu arrière, ou que l'essieu avant se bloque avec une seule roue de l'essieu arrière ou sans blocage de l'essieu arrière, le véhicule n'a pas à faire l'objet d'un essai avec roue de mesure et il est jugé comme étant conforme aux exigences d'utilisation de l'adhérence contenues dans le présent DNT ~~la présente norme~~. Tous les véhicules ayant un taux de freinage compris entre 0,15 et 0,80 doivent satisfaire à cette exigence d'efficacité.
- c) Au cours de l'un des trois essais valides sur chaque surface, si l'essieu arrière se bloque avant l'essieu avant ou si l'essieu arrière se bloque alors qu'une seule roue de l'essieu avant se bloque ou sans blocage de l'essieu avant, le véhicule doit faire l'objet de l'essai avec roue de mesure. Tous les véhicules ayant un taux de freinage compris entre 0,15 et 0,80 doivent satisfaire à cette exigence d'efficacité.
- d) Au cours de l'un des trois essais valides sur chaque surface, s'il n'y a pas blocage de l'un ou l'autre des essieux (aucune roue ou une seule se bloque sur chaque essieu) avant que la force exercée sur la pédale de frein atteigne 1 kN (225 lb), le véhicule doit faire l'objet d'un essai avec roue de mesure.
- e) Si les conditions stipulées en c) ou d) de la présente section se produisent, la conformité du véhicule aux exigences doit être établie à partir des résultats obtenus lors de l'essai avec roue de mesure effectué conformément aux indications établies en S7.4.

- f) Un véhicule électrique équipé du système RBS qui fait partie du système de frein de service doit satisfaire aux exigences d'efficacité sur toute la plage de fonctionnement normal du RBS.

S7.3 Efficacité du système ABS [en réserve]

S7.4 Utilisation de l'adhérence (méthode avec roue de mesure)

S7.4.1 Généralités. Cet essai vise les véhicules sans freins ABS. Il est destiné à calculer l'utilisation de l'adhérence d'un véhicule.

S7.4.2 Conditions visant le véhicule

- a) Charge du véhicule : PNBV et masse poids avec charge légère.
- b) Position de la commande de la boîte de vitesses : point mort (« N »).
- c) Pneus : aux fins de l'essai, un jeu de pneus distincts, mais identiques à ceux utilisés pour tous les autres essais prescrits en S7, peut être utilisé.

S7.4.3 Conditions et procédures d'essai

- a) Température initiale des freins : $\geq 65^{\circ}\text{C}$ (149°F), $\leq 100^{\circ}\text{C}$ (212°F).
- b) Vitesses d'essai : 100 km/h (62,1 mi/h) et 50 km/h (31,1 mi/h).
- c) Force exercée sur la pédale : augmenter la force exercée sur la pédale de façon linéaire entre 100 et 150 N/s (22,5 et 33,7 lb/s) pour une vitesse de 100 km/h (62,1 mi/h), ou entre 100 et 200 N/s (22,5 et 45 lb/s) pour une vitesse de 50 km/h (31,1 mi/h), jusqu'à ce que le premier essieu se bloque ou que la force sur la pédale atteigne 1 kN (225 lb), selon la première éventualité.
- d) Refroidissement : entre chaque effort de freinage, le véhicule doit accélérer jusqu'à 100 km/h (62,1 mi/h) jusqu'à ce que la température initiale des freins soit celle prescrite en S7.4.3 a).
- e) Nombre d'arrêts : le véhicule étant à sa masse son poids avec charge légère, effectuer cinq arrêts à 100 km/h (62,1 mi/h) et cinq arrêts à 50 km/h (31,1 mi/h), en alternant les vitesses d'essai dans chaque cas. Le véhicule étant à son PNBV, répéter les cinq arrêts à chaque vitesse d'essai et en alternant les vitesses dans chaque cas.
- f) Surface d'essai : coefficient maximal de friction d'au moins 0,9.
- g) Données à consigner : les renseignements suivants doivent être consignés automatiquement et continuellement à chaque essai afin que les valeurs des variables obtenues puissent être comparées en temps réel.
- 1) Vitesse du véhicule.
 - 2) Force exercée sur la pédale.
 - 3) Vitesse angulaire à chaque roue.

- 4) Couple de freinage à chaque roue.
- 5) Pression dans la conduite de liquide hydraulique dans chaque circuit de freinage. Les circuits hydrauliques de compensation du véhicule doivent être munis de transducteurs sur au moins une roue avant et au moins une roue arrière et en aval de la soupape (des soupapes) de compensation en service.
- 6) Décélération du véhicule.
- h) Fréquence d'échantillonnage : tout le matériel d'acquisition et d'enregistrement des données doit avoir une fréquence minimale d'échantillonnage de 40 Hz sur toutes les voies de transmission des données.
- i) Calcul de la pression aux freins avant et arrière : calculer le rapport entre la pression aux freins avant et celle aux freins arrière sur toute la plage de pression dans la conduite de frein. Sauf si le véhicule est muni d'un compensateur de freinage, le calcul doit être effectué à partir d'un essai statique. Si le véhicule est muni d'un compensateur de freinage, le calcul doit s'effectuer à partir d'essais dynamiques, le véhicule étant en charge et sans charge. Effectuer 15 ralentissements à 50 km/h (31,1 mi/h) pour chaque condition de charge, en utilisant les mêmes conditions initiales prescrites dans la présente section.

