2026/502

13.4.2026

Seuls les textes originaux de la CEE-ONU ont un effet légal en vertu du droit public international. Le statut et la date d'entrée en vigueur du présent règlement sont à vérifier dans la dernière version du document de statut TRANS/WP.29/343 de la CEE-ONU, disponible à l'adresse suivante:

https://unece.org/status-1958-agreement-and-annexed-regulations

Règlement ONU nº 13-H — Prescriptions uniformes relatives à l'homologation des voitures particulières en ce qui concerne le freinage [2026/502]

Comprenant tout le texte valide jusqu'à:
Série 02 d'amendements - Date d'entrée en vigueur: 12 juin 2025

TABLE DES MATIÈRES

Règlement

1. Domaine d'application
2. Définitions
3. Demande d'homologation
4. Homologation
5. Spécifications
6. Essais
7. Modifications du type de véhicule ou de son système de freinage et extension de l'homologation
8. Conformité de la production
9. Sanctions pour non-conformité de la production
10. Arrêt définitif de la production
11. Noms et adresses des services techniques chargés des essais d'homologation et des autorités d'homologation
12. Dispositions transitoires

Annexes

1. Communication

   Appendice — Liste des données relatives aux véhicules aux fins de l'homologation en vertu du Règlement ONU nº 90

2. Exemples de marque d'homologation
3. Essais de freinage et efficacité des systèmes de freinage

   Appendice — Méthode de surveillance de l'état de charge des batteries

4. Dispositions concernant les sources d'énergie et les dispositifs de réserve d'énergie (accumulateurs d'énergie)
5. Répartition du freinage entre les essieux des véhicules

   Appendice 1 — Méthode d'essai de l'ordre de blocage des roues

   Appendice 2 — Méthode d'essai avec roues dynamométriques

6. Prescriptions relatives aux essais des véhicules équipés de systèmes antiblocage
Appendice 1 — Symboles et définitions
Appendice 2 — Utilisation de l'adhérence
Appendice 3 — Efficacité sur des surfaces d'adhérence différentes
Appendice 4 — Méthode de sélection du revêtement à faible coefficient d'adhérence
7. Méthodes d'essai sur dynamomètre à inertie pour garnitures de freins
8. Prescriptions spéciales relatives à la sécurité des systèmes de commande électronique
Appendice — Modèle de rapport d'évaluation au titre de l'annexe 8

1. Domaine d'application

1.1 Le présent Règlement s'applique au freinage des véhicules des catégories M_1 et N_1 ([1]).

1.2 Le domaine d'application du présent Règlement ne couvre pas:

1.2.1 Les véhicules dont, par construction, la vitesse ne peut dépasser 25 km/h;

1.2.2 Les véhicules aménagés pour être conduits par des invalides;

1.2.3 L'homologation des systèmes électroniques de contrôle de stabilité et des systèmes d'aide au freinage d'urgence des véhicules.

1.2.4 Aux véhicules qui ne sont pas équipés de commandes manuelles de freinage destinées à être utilisées au cours du fonctionnement normal.

2. Définitions

Au sens du présent Règlement, on entend:

2.1 Par «*homologation du véhicule*», l'homologation d'un type de véhicule en ce qui concerne le freinage.

2.2 Par «*type de véhicule*», une catégorie de véhicules ne présentant pas entre eux de différences essentielles notamment sur les points suivants:

2.2.1 La masse maximale, selon la définition du paragraphe 2.11 ci-dessous;

2.2.2 La répartition de la masse sur les essieux;

2.2.3 La vitesse maximale par construction;

2.2.4 Un équipement de freinage de type différent, notamment présence ou absence d'un équipement pour le freinage d'une remorque ou présence d'un système de freinage électrique;

2.2.5 Le type du moteur;

2.2.6 Le nombre des rapports et leur démultiplication;

2.2.7 Les rapports de pont;

2.2.8 La dimension des pneumatiques.

2.3 Par «*équipement de freinage*», l'ensemble des organes qui ont pour fonction de diminuer ou d'annuler progressivement la vitesse d'un véhicule en marche, ou de le maintenir immobile s'il se trouve déjà à l'arrêt; ces fonctions sont définies au paragraphe 5.1.2 ci-après. L'équipement se compose de la commande, de la transmission et du frein proprement dit.

([1]) Le présent Règlement propose une série de prescriptions applicables aux véhicules de la catégorie N_1, différentes de celles contenues dans le Règlement ONU n° 13. Les Parties contractantes qui appliquent à la fois le Règlement ONU n° 13 et le présent Règlement reconnaissent comme étant également valables les homologations accordées en vertu de l'un ou de l'autre de ces Règlements. Les catégories M_1 et N_1 de véhicules sont définies dans la Résolution d'ensemble sur la construction des véhicules (R.E.3), document ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.6, par. 2 — www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html.

2.4 Par «*commande*», la pièce directement actionnée par le conducteur pour fournir à la transmission l'énergie nécessaire pour freiner, ou pour la contrôler. Cette énergie peut être soit l'énergie musculaire du conducteur, soit une autre source d'énergie contrôlée par lui, soit une combinaison de ces diverses sources d'énergie.

2.5 Par «*transmission*», l'ensemble des éléments compris entre la commande et le frein et les reliant de façon fonctionnelle. La transmission peut être mécanique, hydraulique, pneumatique, électrique ou mixte. Lorsque le freinage est assuré ou assisté par une source d'énergie indépendante du conducteur, la réserve d'énergie que comporte le système fait aussi partie de la transmission;

La transmission a deux fonctions indépendantes: la transmission de commande et la transmission d'énergie. Chaque fois que le terme «transmission» est utilisé seul dans le présent Règlement, il désigne à la fois la «transmission de commande» et la «transmission d'énergie»:

2.5.1 Par «*transmission de commande*», l'ensemble des éléments de la transmission qui commandent le fonctionnement des freins, y compris la fonction de commande et la ou les réserves d'énergie nécessaires;

2.5.2 Par «*transmission d'énergie*», l'ensemble des éléments qui fournissent aux freins l'énergie dont ils ont besoin pour fonctionner, y compris la ou les réserves d'énergie nécessaires au fonctionnement des freins;

2.6 Par «*frein*», l'organe où se développent les forces qui s'opposent au mouvement du véhicule. Le frein peut être du type à friction (lorsque les forces naissent du frottement entre deux pièces en mouvement relatif appartenant toutes deux au véhicule), électrique (lorsque les forces naissent par action électromagnétique entre deux éléments en mouvement relatif — mais ne se touchant pas — appartenant tous deux au véhicule), à fluide (lorsque les forces se développent par l'action d'un fluide qui se trouve entre deux éléments en mouvement relatif appartenant tous deux au véhicule), moteur (lorsque les forces proviennent d'une augmentation artificielle de l'action freinante du moteur qui est transmise aux roues).

2.7 Par «*équipements de freinage de types différents*», des équipements pouvant différer sur les points essentiels suivants:

2.7.1 Dispositifs dont les éléments ont des caractéristiques différentes;

2.7.2 Dispositifs pour lesquels les caractéristiques des matériaux constituant un élément quelconque sont différentes ou dont les éléments ont une forme ou une dimension différente;

2.7.3 Dispositifs dont les éléments sont combinés différemment.

2.8 Par «*élément de l'équipement de freinage*», un des composants distincts dont l'ensemble forme l'équipement de freinage;

2.9 Par «*freinage modérable*», un freinage pendant lequel, à l'intérieur du champ de fonctionnement normal du dispositif, et pendant le serrage des freins (voir par. 2.16 ci-dessous):

2.9.1 Le conducteur peut, à chaque instant, augmenter ou diminuer la force de freinage par action sur la commande;

2.9.2 La force de freinage varie dans le même sens que l'action sur la commande (fonction monotone);

2.9.3 Il est possible de procéder aisément à un réglage suffisamment fin de la force de freinage.

2.10 Par «*véhicule en charge*», sauf indications particulières, un véhicule chargé de manière à atteindre sa «masse maximale».

2.11 Par «*masse maximale*», la masse maximale techniquement admissible déclarée par le constructeur (cette masse peut être supérieure à la «masse maximale autorisée», fixée par l'administration nationale).

2.12 Par «*répartition de la masse entre les essieux*», la répartition de l'effet de la gravité sur la masse du véhicule et/ou son contenu entre les essieux.

2.13 Par «*charge roue/essieu*», la réaction (ou force) statique verticale de la surface de la route qui s'exerce dans la zone de contact sur la ou les roues de l'essieu.

2.14 Par «*charge maximale sur la roue ou l'essieu à l'état stationnaire*», la charge sur la roue ou l'essieu à l'état stationnaire réalisée lorsque le véhicule est en charge.

2.15 Par «*équipement de freinage hydraulique avec accumulation d'énergie*», un équipement de freinage où l'énergie est fournie par un fluide hydraulique sous pression, stocké dans un ou plusieurs accumulateurs alimentés depuis un ou plusieurs compresseurs, équipés chacun d'un dispositif permettant de limiter la pression à une valeur maximale. Cette valeur doit être précisée par le constructeur.

2.16 Par «*actionnement*», le serrage ou desserrage du dispositif de commande.

2.17 Par «*système de freinage électrique à récupération*» un système de freinage qui, pendant la décélération, permet de convertir l'énergie cinétique du véhicule en énergie électrique.

2.17.1 Par «*commande de freinage électrique à récupération*», un dispositif qui module l'action du système de freinage électrique à récupération;

2.17.2 Par «*système de freinage électrique à récupération de la catégorie A*», un système de freinage électrique à récupération ne faisant pas partie du système de freinage de service;

2.17.3 Par «*système de freinage électrique à récupération de la catégorie B*», un système de freinage électrique à récupération faisant partie du système de freinage de service;

2.17.4 Par «*niveau de charge électrique*», le rapport instantané entre la quantité d'énergie électrique stockée dans le dispositif de stockage d'énergie électrique (par exemple, batterie, condensateur) et la quantité maximale d'énergie électrique pouvant être stockée dans ce dispositif;

2.17.5 Par «*batterie de traction*», un ensemble d'accumulateurs constituant la réserve d'énergie utilisée pour alimenter le(s) moteur(s) de traction du véhicule.

2.18 Par «*freinage coordonné*» un moyen qui peut être utilisé, lorsque deux sources de freinage ou plus sont actionnées par une même commande, pour privilégier l'une par neutralisation progressive de l'autre (des autres), si bien qu'il faudrait un mouvement accru à la commande pour que ces sources puissent entrer en action.

2.19 Par «*valeur nominale*», des définitions de l'efficacité du freinage, pour donner une valeur à la fonction de transfert du système de freinage en comparant les valeurs de sortie et les valeurs d'entrée, pour les véhicules considérés isolément.

2.19.1 Par «*valeur nominale*», la caractéristique démontrable lors de l'homologation de type qui met en corrélation la force de freinage du véhicule seul et la valeur d'entrée du freinage.

2.20 Par «*freinage à commande automatique*», une fonction d'un système complexe de commande électronique où l'actionnement du (des) système(s) de freinage ou des freins de certains essieux, en vue de provoquer la décélération du véhicule avec ou sans intervention directe du conducteur résultant de l'évaluation automatique des informations communiquées par les systèmes de bord du véhicule.

2.21 Par «*freinage sélectif*», une fonction d'un système complexe de commande électronique dans lequel le (les) frein(s) de chaque roue est actionné par un dispositif automatique qui privilégie la modification du comportement dynamique du véhicule par rapport à la décélération.

2.22 Par «*signal de freinage*», un signal logique indiquant l'actionnement du freinage comme indiqué au paragraphe 5.2.22 du présent Règlement.

2.23 Par «*signal de freinage d'urgence*», un signal logique indiquant l'actionnement du freinage d'urgence comme indiqué au paragraphe 5.2.23 du présent Règlement.

2.24 Par «*code d'identification*», un code qui permet d'identifier les disques de freins ou les tambours de frein couverts par l'homologation du système de freinage accordée conformément au présent Règlement. Il comprend au moins la marque de fabrique ou de commerce du fabricant et un numéro d'identification.

2.25 Par «*système de conduite automatisé*», le matériel et les logiciels du véhicule qui sont ensemble capables d'exécuter de manière continue la totalité de la tâche de conduite dynamique.

2.25.1 Par «*tâche de conduite dynamique*», les fonctions concrètes et tactiques devant être assurées en temps réel pour conduire un véhicule dans la circulation routière.