S7.4.4 Réduction des données

- a) Les données pour chaque effort de freinage prescrit en S7.4.3 sont filtrées par utilisation de la moyenne mobile en cinq points, au centre, pour chaque voie de transmission des données.
- b) Pour chaque effort de freinage prescrit en S7.4.3, calculer la pente (coefficient de freinage) et les coordonnées de pression à l'origine (pression de repos des freins) de la courbe de régression linéaire selon la méthode des moindres carrés qui représente le mieux le couple mesuré à chaque roue freinée en fonction de la pression mesurée dans le circuit et transmise à cette roue. Seules les valeurs de couple obtenues à partir des données recueillies lorsque la décélération du véhicule est comprise entre 0,15 g à 0,80 g sont retenues aux fins de l'analyse de la régression.
- c) Faire la moyenne des résultats obtenus en b) de la présente section et calculer le coefficient de freinage moyen et la pression de repos des freins pour tous les efforts de freinage à l'essieu avant.
- d) Faire la moyenne des résultats obtenus en b) de la présente section et calculer le coefficient de freinage moyen et la pression de repos des freins pour tous les efforts de freinage à l'essieu arrière.
- e) Au moyen du rapport entre la pression dans le circuit de freinage aux freins avant et arrière, établi en S7.4.3 i), et au moyen du rayon de rotation des pneus, calculer la force de freinage exercée à chaque essieu en fonction de la pression dans le circuit des freins avant.

- f) Calculer le taux de freinage du véhicule en fonction de la pression dans le circuit des freins avant à l'aide de la formule suivante :

$$z = \frac{T_1 + T_2}{P}$$

- où z = taux de freinage sous une pression donnée dans le circuit des freins avant;
 T_1, T_2 = forces de freinage exercées sur les essieux avant et arrière, respectivement, et correspondant à la même pression dans le circuit des freins avant;
 P = poids total du véhicule.

- g) Calculer l'adhérence utilisée à chaque essieu en fonction du taux de freinage au moyen des équations suivantes :

$$f_1 = \frac{T_1}{P_1 + \frac{zhP}{E}}$$

$$f_2 = \frac{T_2}{P_2 - \frac{zhP}{E}}$$

- où f_i = adhérence utilisée à l'essieu i
 T_i = force de freinage à l'essieu i [de e)]
 P_i = poids statique sur l'essieu i
 i = 1 pour l'essieu avant, ou 2 pour l'essieu arrière
 z = taux de freinage [de f)]
 h = hauteur du centre de gravité du véhicule
 P = poids total du véhicule
 E = empattement.

- h) Tracer f_1 et f_2 en g) en fonction de z , pour des véhicules à leur PNBV et à leur masse poids avec charge légère. Ces valeurs correspondent aux diagrammes d'adhérence des véhicules et sont comparées aux exigences relatives à l'efficacité qui figurent en S7.4.5, représentées schématiquement à la figure 2.

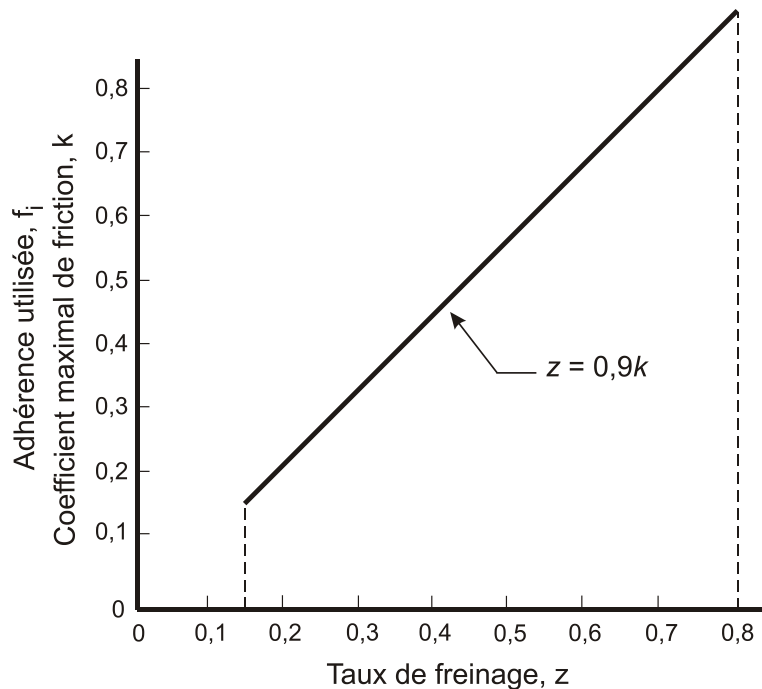


Figure 2 — Exigences d'utilisation de l'adhérence

S7.4.5 Exigences relatives à l'efficacité. Pour tous les taux de freinage compris entre 0,15 et 0,80, chaque diagramme d'adhérence d'un essieu arrière doit se trouver sous la ligne définie par $z = 0,9k$, où z représente le taux de freinage et k , le coefficient maximal de friction.

S7.4.5.1 Un véhicule électrique équipé du système RBS qui fait partie du système de frein de service doit satisfaire aux exigences d'efficacité sur toute la plage de fonctionnement normal du RBS.

S7.5 Efficacité à froid

S7.5.1 Conditions visant le véhicule

- Charge du véhicule : PNBV et masse poids avec charge légère.
- Position de la commande de la boîte de vitesses : point mort (« N »).

S7.5.2 Conditions et procédures d'essai

- Température initiale des freins : $\geq 65^{\circ}\text{C}$ (149°F), $\leq 100^{\circ}\text{C}$ (212°F).
- Vitesse d'essai : 100 km/h (62,1 mi/h).
- Force exercée sur la pédale : $\geq 65\text{ N}$ (14,6 lb), $\leq 500\text{ N}$ (112,4 lb).
- Blocage des roues : aucune des roues ne doit se bloquer pendant plus de 0,1 seconde à des vitesses supérieures à 15 km/h (9,3 mi/h).
- Nombre d'arrêts : 6.