2.26 Par «*valeur du signal de demande d'actionnement du frein*», la valeur de la demande d'actionnement électrique de la force de freinage d'une seule roue ou d'un seul essieu;

2.27 Par «*efficacité d'un dispositif de stockage d'énergie électrique*», sa capacité à fournir une puissance électrique (W) et une quantité d'énergie (Wh) à l'état complètement chargé;

2.28 Par «P_w» (W), l'alerte de faible puissance d'alimentation électrique telle que requise par le paragraphe 5.2.24.9 dans le cas d'un système de freinage à transmission électrique;

2.29 Par «*source d'énergie*», un dispositif qui produit et fournit l'énergie nécessaire au système de freinage;

2.30 Par «*dispositif de stockage d'énergie électrique*», un dispositif ou un ensemble de dispositifs individuels capables de stocker une charge électrique et d'alimenter la transmission du système de freinage en énergie électrique. Les dispositifs de stockage d'énergie électrique connectés en série et/ou en parallèle afin d'alimenter un seul circuit de freinage sont considérés comme un même dispositif de stockage d'énergie électrique aux fins du présent Règlement;

2.31 Par «*effet du vieillissement*», la quantification de la dégradation irréversible de l'efficacité d'un dispositif de stockage d'énergie électrique due, par exemple, aux effets du temps, à l'utilisation et à l'exposition à l'environnement;

2.32 Par «*alimentation électrique*», un dispositif (par exemple batterie, système rechargeable de stockage de l'énergie électrique (SRSEE), générateur, pile à combustible ou une combinaison de ces éléments) qui fournit de l'énergie électrique au(x) dispositif(s) de stockage d'énergie électrique du système de freinage;

2.33 Par «*système de gestion de l'énergie*», un ou plusieurs dispositifs électriques, faisant partie d'un système de freinage à transmission électrique ou utilisés par celui-ci, qui mesurent les variables essentielles ayant une incidence sur l'efficacité et l'état du dispositif de stockage d'énergie électrique (par exemple, tension, température, résistance interne, effet du vieillissement, niveau de charge, consommation d'énergie électrique, cycles de charge) et déterminent la capacité réelle de ce dispositif à satisfaire aux prescriptions d'efficacité du présent Règlement;

2.34 Par «*système de freinage à transmission électrique*», le système de freinage dans lequel la force et la transmission du frein de service dépendent exclusivement de l'utilisation, commandée par le conducteur, d'une énergie provenant des dispositifs de stockage d'énergie électrique;

2.35 Par «*équipement auxiliaire*», l'ensemble des systèmes, fonctions ou éléments, y compris ceux qui sont indispensables au fonctionnement du véhicule, qui sont alimentés en énergie par les mêmes réserves d'énergie que le système de freinage;

2.36 Par «*état d'un dispositif de stockage d'énergie électrique*», sa capacité à fournir une puissance électrique (W) et une quantité d'énergie (Wh) à un moment donné;

2.37 Par «*forces de freinage de référence*», les forces de freinage d'un essieu produites à la circonférence du pneumatique sur un banc à rouleaux et rapportées à la pression d'actionnement ou à la valeur du signal de demande d'actionnement du frein, selon le cas, déclarées au moment de l'homologation de type.

3. Demande d'homologation

3.1 La demande d'homologation d'un type de véhicule en ce qui concerne le freinage est présentée par le constructeur du véhicule ou son représentant dûment accrédité.

3.2 Elle est accompagnée des documents mentionnés ci-après, en triple exemplaire, et des indications suivantes:

3.2.1 Description du type de véhicule en ce qui concerne les points mentionnés au paragraphe 2.2 ci-dessus. Les numéros et/ou les symboles caractérisant le type du véhicule et le type de moteur doivent être indiqués;

3.2.2 Bordereau des éléments, dûment identifiés, formant l'équipement de freinage;

3.2.3 Schéma de l'ensemble de l'équipement de freinage et indication de la position de ses éléments sur le véhicule;

3.2.4 Dessins détaillés relatifs à chaque élément afin de permettre facilement leur repérage et leur identification.

3.3 Un véhicule, représentatif du type de véhicule à homologuer, doit être présenté au service technique chargé des essais d'homologation.

4. Homologation

4.1 Lorsque le type du véhicule présenté à l'homologation en application du présent Règlement satisfait aux prescriptions des paragraphes 5 et 6 ci-après, l'homologation pour ce type de véhicule est accordée.

4.2 Un numéro d'homologation est attribué à chaque type homologué dont les deux premiers chiffres correspondent à la série d'amendements comprenant les principales modifications techniques les plus récentes apportées au Règlement à la date de la délivrance de l'homologation. Une même Partie contractante ne peut attribuer ce numéro au même type de véhicule équipé d'un autre type d'équipement de freinage, ni à un autre type de véhicule.

4.3 L'homologation ou le refus d'homologation d'un type de véhicule, en application du présent Règlement, est communiqué aux Parties à l'Accord appliquant le présent Règlement au moyen d'une fiche conforme au modèle figurant à l'annexe 1 du présent Règlement et d'un résumé des informations contenues dans les documents mentionnés aux paragraphes 3.2.1 à 3.2.4 ci-dessus, les dessins fournis par le demandeur de l'homologation étant au format maximal A4 (210 × 297 mm), ou pliés à ce format, et à une échelle appropriée.

4.4 Sur tout véhicule conforme à un type de véhicule homologué en application du présent Règlement, il est apposé de manière visible, en un endroit facilement accessible et indiqué sur la fiche d'homologation, une marque d'homologation internationale composée:

4.4.1 D'un cercle à l'intérieur duquel est placée la lettre «E», suivie du numéro distinctif du pays ayant délivré l'homologation ([2]);

4.4.2 Du numéro du présent Règlement, suivi de la lettre «R», d'un tiret et du numéro d'homologation, placés à la droite du cercle prévu au paragraphe 4.4.1 ci-dessus.

4.5 Si le véhicule est conforme à un type de véhicule homologué en application d'un autre ou de plusieurs autres Règlements annexés à l'Accord dans le même pays que celui qui a accordé l'homologation en application du présent Règlement, le symbole prévu au paragraphe 4.4.1 ci-dessus n'a pas à être répété; dans ce cas, les numéros de règlement et d'homologation et les symboles additionnels de tous les règlements pour lesquels l'homologation est accordée dans le pays ayant délivré l'homologation en application du présent Règlement doivent être rangés en colonnes verticales situées à droite du symbole prévu au paragraphe 4.4.1 ci-dessus.

4.6 La marque d'homologation doit être nettement lisible et indélébile.

4.7 La marque d'homologation doit être placée au voisinage de la plaque apposée par le constructeur et donnant les caractéristiques du véhicule, ou sur cette plaque.

4.8 L'annexe 2 du présent Règlement donne des exemples de schémas de marques d'homologation.

5. Spécifications

5.1 Généralités

5.1.1 Équipement de freinage

5.1.1.1 L'équipement de freinage doit être conçu, construit et monté de telle façon que, dans des conditions normales d'utilisation et en dépit des vibrations auxquelles il peut être soumis, le véhicule puisse satisfaire aux prescriptions du présent Règlement.

5.1.1.2 En particulier, l'équipement de freinage doit être conçu, construit et monté de façon à résister aux phénomènes de corrosion et de vieillissement auxquels il est exposé.