- f) Surface d'essai : coefficient maximal de friction de 0,9.
- g) Pour chaque arrêt, le véhicule doit atteindre la vitesse d'essai puis s'arrêter sur la plus courte distance d'arrêt possible selon les conditions prescrites.

S7.5.3 Exigences relatives à l'efficacité

- a) Distance d'arrêt à 100 km/h (62,1 mi/h) : ≤ 70 m (230 pi).
- b) Distance d'arrêt à vitesse réduite : $S \leq 0,10V + 0,0060V^2$.

S7.6 Efficacité à haute vitesse

Cet essai n'a pas lieu si la vitesse maximale du véhicule est égale ou inférieure à 125 km/h (77,7 mi/h).

S7.6.1 Conditions visant le véhicule

- a) Charge du véhicule : PNBV et masse poids avec charge légère.
- b) Position de la commande de la boîte de vitesses : en prise.

S7.6.2 Conditions et procédures d'essai

- a) Température initiale des freins : $\geq 65^\circ\text{C}$ (149°F), $\leq 100^\circ\text{C}$ (212°F).
- b) Vitesses d'essai : 80 p. 100 de la vitesse maximale du véhicule si celle-ci est comprise entre 125 km/h (77,7 mi/h) et 200 km/h (124,3 mi/h), ou 160 km/h (99,4 mi/h) si la vitesse maximale du véhicule est égale ou supérieure à 200 km/h (124,3 mi/h).
- c) Force exercée sur la pédale : ≥ 65 N (14,6 lb), ≤ 500 N (112,4 lb).
- d) Blocage des roues : aucune des roues ne doit se bloquer pendant plus de 0,1 seconde à des vitesses supérieures à 15 km/h (9,3 mi/h).
- e) Nombre d'arrêts : 6.
- f) Surface d'essai : coefficient maximal de friction de 0,9.

S7.6.3 Exigences relatives à l'efficacité

Distance d'arrêt : $S \leq 0,10V + 0,0067V^2$.

S7.7 Arrêts avec moteur coupé

S7.7.1 Généralités. Cet essai s'applique aux véhicules munis d'une ou de plusieurs unités de servo-frein ou d'une ou de plusieurs unités d'assistance de frein. Cet essai s'applique aussi aux véhicules électriques.

S7.7.2 Conditions visant le véhicule

- a) Charge du véhicule : PNBV seulement.
- b) Position de la commande de la boîte de vitesses : au point mort (« N »).
- c) Moteur du véhicule : coupé (arrêté).
- d) Position de la clé de contact : la clé peut être ramenée à la position « on » une fois le moteur coupé ou un dispositif de coupure du moteur peut être employé alors que la clé de contact demeure à la position « on ».

S7.7.3 Conditions et procédures d'essai

- a) Température initiale des freins : $\geq 65^{\circ}\text{C}$ (149°F), $\leq 100^{\circ}\text{C}$ (212°F).
- b) Vitesse d'essai : 100 km/h (62,1 mi/h).
- c) Force exercée sur la pédale : $\geq 65\text{ N}$ (14,6 lb), $\leq 500\text{ N}$ (112,4 lb).
- d) Blocage des roues : aucune des roues ne doit se bloquer pendant plus de 0,1 seconde à des vitesses supérieures à 15 km/h (9,3 mi/h).
- e) Nombre d'arrêts : 6.
- f) Surface d'essai : coefficient maximal de friction de 0,9.
- g) Tous les réservoirs du système (unités de servo-frein et/ou unités d'assistance de frein) doivent être remplis et le moteur du véhicule doit être arrêté au début de chaque arrêt.
- h) Dans le cas d'un véhicule électrique, cet essai doit se dérouler sans qu'aucune force électromotrice ne soit appliquée aux moteurs de propulsion, lorsque le système RBS et l'unité d'assistance de frein ou l'unité de servo-frein fonctionnent, à moins que la mise hors service des moteurs de propulsion ne mette aussi ces systèmes hors service.

S7.7.4 Exigences relatives à l'efficacité

- a) Distance d'arrêt à 100 km/h (62,1 mi/h) : $\leq 70\text{ m}$ (230 pi).
- b) Distance d'arrêt à vitesse réduite : $S \leq 0,10V + 0,0060V^2$.

S7.8 Défaillance de fonctionnement du dispositif de frein antiblocage**S7.8.1 Conditions visant le véhicule**

- a) Charge du véhicule : PNBV et masse poids avec charge légère.
- b) Position de la commande de la boîte de vitesses : au point mort (« N »).

S7.8.2 Conditions et procédures d'essai

- a) Température initiale des freins : $\geq 65^{\circ}\text{C}$ (149°F), $\leq 100^{\circ}\text{C}$ (212°F).
- b) Vitesse d'essai : 100 km/h (62,1 mi/h).
- c) Force exercée sur la pédale : $\geq 65\text{ N}$ (14,6 lb), $\leq 500\text{ N}$ (112,4 lb).
- d) Blocage des roues : aucune des roues ne doit se bloquer pendant plus de 0,1 seconde à des vitesses supérieures à 15 km/h (9,3 mi/h).
- e) Nombre d'arrêts : 6.
- f) Surface d'essai : coefficient maximal de friction de 0,9.
- g) Simulation de la défaillance de fonctionnement :
 - 1) débrancher la source d'alimentation du système ou tout autre connecteur électrique causant une défaillance de fonctionnement;
 - 2) vérifier si l'indicateur des freins est allumé lorsqu'il se produit une défaillance de fonctionnement du dispositif de frein antiblocage;
 - 3) remettre le système dans son état de marche initial après l'essai.
- h) Si le dispositif de frein antiblocage comprend plusieurs sous-systèmes, répéter l'essai pour chacun des sous-systèmes.

S7.8.3 Exigences relatives à l'efficacité. Si les freins de service du véhicule sont munis d'un ou de plusieurs dispositifs de frein antiblocage, en cas de défaillance de fonctionnement unique dans un des sous-systèmes, les freins de service doivent continuer de fonctionner et pouvoir arrêter le véhicule conformément aux exigences stipulées en S7.8.3 a) ou en S7.8.3 b).

- a) Distance d'arrêt à 100 km/h (62,1 mi/h) : $\leq 85\text{ m}$ (279 pi).
- b) Distance d'arrêt à vitesse réduite : $S \leq 0,10V + 0,0075V^2$.

S7.9 Défaillance de fonctionnement du compensateur de freinage**S7.9.1 Conditions visant le véhicule**

- a) Charge du véhicule : PNBV et masse poids avec charge légère.
- b) Position de la commande de la boîte de vitesses : au point mort (« N »).

S7.9.2 Conditions et procédures d'essai

- a) Température initiale des freins : $\geq 65^{\circ}\text{C}$ (149°F), $\leq 100^{\circ}\text{C}$ (212°F).
- b) Vitesse d'essai : 100 km/h (62,1 mi/h).
- c) Force exercée sur la pédale : $\geq 65\text{ N}$ (14,6 lb), $\leq 500\text{ N}$ (112,4 lb).

- d) Blocage des roues : aucune des roues ne doit se bloquer pendant plus de 0,1 seconde à des vitesses supérieures à 15 km/h (9,3 mi/h).
- e) Nombre d'arrêts : 6.
- f) Surface d'essai : coefficient maximal de friction de 0,9.
- g) Simulation de la défaillance de fonctionnement :
 - 1) débrancher la source d'alimentation du système ou la tringlerie mécanique pour rendre le compensateur de freinage inopérant;
 - 2) si le système est muni d'éléments électriques, vérifier si l'indicateur des freins est allumé lorsqu'il se produit une défaillance de fonctionnement électrique du compensateur de freinage;
 - 3) remettre le système dans son état de marche initial après l'essai.
- h) Si le compensateur de freinage comprend plusieurs sous-systèmes, répéter l'essai pour chacun des sous-systèmes.

S7.9.3 Exigences relatives à l'efficacité. Si les freins de service du véhicule sont munis d'un ou de plusieurs compensateurs de freinage, en cas de défaillance unique dans un des sous-systèmes, les freins de service doivent continuer de fonctionner et pouvoir arrêter le véhicule conformément aux exigences stipulées en S7.9.3 a) ou en S7.9.3 b).

- a) Distance d'arrêt à 100 km/h (62,1 mi/h) : ≤ 110 m (361 pi).
- b) Distance d'arrêt à vitesse réduite : $S \leq 0,10V + 0,0100V^2$.

S7.10 Défaillance partielle

S7.10.1 Généralités. Cet essai s'applique aux véhicules munis ou non d'un système de frein de service partagé.

S7.10.2 Conditions visant le véhicule

- a) Charge du véhicule : PNBV et masse poids avec charge légère.
- b) Position de la commande de la boîte de vitesses : au point mort (« N »).

S7.10.3 Conditions et procédures d'essai

- a) Température initiale des freins : $\geq 65^\circ\text{C}$ (149°F), $\leq 100^\circ\text{C}$ (212°F).
- b) Vitesse d'essai : 100 km/h (62,1 mi/h).
- c) Force exercée sur la pédale : ≥ 65 N (14,6 lb), ≤ 500 N (112,4 lb).
- d) Blocage des roues : aucune des roues ne doit se bloquer pendant plus de 0,1 seconde à des vitesses supérieures à 15 km/h (9,3 mi/h).
- e) Surface d'essai : coefficient maximal de friction de 0,9.

- f) Modifier le système de frein de service de façon à produire une défaillance. Dans le cas d'un circuit hydraulique, il peut s'agir d'une rupture ou d'une fuite, autre qu'une défaillance de structure d'une enveloppe commune à au moins deux sous-systèmes. Dans le cas des véhicules dont les freins sont actionnés par transmission d'un signal électrique entre la pédale de frein et plusieurs ou la totalité des freins de base, quel que soit le mécanisme de serrage des freins de base, il peut s'agir d'une défaillance de n'importe quel circuit qui transmet électriquement le signal aux freins. Dans le cas des véhicules électriques équipés d'un système RBS qui fait partie du système de frein de service, il peut s'agir d'une défaillance du RBS.
- g) Calculer le niveau de liquide ou la pression du liquide exerçant la force de commande (selon l'indicateur faisant l'objet de l'essai) nécessaire pour faire allumer l'indicateur des freins.
- h) Nombre d'arrêts. Une fois que l'indicateur des freins est allumé, effectuer les arrêts suivants selon le type de système de freinage :
 - 1) 4 arrêts dans le cas d'un système de frein de service partagé;
 - 2) 10 arrêts consécutifs dans le cas d'un système de frein de service autre que partagé.
- i) Pour chaque arrêt, maintenir une force continue sur la commande des freins de service.
- j) Remettre le système de frein de service dans son état de marche initial après l'essai.
- k) Répéter l'essai pour chacun des autres sous-systèmes.