5.1.1.3 Les garnitures de frein ne doivent pas contenir d'amiante.

5.1.1.4 L'efficacité de l'équipement de freinage ne doit pas être altérée par des champs magnétiques ou électriques. Cette condition est remplie s'il est démontré que les prescriptions techniques et les dispositions transitoires du Règlement ONU n° 10 sont respectées par l'application:

a) De la série 03 d'amendements aux véhicules dépourvus de système de raccordement pour la recharge du système rechargeable de stockage de l'énergie (batteries de traction);

b) De la série 04 d'amendements aux véhicules équipés d'un système de raccordement pour la recharge du système rechargeable de stockage de l'énergie (batteries de traction).

5.1.1.5 Un signal de détection de défaillance peut interrompre momentanément (< 10 ms) le signal de demande de la transmission de commande, à condition que l'efficacité du freinage n'en soit pas altérée.

([2]) Les numéros distinctifs des Parties contractantes à l'Accord de 1958 figurent à l'annexe 3 de la Résolution d'ensemble sur la construction des véhicules (R.E.3) , document ECE/TRANS/WP.29/78/Rev.6, annexe 3 — www.unece.org/trans/main/wp29/wp29wgs/wp29gen/wp29resolutions.html.

5.1.2 Fonctions de l'équipement de freinage

L'équipement de freinage défini au paragraphe 2.3 du présent Règlement doit remplir les fonctions suivantes:

5.1.2.1 Système de freinage de service

Le système de freinage de service doit permettre de contrôler le mouvement du véhicule et de l'arrêter d'une façon sûre, rapide et efficace, quels que soient la vitesse et l'état de charge et quelle que soit la déclivité ascendante ou descendante sur laquelle le véhicule se trouve. Son action doit être modérable. Le conducteur doit pouvoir obtenir ce freinage de sa place de conduite sans lever les mains de l'organe de direction.

5.1.2.2 Système de freinage de secours

Le système de freinage de secours doit permettre, par actionnement du contrôle du freinage de service, d'arrêter le véhicule sur une distance raisonnable en cas de défaillance du freinage de service. Son action doit être modérable. Le conducteur doit pouvoir obtenir ce freinage de sa place de conduite sans lever les mains de l'organe de direction. Aux fins de la présente prescription, il est supposé qu'il ne peut se produire à la fois plus d'une défaillance du système de freinage de service.

5.1.2.3 Système de freinage de stationnement

Le système de freinage de stationnement doit permettre de maintenir le véhicule immobile sur une déclivité ascendante ou descendante, même en l'absence du conducteur, les éléments actifs restant alors maintenus en position de serrage au moyen d'un dispositif à action purement mécanique. Le conducteur doit pouvoir obtenir ce freinage de sa place de conduite.

5.1.3 Les prescriptions de l'annexe 8 s'appliquent pour les questions de sécurité relatives à tous les systèmes complexes de commande électronique du véhicule, qui assurent la transmission de commande de la fonction de freinage ou qui en font partie, y compris ceux qui utilisent le ou les systèmes de freinage pour le freinage à commande automatique ou le freinage sélectif, ainsi que ceux qui sont définis dans un autre Règlement.

Toutefois, les véhicules équipés de systèmes ou fonctions qui utilisent le système de freinage pour atteindre un objectif supérieur, y compris les systèmes ou fonctions qui sont définis dans un autre Règlement, ne doivent satisfaire aux dispositions de l'annexe 8 que dans la mesure où ils ont un effet direct sur le système de freinage. Si de tels systèmes sont présents, ils ne doivent pas être mis hors fonction pendant l'essai d'homologation de type du système de freinage.

5.1.4 Prescriptions relatives au contrôle technique périodique des systèmes de freinage

5.1.4.1 Il doit être possible de contrôler l'état d'usure des éléments du frein de service qui sont soumis à usure, par exemple les garnitures de friction et les tambours ou les disques (dans le cas des tambours ou des disques, l'évaluation de l'usure n'est pas nécessairement faite lors du contrôle technique périodique). Les modalités de ce contrôle sont définies dans le paragraphe 5.2.11.2 du présent Règlement.

5.1.4.2 Il doit être possible de vérifier de façon fréquente et simple le fonctionnement correct des systèmes électroniques complexes qui commandent le freinage. Si des informations spéciales sont nécessaires à cette fin, elles doivent être mises à disposition.

5.1.4.2.1 Lorsque l'état de fonctionnement est indiqué au conducteur par des signaux d'avertissement, comme prescrit dans le présent Règlement, il doit être possible lors d'un contrôle technique périodique de confirmer le bon fonctionnement par une observation visuelle des signaux d'avertissement présents après remise du contact.

5.1.4.2.2 Au moment de l'homologation de type, les moyens de protection mis en œuvre contre la simple modification non autorisée du fonctionnement des systèmes de contrôle choisis par le constructeur (témoin d'alarme par exemple) doivent être décrits de façon confidentielle. À défaut, on considère qu'il est satisfait à cette prescription relative à la protection des systèmes lorsqu'il existe un autre moyen de vérifier leur fonctionnement correct.

5.1.4.2.3 Il doit être possible de produire des forces maximales de freinage dans des conditions statiques sur un dynamomètre à inertie ou sur un banc d'essai de freinage à rouleaux.

5.1.4.3 Données relatives aux systèmes de freinage

5.1.4.3.1 Les données caractéristiques relatives au système de freinage à transmission électrique pour l'essai fonctionnel et d'efficacité doivent être indiquées sur le véhicule en un endroit visible et sous une forme indélébile, ou être librement accessibles d'une autre manière (dans un manuel, sous forme électronique, etc.).

5.1.4.3.2 Dans le cas des véhicules à moteur équipés d'un système de freinage à transmission électrique, au moment de l'homologation de type, le constructeur du véhicule doit décrire la procédure permettant de vérifier que les moyens de détection déclenchant les voyants définis aux paragraphes 5.2.24.6, 5.2.24.7 et 5.2.24.9 fonctionnent.

5.1.4.4 Forces de freinage de référence

5.1.4.4.1 Les forces de freinage de référence d'un système de freinage à transmission électrique définies sur un banc à rouleaux le sont conformément aux prescriptions suivantes.

5.1.4.4.1.1 Il doit être possible d'évaluer la relation entre la ou les valeurs du signal de demande d'actionnement du frein et la force de freinage mesurée sur un banc à rouleaux. Les valeurs du signal d'actionnement du frein doivent être indiquées sur le véhicule et pouvoir être lues facilement depuis le siège du conducteur pendant l'essai sur banc à rouleaux (par exemple, au moyen d'un menu, sur demande automatique, etc.). Le constructeur du véhicule doit décrire la méthode permettant d'afficher les valeurs et rendre ces informations accessibles conformément au paragraphe 5.1.4.3.1 ci-dessus.

5.1.4.4.1.2 Les forces de freinage de référence doivent être déterminées pour chaque essieu pour une valeur du signal de demande d'actionnement du frein allant de zéro à une valeur correspondant à une force de freinage produite dans les conditions de l'essai du type 0. Elles doivent être déclarées par le demandeur de l'homologation de type. Ces données doivent être communiquées par le constructeur du véhicule, conformément au paragraphe 5.1.4.3 ci-dessus.

5.1.4.4.1.3 Les forces de freinage de référence déclarées doivent permettre de s'assurer que le véhicule est capable de produire un taux de freinage équivalent à celui prescrit à l'annexe 3 du présent Règlement pour la catégorie de véhicules visée chaque fois que la force de freinage mesurée au banc, pour chacun des essieux et quelle que soit la charge, n'est pas inférieure à la force de freinage de référence pour une valeur donnée du signal de demande d'actionnement du frein, dans les limites de la plage de valeurs du signal de demande d'actionnement déclarée ([3]).

5.2 Caractéristiques des systèmes de freinage

5.2.1 L'ensemble des systèmes de freinage dont est équipé le véhicule doivent satisfaire aux conditions exigées pour le freinage de service, de secours et de stationnement.

5.2.2 Les systèmes assurant le freinage de service, de secours et de stationnement peuvent avoir des parties communes, sous réserve de satisfaire aux prescriptions suivantes:

5.2.2.1 Il doit y avoir au moins deux commandes, indépendantes l'une de l'autre, aisément accessibles au conducteur de sa place de conduite normale. Toutes les commandes de frein doivent être conçues de façon à revenir à leur position de départ quand elles sont desserrées. Cette prescription ne s'applique pas à la commande de frein de stationnement quand elle est verrouillée mécaniquement en position;

5.2.2.2 La commande du système de freinage de service doit être indépendante de celle du système de freinage de stationnement;

([3]) Aux fins du contrôle technique périodique, il peut être nécessaire de modifier le taux de freinage minimum défini pour l'ensemble du véhicule, de façon à respecter les prescriptions nationales ou internationales applicables aux véhicules en circulation.

5.2.2.3 L'efficacité de la liaison entre la commande du système de freinage de service et les différentes parties des systèmes de transmission ne doit pas pouvoir être altérée après une certaine période d'utilisation;

5.2.2.4 Le système de freinage de stationnement doit être conçu de telle sorte que, lorsque le véhicule est en mouvement, il puisse être actionné. Il peut être satisfait à cette prescription par l'actionnement du frein de service du véhicule au moyen d'une commande auxiliaire;

5.2.2.5 Sans préjudice des prescriptions du paragraphe 5.1.2.3 du présent Règlement, le système de freinage de service et le système de freinage de stationnement peuvent comporter des éléments de transmission communs, à condition qu'en cas de défaillance de l'un d'eux, les prescriptions applicables au freinage de secours continuent d'être satisfaites;

5.2.2.6 Une rupture d'un élément autre que les freins (au sens du paragraphe 2.6 ci-dessus) et les composants mentionnés au paragraphe 5.2.2.10 ci-après, ou toute autre défaillance dans le système de freinage de service (mauvais fonctionnement, épuisement partiel ou total d'une réserve d'énergie), ne doit pas empêcher la fraction du système de freinage de service qui n'est pas affectée par la défaillance de pouvoir arrêter le véhicule dans les conditions requises pour le freinage de secours;

5.2.2.7 Si le freinage de service est assuré par l'action de l'énergie musculaire du conducteur assistée par une ou plusieurs réserves d'énergie, le freinage de secours doit, en cas de défaillance de cette assistance, pouvoir être assuré par l'énergie musculaire du conducteur, assistée, le cas échéant, par les réserves d'énergie non affectées par la défaillance, la force sur la commande ne dépassant pas les maxima prescrits;

5.2.2.8 Si la force de freinage de service et sa transmission sont obtenues exclusivement par l'utilisation, commandée par le conducteur, d'une réserve d'énergie, il doit y avoir au moins deux réserves d'énergie complétement indépendantes et munies de leurs propres transmissions également indépendantes; chacune d'elles peut n'agir que sur les freins de deux ou de plusieurs roues choisies de façon qu'elles puissent assurer, seules, le freinage de secours dans les conditions prescrites et sans compromettre la stabilité du véhicule pendant le freinage; en outre, chacune de ces réserves d'énergie doit être munie d'un dispositif d'avertissement défini au paragraphe 5.2.14 ci-après;

5.2.2.9 Si la force de freinage de service et sa transmission sont obtenues exclusivement par l'utilisation d'une réserve d'énergie, il est considéré qu'une réserve d'énergie suffit pour la transmission, à condition que le freinage de secours soit assuré par l'énergie musculaire du conducteur manœuvrant la commande du frein de service et que les prescriptions du paragraphe 5.2.5 ci-après soient satisfaites;

5.2.2.10 Certaines pièces, comme la pédale et son support, le maître-cylindre et son (ou ses) piston(s), le distributeur, la liaison entre la pédale et le maître-cylindre ou le distributeur, les cylindres de frein et leurs pistons et les ensembles leviers-cames des freins ne sont pas considérés comme éventuellement sujets à rupture, à condition que ces pièces aient des dimensions largement calculées, qu'elles soient aisément accessibles pour l'entretien et présentent des caractéristiques de sécurité au moins égales à celles requises pour les autres organes essentiels des véhicules (par exemple pour la tringlerie de direction). Si la défaillance d'une seule de ces pièces rend impossible le freinage du véhicule avec une efficacité au moins égale à celle exigée pour le freinage de secours, cette pièce doit être métallique ou en un matériau de caractéristiques équivalentes et ne doit pas subir de déformation notable au cours du fonctionnement normal des systèmes de freinage.

5.2.3 La défaillance d'une fraction d'un système de transmission hydraulique doit être signalée au conducteur par un dispositif comportant un voyant rouge s'allumant avant ou dès l'exercice d'une pression différentielle ne dépassant pas 15,5 bars entre le système actif et le système défaillant, mesurée à la sortie du maître-cylindre, ce voyant devant rester allumé tant que dure la défaillance et que le contact d'allumage (de démarrage) est dans la position «marche». Toutefois, un dispositif comportant un voyant rouge qui s'allume lorsque le liquide dans le réservoir est inférieur à un certain niveau défini par le constructeur est admis. Le voyant doit être visible même de jour; son bon état doit pouvoir être contrôlé aisément par le conducteur depuis son siège. La défaillance d'un élément du dispositif ne doit pas entraîner la perte totale d'efficacité du système de freinage. Le serrage du frein de stationnement doit aussi être indiqué au conducteur. Le même voyant peut servir à cet effet.