S7.10.4 Exigences relatives à l'efficacité. Dans le cas des véhicules équipés d'un système de frein de service partagé, en cas de défaillance d'un seul sous-système, comme stipulé en S7.10.3 f) du présent DNT de la présente norme, qui entraîne l'allumage de la lampe témoin indiquant une défaillance du système de frein conformément aux exigences prescrites en S5.5.1, les autres parties du système de frein de service doivent continuer à fonctionner et pouvoir arrêter le véhicule conformément à S7.10.4 a) ou S7.10.4 b). Dans le cas des véhicules qui ne sont pas équipés d'un système de frein de service partagé, en cas de défaillance d'un seul composant du système de frein de service, comme stipulé en S7.10.3 f) du présent DNT de la présente norme, qui entraîne l'allumage de la lampe témoin indiquant une défaillance du système de frein conformément aux exigences prescrites en S5.5.1, le véhicule doit, sous l'action de la commande des freins de service, s'arrêter 10 fois consécutives conformément aux exigences prescrites en S7.10.4 a) ou S7.10.4 b).

- a) Distance d'arrêt à 100 km/h (62,1 mi/h) : ≤ 168 m (551 pi).
- b) Distance d'arrêt à vitesse réduite : $S \leq 0,10V + 0,0158V^2$.

S7.11 Unité de servo-frein ou unité d'assistance de frein inopérante (système privé de sa capacité de freinage)

S7.11.1 Généralités. Cet essai s'applique aux véhicules munis d'une ou de plusieurs unités de servo-frein ou d'une ou de plusieurs unités d'assistance de frein.

S7.11.2 Conditions visant le véhicule

- a) Charge du véhicule : PNBV seulement.
- b) Position de la commande de la boîte de vitesses : au point mort (« N »).

S7.11.3 Conditions et procédures d'essai

- a) Température initiale des freins : $\geq 65^{\circ}\text{C}$ (149°F), $\leq 100^{\circ}\text{C}$ (212°F).
- b) Vitesse d'essai : 100 km/h (62,1 mi/h).
- c) Force exercée sur la pédale : $\geq 65\text{ N}$ (14,6 lb), $\leq 500\text{ N}$ (112,4 lb).
- d) Blocage des roues : aucune des roues ne doit se bloquer pendant plus de 0,1 seconde à des vitesses supérieures à 15 km/h (9,3 mi/h).
- e) Nombre d'arrêts : 6.
- f) Surface d'essai : coefficient maximal de friction de 0,9.
- g) Débrancher la source d'alimentation principale d'une unité d'assistance de frein ou d'une unité de servo-frein, ou un des sous-systèmes muni d'une unité d'assistance de frein ou d'une unité de servo-frein s'il y a plus d'un sous-système.
- h) Si l'unité de servo-frein ou l'unité d'assistance de frein fonctionne de concert avec un système de secours et que le système de secours s'enclenche automatiquement en cas de défaillance du système principal, le système de secours doit fonctionner pendant l'essai.
- i) Purger toute capacité de réserve de l'unité de servo-frein du système débranché.
- j) Exécuter les six arrêts en exerçant une force continue sur la commande des freins de service.
- k) Remettre le système de frein dans son état de marche initial après l'essai.
- l) Dans le cas de véhicules munis de plus d'une unité d'assistance de frein ou de plus d'une unité de servo-frein, répéter l'essai pour chaque unité.
- m) Dans le cas des véhicules équipés de freins de service électriques (unité de servo-frein), l'essai doit être effectué lorsque l'un des circuits de freins de service électriques est hors service, plutôt qu'une unité de servo-frein ou d'assistance de frein, et que tous les autres systèmes fonctionnent.

S7.11.4 Exigences relatives à l'efficacité. Dans le cas des véhicules munis d'un système de frein de service ayant une ou plusieurs unités d'assistance de frein ou une ou plusieurs unités de servo-frein, dont une de ces unités est inopérante et privée de toute sa capacité de réserve, le système de frein de service doit arrêter le véhicule conformément aux exigences stipulées en S7.11.4 a) ou en S7.11.4 b).

- a) Distance d'arrêt à 100 km/h (62,1 mi/h) : $\leq 168\text{ m}$ (551 pi).

- b) Distance d'arrêt à vitesse réduite : $S \leq 0,10V + 0,0158V^2$.

S7.12 Frein de stationnement

S7.12.1 Conditions visant le véhicule

- a) Charge du véhicule : PNBV seulement.
- b) Position de la commande de la boîte de vitesses : au point mort (« N »).
- c) Rodage du frein de stationnement :
- 1) Dans le cas des véhicules munis de frein de stationnement qui ne font pas appel aux éléments de friction des freins de service, les éléments de friction d'un système de ce genre doivent être rodés avant l'essai du frein de stationnement conformément aux recommandations écrites du fabricant et fournies à l'acheteur.
 - 2) Si aucune recommandation n'est fournie, le frein de stationnement du véhicule doit faire l'objet de l'essai sans être rodé.

S7.12.2 Conditions et procédures d'essai

- a) Température initiale des freins :
- 1) Les freins de stationnement faisant appel à des éléments de friction des freins de service doivent faire l'objet de l'essai à une température initiale des freins de $\leq 100^\circ\text{C}$ (212°F) et ne nécessitent pas de rodage supplémentaire ni de réchauffage artificiel avant le début de l'essai.
 - 2) Les freins de stationnement ne faisant pas appel à des éléments de friction des freins de service doivent faire l'objet de l'essai avec leurs éléments de friction à température ambiante au début de l'essai. Les éléments de friction ne nécessitent pas de rodage supplémentaire ni de réchauffage artificiel avant le début de l'essai ni pendant celui-ci.
- b) Force exercée sur la commande de frein de stationnement : commande manuelle, $\leq 400\text{ N}$ (89,9 lb); commande au pied (pédale), $\leq 500\text{ N}$ (112,4 lb).
- c) Points de mesure de la force exercée manuellement : la force requise pour actionner la commande de frein manuelle est mesurée au centre de la poignée de la commande ou à une distance de 40 mm (1,57 po) de l'extrémité du levier de commande comme le montre la figure 3.

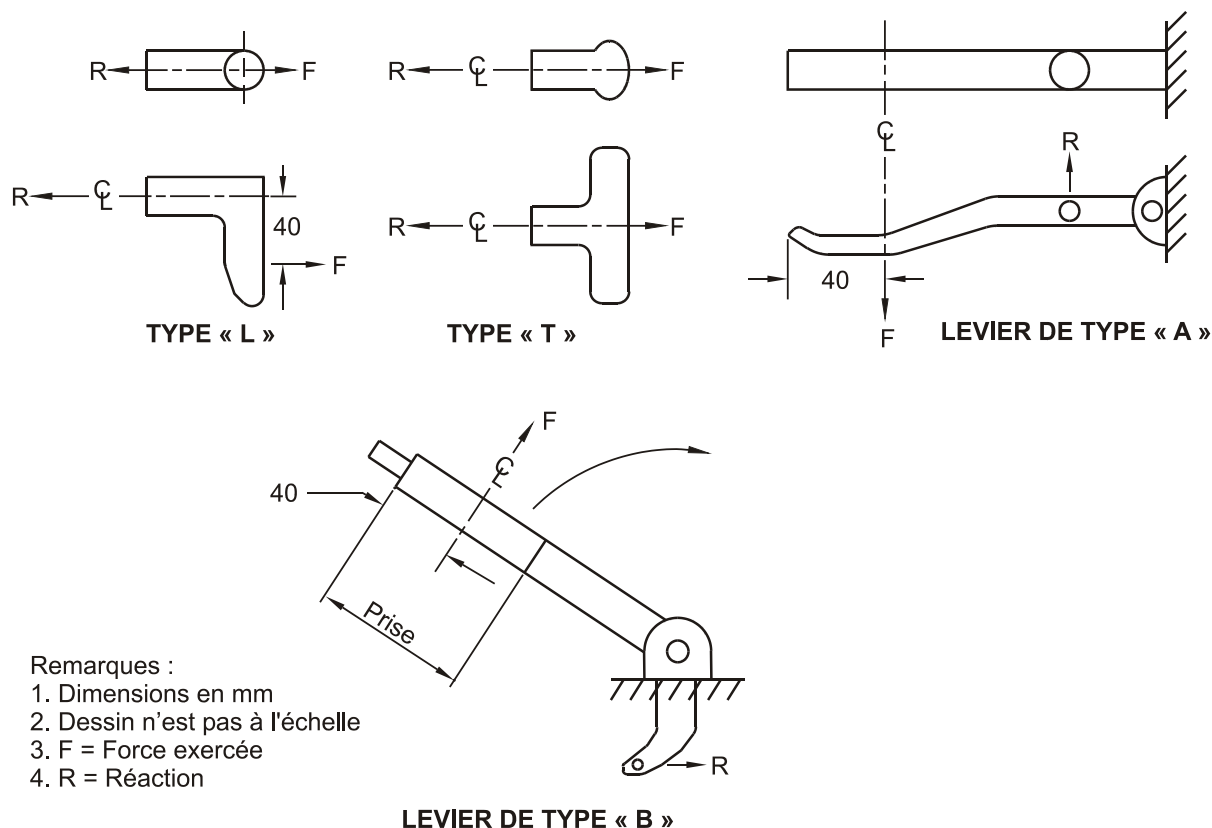


Figure 3 — Point de mesure de la force de freinage exercée (frein à main)

- d) Serrage du frein de stationnement : une manœuvre et jusqu'à deux manœuvres supplémentaires, si nécessaire.
- e) Pente de la surface d'essai : pente de 20 %.
- f) Conduire le véhicule sur la pente prescrite, l'axe longitudinal du véhicule se trouvant dans la direction de la pente.
- g) Arrêter le véhicule et le maintenir immobile en serrant la commande des freins de service et placer la commande de la boîte de vitesses au point mort (« N »).
- h) Alors que le véhicule est maintenu immobile au moyen des freins de service, serrer le frein de stationnement comme prescrit en S7.12.2 i) ou S7.12.2 j).
- i) Dans le cas d'un véhicule équipé de freins de stationnement à commande mécanique, serrer la commande du frein de stationnement d'un seul coup en exerçant une force qui ne dépasse pas les limites mentionnées en S7.12.2 b). Dans le cas d'un véhicule équipé de freins de stationnement à commande électrique, serrer le frein de stationnement en actionnant la commande du frein de stationnement.

- j) Si le système de frein de stationnement ne permet pas d'exercer la force prescrite d'un seul coup, il peut être nécessaire de serrer le frein à plusieurs reprises pour obtenir cette force requise.
- k) Après avoir serré le frein de stationnement, relâcher la pression sur la commande des freins de service et commencer à mesurer le temps pendant lequel le véhicule demeure immobile.
- l) Si le véhicule se déplace, resserrer une deuxième fois le frein de stationnement pour maintenir le véhicule immobile, en exerçant la force prescrite en S7.12.2 b), selon le cas, sur la commande de frein de stationnement, en fonction du véhicule qui fait l'objet de l'essai (sans relâcher le cliquet ou le dispositif de retenue du frein de stationnement).
- m) Vérifier le fonctionnement de l'indicateur de serrage du frein de stationnement.
- n) Après avoir maintenu le véhicule immobile pendant la durée prescrite dans une direction, répéter la méthode en orientant le véhicule dans la direction opposée sur la même pente.

S7.12.3 Exigences relatives à l'efficacité. Le système de frein de stationnement doit maintenir le véhicule immobile pendant 5 minutes sur une pente, tant en direction avant qu'en direction arrière.