5.2.4 Lorsqu'il est fait appel à une énergie autre que l'énergie musculaire du conducteur, l'alimentation en énergie (source d'énergie ou alimentation électrique, selon le cas) peut être unique (pompe hydraulique, compresseur d'air, etc.), mais le mode d'entraînement du dispositif constituant cette alimentation doit être aussi sûr que possible.

5.2.4.1 En cas de défaillance d'une partie quelconque de la transmission d'un système de freinage, l'alimentation de la partie non affectée par la défaillance doit continuer à être assurée si cela est nécessaire pour arrêter le véhicule avec l'efficacité prescrite pour le freinage de secours. Cette condition doit être réalisée au moyen de dispositifs pouvant aisément être mis en œuvre lorsque le véhicule est à l'arrêt ou par un dispositif à fonctionnement automatique.

5.2.4.2 De plus, les réservoirs situés en aval de ce dispositif doivent être tels qu'en cas de défaillance de l'alimentation en énergie il soit encore possible, après quatre manœuvres à fond de course de la commande du frein de service, et dans les conditions prescrites au paragraphe 1.2 de l'annexe 4 du présent Règlement, d'arrêter le véhicule à la cinquième manœuvre avec l'efficacité prescrite pour le freinage de secours.

5.2.4.3 Cependant, pour les systèmes de freinage hydraulique avec accumulation d'énergie, ces dispositions peuvent être considérées comme satisfaites à condition que les prescriptions du paragraphe 1.3 de l'annexe 4 du présent Règlement le soient également.

5.2.4.4 Toutefois, pour un système de freinage à transmission électrique, on pourra considérer qu'il est satisfait aux dispositions des paragraphes 5.2.4.1 et 5.2.4.2 s'il est satisfait à celles du paragraphe 5.2.4.4.1.

5.2.4.5 Après toute défaillance unique de la transmission, il doit encore être possible, après huit manœuvres à fond de course de la commande du système de freinage de service, d'obtenir à la neuvième manœuvre au moins l'efficacité prescrite pour le système de freinage de secours. Chaque manœuvre à fond doit être conforme aux dispositions du paragraphe 1.2.3.3 de la section B de l'annexe 4.

5.2.5 Les prescriptions des paragraphes 5.2.2, 5.2.3 et 5.2.4 ci-dessus doivent être satisfaites sans recourir à un dispositif à fonctionnement automatique d'un type tel que son inefficacité soit susceptible de n'être pas remarquée du fait que des pièces normalement en position de repos n'entrent en action qu'en cas de défaillance du système de freinage.

5.2.6 Le dispositif de freinage de service doit agir sur toutes les roues du véhicule et cette action doit être répartie convenablement entre les essieux.

5.2.7 Dans le cas de véhicules équipés de systèmes de freinage électrique à récupération de la catégorie B, l'apport d'autres sources de freinage peut être convenablement dosé de manière que le système de freinage électrique à récupération soit seul en action, pour autant que les deux conditions suivantes soient remplies:

5.2.7.1 Des variations intrinsèques du couple appliqué par le système de freinage électrique à récupération (par exemple à la suite de modifications de l'état de charge électrique des batteries de traction) sont automatiquement compensées par une variation appropriée du dosage relatif, pour autant que les prescriptions ([4]) de l'une des annexes suivantes du présent Règlement soient satisfaites:

Annexe 3, paragraphe 1.3.2, ou

Annexe 6, paragraphe 5.3 (y compris les cas où le moteur électrique est en fonction), et

Partout où cela est nécessaire, afin d'assurer un taux de freinage[3] conforme à la demande du conducteur et tenant compte de l'adhérence, le freinage doit automatiquement être appliqué à toutes les roues du véhicule.

([4]) L'autorité d'homologation de type appelée à accorder l'homologation peut vérifier le système de freinage de secours en soumettant le véhicule à des procédures d'essais supplémentaires.

5.2.7.2 Les actions de compensation fournies, à tout moment, pour garantir que le taux de freinage ([5]) du véhicule est proportionnel à la demande du conducteur doivent être déclarées. Le constructeur doit fournir au service technique une description de la ou des fonctions de compensation, y compris de ses limites de fonctionnement, et de la stratégie permettant de veiller à ce que les actions de compensation ne compromettent pas la sécurité du véhicule, de ses occupants ou d'autres usagers de la route.

5.2.8 L'action du dispositif de freinage de service doit être répartie symétriquement entre les roues de chaque essieu, par rapport au plan longitudinal médian du véhicule.

La compensation et les fonctions, telles que l'antiblocage, qui peuvent entraîner des exceptions à cette répartition symétrique doivent être déclarées.

5.2.8.1 La compensation par la transmission de commandes électriques d'une défaillance ou d'un défaut du système de freinage doit être indiquée au conducteur au moyen du voyant jaune mentionné au paragraphe 5.2.21.1.2 ci-après. Cette prescription s'applique, quel que soit l'état de charge du véhicule, lorsque la compensation dépasse les limites suivantes:

5.2.8.1.1 Un écart entre les pressions de freinage ou les valeurs du signal de demande d'actionnement du frein à la roue aux extrémités de tout essieu:

a) Égal à 25 % de la valeur de pression supérieure pour toute décélération du véhicule supérieure ou égale à 2 m/s^2;

b) Correspondant à 25 % à 2 m/s^2 pour toute décélération inférieure à cette valeur;

5.2.8.1.2 Une valeur de compensation individuelle sur tout essieu:

a) > à 50 % de la valeur nominale, pour toute décélération du véhicule ≥ à 2 m/s^2;

b) Une valeur correspondant à 50 % de la valeur nominale à 2 m/s^2, pour toute décélération inférieure à cette valeur.

5.2.8.2 La compensation définie ci-dessus n'est autorisée que si l'actionnement initial des freins intervient alors que le véhicule roule à plus de 10 km/h.

5.2.9 Les défaillances de la transmission de commande électrique ne doivent pas avoir pour effet d'actionner les freins contre la volonté du conducteur ou du système de conduite automatisé.

5.2.10 Les systèmes de freinage de service, de secours et de stationnement doivent agir sur des surfaces de freinage reliées aux roues par l'intermédiaire de pièces suffisamment robustes.