S7.13 Ralentissements de réchauffage

S7.13.1 Généralités. Les ralentissements visent à réchauffer les freins en vue de l'essai d'efficacité à chaud, soit l'essai suivant.

S7.13.2 Conditions visant le véhicule

- a) Charge du véhicule : PNBV seulement.
- b) Position de la commande de la boîte de vitesses : en prise.

S7.13.3 Conditions et procédures d'essai

- a) Température initiale des freins :
 - 1) Avant le premier ralentissement, établir une température initiale des freins de $\geq 55^{\circ}\text{C}$ (131°F), $\leq 65^{\circ}\text{C}$ (149°F).
 - 2) Pour les ralentissements subséquents, la température initiale des freins est celle mesurée aux intervalles de distance.
- b) Nombre de ralentissements : 15.
- c) Vitesse d'essai : la vitesse d'essai initiale pour chaque ralentissement est de 120 km/h (74,6 mi/h) ou 80 p. 100 de la V_{max} , selon la vitesse la plus basse. Chaque ralentissement se termine lorsque la vitesse correspond à la moitié de la vitesse initiale.

- d) Taux de décélération :
 - 1) Maintenir un taux de décélération constant de $3,0 \text{ m/s}^2$ ($9,8 \text{ pi/s}^2$).
 - 2) La décélération doit être atteinte en une seconde ou moins et doit être maintenue pendant le reste de la période de ralentissement.
- e) Force exercée sur la pédale : régler la force exercée de façon à maintenir le taux de décélération constant prescrit.
- f) Intervalles : maintenir un intervalle de 45 secondes entre le début de chaque ralentissement.
- g) Immédiatement après chaque ralentissement, accélérer le plus rapidement possible à la vitesse d'essai initiale.
- h) Immédiatement après le quinzième ralentissement, accélérer à 100 km/h ($62,1 \text{ mi/h}$) et commencer l'essai d'efficacité à chaud.

S7.14 Essai d'efficacité à chaud

S7.14.1 Généralités. L'essai d'efficacité à chaud doit s'effectuer immédiatement après le quinzième ralentissement de réchauffage.

S7.14.2 Conditions visant le véhicule

- a) Charge du véhicule : PNBV seulement.
- b) Position de la commande de la boîte de vitesses : au point mort (« N »).

S7.14.3 Conditions et procédures d'essai

- a) Température initiale des freins : température mesurée à la fin des ralentissements de réchauffage.
- b) Vitesse d'essai : 100 km/h ($62,1 \text{ mi/h}$).
- c) Force exercée sur la pédale :
 - 1) La force moyenne exercée sur la pédale au premier arrêt ne doit pas être supérieure à la force moyenne exercée au cours de l'arrêt sur la plus courte distance réalisée pendant l'essai d'efficacité à froid, le véhicule étant à son PNBV.
 - 2) La force exercée sur la pédale au deuxième arrêt ne doit pas être supérieure à 500 N ($112,4 \text{ lb}$).
- d) Blocage des roues : aucune des roues ne doit se bloquer pendant plus de 0,1 seconde à des vitesses supérieures à 15 km/h ($9,3 \text{ mi/h}$).
- e) Nombre d'arrêts : 2.

- f) Immédiatement après le quinzième ralentissement de réchauffage, accélérer à 100 km/h (62,1 mi/h) et effectuer le premier arrêt d'efficacité à chaud.
- g) Si le véhicule ne peut atteindre 100 km/h (62,1 mi/h), il doit subir l'essai à la même vitesse qu'il a subi l'essai d'efficacité à froid, le véhicule étant à son PNBV.
- h) Immédiatement après le premier arrêt d'efficacité à chaud, accélérer aussi rapidement que possible à la vitesse d'essai prescrite et effectuer le deuxième arrêt d'efficacité à chaud.
- i) Immédiatement après le deuxième arrêt d'efficacité à chaud, conduire le véhicule sur 1,5 km (0,93 mi) à 50 km/h (31,1 mi/h), puis effectuer le premier arrêt de refroidissement.

S7.14.4 Exigences relatives à l'efficacité

- a) Au premier arrêt d'efficacité à chaud, la distance d'arrêt doit être inférieure ou égale à la distance calculée en fonction de 60 p. 100 de la décélération réalisée pendant l'arrêt d'efficacité à froid sur la plus courte distance, le véhicule étant à son PNBV. Les équations suivantes doivent servir au calcul des exigences relatives à l'efficacité :

$$d_c = \frac{0,0386V^2}{S_c - 0,10V}$$

$$S = 0,10V + \frac{0,0386V^2}{0,60(d_c)}$$

où d_c = la décélération moyenne réalisée pendant l'arrêt d'efficacité à froid sur la plus courte distance, le véhicule étant à son PNBV (m/s²)

S_c = la distance d'arrêt réelle mesurée à l'arrêt d'efficacité à froid sur la plus courte distance, le véhicule étant à son PNBV (m)

V = la vitesse d'essai d'efficacité à froid (km/h).

- b) En plus de l'exigence stipulée en S7.14.4 a), la distance d'arrêt pour au moins un des deux arrêts d'efficacité à chaud doit correspondre à $S \leq 89$ m (292 pi) à une vitesse d'essai de 100 km/h (62,1 mi/h) ou, pour une vitesse d'essai réduite, à $S \leq 0,10V + 0,0079V^2$. Les résultats pour le deuxième arrêt ne doivent pas être utilisés pour satisfaire aux exigences stipulées en S7.14.4 a).

S7.15 Arrêts de refroidissement des freins

S7.15.1 Généralités. Les arrêts de refroidissement doivent s'effectuer immédiatement après l'essai d'efficacité à chaud.