Lorsque le couple de freinage pour tel ou tel essieu est assuré à la fois par un système de freinage à friction et un système de freinage électrique à récupération de la catégorie B, la mise hors fonction de cette dernière source est autorisée, pour autant que la source de freinage à friction demeure constamment en fonction et capable de fournir la compensation dont il est question au paragraphe 5.2.7.1 ci-dessus.

Toutefois, en cas d'effets transitoires de perte de contact de brève durée, une compensation incomplète est admise, mais elle doit avoir atteint, dans la seconde, au moins 75 % de sa valeur finale.

Néanmoins, dans tous les cas, la source de freinage à friction constamment en fonction doit garantir que tant le système de freinage de service que le système de freinage de secours continuent de fonctionner avec le degré d'efficacité prescrit.

Pour le système de freinage de stationnement, un désaccouplement des surfaces de freinage n'est admis qu'à condition d'être commandé par le conducteur de sa place de conduite ou à l'aide d'une télécommande, ou par un système de conduite automatisé, et au moyen d'un système ne pouvant entrer en action à cause d'une fuite.

([5]) L'autorité chargée d'accorder l'homologation peut vérifier le système de freinage de service en soumettant le véhicule à des procédures d'essai supplémentaires. L'évaluation de la ou des fonctions doit être indiquée dans le procès-verbal d'essai.

La télécommande susmentionnée doit faire partie d'un système satisfaisant aux prescriptions techniques d'une fonction de direction à commande automatique de la catégorie A, conformément aux spécifications de la série 02 d'amendements au Règlement ONU n° 79 ou d'une série ultérieure d'amendements audit Règlement.

5.2.11 L'usure des freins doit pouvoir être aisément compensée par un système de réglage manuel ou automatique. En outre, la commande et les éléments de la transmission et des freins doivent posséder une réserve de course et, si nécessaire, un dispositif de compensation approprié tel que, après échauffement des freins ou après un certain degré d'usure des garnitures, l'efficacité du freinage soit assurée sans nécessité d'un réglage immédiat.

5.2.11.1 Le rattrapage de l'usure doit être automatique pour les freins de service. Les dispositifs de rattrapage automatique d'usure doivent être tels qu'après échauffement et refroidissement des freins, un freinage efficace soit encore assuré. Le véhicule doit en particulier être encore en mesure de rouler normalement après les essais effectués conformément au paragraphe 1.5 de l'annexe 3 (essai du type I).

5.2.11.2 Contrôle de l'usure des éléments de friction du frein de service

5.2.11.2.1 Il doit être possible d'évaluer facilement l'usure des garnitures du frein de service depuis l'extérieur ou le dessous du véhicule, sans enlever les roues, par les trous de visite prévus à cet effet ou par tout autre moyen. Cette inspection doit pouvoir se faire à l'aide de simples outils ordinaires ou d'un équipement d'inspection courant.

Un dispositif de détection monté sur chaque roue (les roues jumelées étant considérées comme une seule roue) transmettant au conducteur, à son poste de conduite, un signal l'avertissant que les garnitures doivent être remplacées est également acceptable. Le signal d'avertissement jaune défini au paragraphe 5.2.21.1.2 peut être utilisé.

5.2.11.2.2 L'état d'usure des surfaces de friction des disques ou des tambours de frein ne peut être évalué que par une mesure directe de l'élément proprement dit ou par un examen des témoins d'usure des disques ou des tambours de frein, ce qui peut nécessiter un certain degré de démontage. Par conséquent, lors de l'homologation de type, le constructeur du véhicule doit:

a) Indiquer la méthode à utiliser pour évaluer le degré d'usure des surfaces de friction des disques et des tambours, y compris le degré de démontage nécessaire et les outils et moyens à utiliser pour ce faire;

b) Définir la limite d'usure maximale admissible des surfaces de friction, à partir de laquelle elles doivent être remplacées.

Ces renseignements doivent être indiqués, par exemple dans le manuel d'utilisation du véhicule ou sur un support électronique.

5.2.12 Dans les systèmes de freinage à transmission hydraulique, les orifices de remplissage des réservoirs de liquide doivent être aisément accessibles; en outre, les récipients contenant la réserve de liquide doivent être conçus et construits de manière à permettre, sans qu'il soit nécessaire de les ouvrir, un contrôle aisé du niveau de la réserve et la capacité totale minimale du réservoir est équivalente au déplacement de liquide qui se produit lorsque tous les cylindres de roue ou les pistons d'étrier desservis par les réservoirs passent de la position rétractée à la position complétement serrée correspondant à une garniture usée. Si ces dernières conditions ne sont pas remplies, le voyant rouge défini au paragraphe 5.2.21.1.1 doit appeler l'attention du conducteur sur toute baisse de la réserve de liquide susceptible d'entraîner une défaillance du système de freinage.

5.2.13 Le type de liquide à utiliser pour les systèmes de freinage à transmission hydraulique est indiqué par le symbole utilisé dans la figure 1 ou 2 de la norme ISO 9128-2006 et par le symbole DOT approprié (par exemple DOT 3). Le symbole et les marques doivent être indélébiles et apposés dans un endroit visible à une distance de 100 mm des orifices de remplissage des réservoirs de liquide; le fabricant peut fournir des indications complémentaires à ce sujet.

5.2.14 Dispositif d'avertissement

5.2.14.1 Tout véhicule équipé d'un frein de service alimenté à partir d'une réserve d'énergie doit être muni, s'il est impossible d'obtenir avec ce système de freinage l'efficacité prescrite pour le freinage de secours sans faire usage de l'énergie accumulée, d'un avertisseur en sus de l'éventuelle indication de l'énergie disponible (par exemple, un manomètre). Ce dispositif émet un signal visuel ou, sauf dans le cas des systèmes de freinage à transmission électrique, un signal sonore au plus tard lorsque, dans une partie du système, le niveau de l'énergie accumulée (ou l'état d'un dispositif de stockage d'énergie électrique, le cas échéant) est devenu tel que, sans réalimentation de la réserve et quel que soit l'état de charge du véhicule:

a) Dans le cas des systèmes de freinage autres qu'à transmission électrique, il demeure possible, après quatre manœuvres à fond de la commande du frein de service, d'obtenir au cinquième actionnement l'efficacité prescrite pour le freinage de secours;

b) Dans le cas des systèmes de freinage à transmission électrique, il soit impossible d'obtenir l'efficacité prescrite pour le freinage de service, ou il demeure possible, après quatre manœuvres à fond [6] de la commande du frein de service, d'obtenir au cinquième actionnement au moins l'efficacité prescrite pour le freinage de secours, selon ce qui se produit en premier;

la transmission du frein de service fonctionnant normalement et les freins étant réglés au plus près.