S7.15.2 Conditions visant le véhicule

- a) Charge du véhicule : PNBV seulement.
- b) Position de la commande de la boîte de vitesses : en prise.

S7.15.3 Conditions et procédures d'essai

- a) Température initiale des freins : température mesurée à la fin de l'essai d'efficacité à chaud.
- b) Vitesse d'essai : 50 km/h (31,1 mi/h).
- c) Force exercée sur la pédale : régler la force de manière à maintenir le taux de décélération constant prescrit.
- d) Taux de décélération : maintenir un taux de décélération constant de 3,0 m/s² (9,8 pi/s²).
- e) Blocage des roues : aucune des roues ne doit se bloquer pendant plus de 0,1 seconde à des vitesses supérieures à 15 km/h (9,3 mi/h).
- f) Nombre d'arrêts : 4.
- g) Immédiatement après les arrêts d'efficacité à chaud, conduire le véhicule sur 1,5 km (0,93 mi) à 50 km/h (31,1 mi/h), puis effectuer le premier arrêt de refroidissement.
- h) Pour les trois premiers arrêts de refroidissement :
 - 1) après chaque arrêt, accélérer au maximum jusqu'à 50 km/h (31,1 mi/h);
 - 2) maintenir cette vitesse jusqu'au début de l'arrêt suivant à une distance de 1,5 km (0,93 mi) du début de l'arrêt précédent.
 - i) Pour le quatrième arrêt de refroidissement :
 - 1) immédiatement après le quatrième arrêt de refroidissement, accélérer au maximum jusqu'à 100 km/h (62,1 mi/h);
 - 2) maintenir cette vitesse jusqu'au début des arrêts d'essai d'efficacité en récupération, soit à une distance de 1,5 km (0,93 mi) après le début du quatrième arrêt de refroidissement.

S7.16 Essai d'efficacité en récupération

S7.16.1 Généralités. L'essai d'efficacité en récupération doit s'effectuer immédiatement après les arrêts de refroidissement des freins.

S7.16.2 Conditions visant le véhicule

- a) Charge du véhicule : PNBV seulement.
- b) Position de la commande de la boîte de vitesses : au point mort (« N »).

S7.16.3 Conditions et procédures d'essai

- a) Température initiale des freins : température mesurée à la fin des arrêts de refroidissement des freins.

- b) Vitesse d'essai : 100 km/h (62,1 mi/h).
- c) Force exercée sur la pédale : la force moyenne exercée sur la pédale ne doit pas être supérieure à la force moyenne mesurée au cours de l'arrêt d'efficacité à froid sur la plus courte distance, le véhicule étant à son PNBV.
- d) Blocage des roues : aucune des roues ne doit se bloquer pendant plus de 0,1 seconde à des vitesses supérieures à 15 km/h (9,3 mi/h).
- e) Nombre d'arrêts : 2.
- f) Immédiatement après le quatrième arrêt de refroidissement, accélérer au maximum jusqu'à 100 km/h (62,1 mi/h).
- g) Maintenir cette vitesse jusqu'au début du premier arrêt d'efficacité en récupération, soit à une distance de 1,5 km (0,93 mi) après le début du quatrième arrêt de refroidissement.
- h) Si le véhicule ne peut atteindre 100 km/h (62,1 mi/h), il doit subir l'essai à la même vitesse qu'il a subi l'essai d'efficacité à froid, le véhicule étant à son PNBV.
- i) Immédiatement après le premier arrêt d'efficacité en récupération, accélérer aussi rapidement que possible jusqu'à la vitesse d'essai prescrite et effectuer le deuxième arrêt d'efficacité en récupération.

S7.16.4 Exigences relatives à l'efficacité. La distance d'arrêt S pour au moins un des deux arrêts doit correspondre aux valeurs suivantes :

$$\frac{0,0386V^2}{1,50d_c} \leq S - 0,10V \leq \frac{0,0386V^2}{0,70d_c}$$

où d_c et V sont définies en S7.14.4 a).

S7.17 Inspection finale

Inspecter :

- a) le système de frein de service pour s'assurer qu'il n'y a pas séparation ou rupture des éléments comme des ressorts et des segments de frein ou des garnitures de plaquettes de frein à disque;
- b) la surface de friction des freins, le couvercle du réservoir du maître-cylindre ou de l'unité de servo-frein, le joint et les orifices de remplissage pour s'assurer qu'il n'y a pas de fuite de liquide ou de lubrifiant;
- c) le réservoir du maître-cylindre ou de l'unité de servo-frein pour s'assurer qu'il est conforme aux exigences en matière de volume et d'étiquetage indiquées en S5.4.2 et en S5.4.3. Pour calculer l'usure lorsque les freins sont serrés à fond, il faut considérer que les garnitures sont usées :
 - 1) jusqu'à la tête des rivets ou des boulons, dans le cas de garnitures rivetées ou boulonnées;

- 2) jusqu'à moins de 0,8 mm (1/32 po) de la surface de montage du segment ou de la plaquette, dans le cas de garnitures collées; ou
- 3) jusqu'à la limite recommandée par le fabricant, l'écart le plus grand au moment du serrage des freins étant retenu. Il faut considérer le diamètre des tambours ou l'épaisseur des disques à leur valeur nominale de conception et le réglage des garnitures à la valeur permettant un jeu normal de fonctionnement, lorsque les freins sont desserrés;
- d) les indicateurs de fonctionnement du système de freinage pour s'assurer qu'ils fonctionnent correctement selon les positions de la clé de contact, et que la couleur de leur lentille, les étiquettes et leur emplacement sont conformes aux exigences prescrites en S5.5.