L'avertisseur doit être raccordé directement et de façon permanente au circuit. Le voyant rouge défini au paragraphe 5.2.21.1.1 doit être utilisé comme témoin d'avertissement. Lorsque le moteur fonctionne, ou au cours d'un cycle de fonctionnement (par exemple, dans le cas d'un véhicule à moteur électrique), dans des conditions normales, et lorsqu'il n'y a pas de défaillance dans le système de freinage, comme c'est le cas lors des essais d'homologation de type, l'avertisseur ne doit pas émettre de signal en dehors de la période nécessaire pour réalimenter la ou les réserves d'énergie après un nouveau démarrage du moteur/cycle de fonctionnement, le cas échéant.

5.2.14.2 Toutefois, dans le cas de véhicules considérés comme satisfaisant aux prescriptions du paragraphe 5.2.4.1 du présent Règlement uniquement du fait qu'ils satisfont à celles du paragraphe 1.3 de l'annexe 4 du même Règlement, le dispositif d'avertissement comprend un signal sonore en plus du signal lumineux. Il n'est pas nécessaire que ces dispositifs fonctionnent simultanément, à condition que chacun d'eux réponde aux prescriptions ci-dessus et que le signal sonore ne se déclenche pas avant le signal lumineux. Le voyant rouge défini au paragraphe 5.2.21.1.1 ci-après sert de signal d'avertissement lumineux.

5.2.14.3 En outre, dans le cas de véhicules équipés d'un système de freinage à transmission électrique, un signal sonore doit être émis au plus tard 60 secondes après l'allumage du voyant rouge prescrit à l'alinéa b) du paragraphe 5.2.14.1 ou au premier actionnement de la commande du frein de service après l'allumage dudit voyant, selon ce qui se produit en premier.

Les véhicules dont la propulsion repose sur l'énergie d'un ou de plusieurs dispositifs de stockage d'énergie électrique sont réputés satisfaire à cette prescription si la fourniture d'énergie au(x) moteur(s) de traction est interrompue avant que l'énergie accumulée dans le ou les dispositifs de stockage d'énergie électrique ne tombe à un niveau entraînant l'allumage du voyant rouge

5.2.14.4 Ce dispositif acoustique peut être mis hors circuit pendant le serrage du frein de stationnement et/ou, au choix du constructeur, pendant que le levier de sélection, dans le cas d'une transmission automatique, est dans la position stationnement.

5.2.14.5 En outre, tout véhicule équipé d'un système de freinage à transmission électrique doit comporter un indicateur de l'effet du vieillissement sur chaque dispositif de stockage d'énergie électrique. Cette prescription ne s'applique pas à la batterie de traction remplissant également la fonction de dispositif de stockage d'énergie (au sens de la section B de l'annexe 4).

[6] On entend par «manœuvre à fond» la manœuvre de la commande conformément au paragraphe 1.2.3.3 de la section B de l'annexe 4, pendant une durée de 8,0 secondes ou pendant un temps T tel que décrit dans ledit paragraphe.

Les indicateurs se rapportant aux dispositifs de stockage d'énergie électrique peuvent apparaître sur un emplacement commun, conformément au Règlement ONU n° 121. Ils ne doivent pas nécessairement être visibles en permanence, mais ils doivent l'être immédiatement sur demande manuelle du conducteur lorsque le contacteur de mise en marche est sur la position «marche».

L'indicateur doit comporter au moins quatre niveaux de vieillissement différents au-dessus de celui auquel une opération de maintenance du ou des dispositifs de stockage d'énergie électrique est recommandée. Ce cinquième niveau doit être atteint avant que le voyant prescrit au paragraphe 5.2.24.6 ne s'allume. La gradation des différents niveaux supérieurs doit être équilibrée en ce qui concerne l'efficacité des dispositifs de stockage d'énergie électrique.

5.2.15 Sans préjudice des prescriptions énoncées au paragraphe 5.1.2.3 ci-dessus, lorsqu'une source auxiliaire d'énergie est indispensable au fonctionnement d'un système de freinage, la réserve d'énergie doit être telle qu'en cas d'arrêt du moteur, ou de défaillance du mode d'entraînement de la source d'énergie, l'efficacité du freinage reste suffisante pour permettre l'arrêt du véhicule dans les conditions prescrites. En outre, si l'action musculaire du conducteur sur le système de freinage de stationnement est renforcée par un dispositif d'assistance, il doit être possible d'actionner le frein de stationnement en cas de défaillance de l'assistance, au besoin en recourant à une réserve d'énergie indépendante de celle assurant normalement cette assistance. Cette réserve d'énergie peut être celle qui est destinée au frein de service.

5.2.16 L'équipement auxiliaire pneumatique, hydraulique ou électrique doit être alimenté en énergie de façon que, pendant son utilisation, les niveaux de décélération prescrits puissent être atteints et que, même en cas d'avarie de la source d'énergie, le fonctionnement de l'équipement auxiliaire ne puisse avoir pour effet de réduire les réserves d'énergie (c'est-à-dire la réserve au sein du réservoir, de l'accumulateur ou des dispositifs de stockage d'énergie électrique ([7]) alimentant les systèmes de freinage à un niveau inférieur à celui indiqué au paragraphe 5.2.14 ci-dessus.

5.2.17 Dans le cas d'un véhicule à moteur équipé pour tirer une remorque munie de freins de service électriques, les prescriptions suivantes doivent être satisfaites:

5.2.17.1 La source électrique (générateur et batterie) du véhicule à moteur doit être d'une capacité suffisante pour fournir le courant destiné à un système de freinage électrique. Après la mise en marche du moteur à la vitesse de ralenti recommandée par le constructeur et la mise sous tension de tous les dispositifs électriques montés en série, la tension dans les lignes électriques ne doit pas, pour une consommation maximale du système de freinage électrique (15 A), tomber au-dessous de la valeur de 9,6 V mesurée au point de contact avec le réseau. Les lignes électriques ne doivent pas pouvoir se mettre en court-circuit même en cas de surcharge;

5.2.17.2 En cas de défaillance du système de freinage de service d'un véhicule à moteur, lorsque ce système comprend au moins deux unités indépendantes, l'unité ou les unités non affectées par la défaillance doivent pouvoir partiellement ou totalement actionner les freins de la remorque;

5.2.17.3 L'utilisation de l'interrupteur et du circuit du feu stop pour commander le système de freinage électrique n'est admise que si la ligne de commande est connectée en parallèle avec le feu stop et que l'interrupteur et le circuit existants de celui-ci sont capables de supporter cette charge supplémentaire.

5.2.18 Prescriptions supplémentaires pour les véhicules équipés d'un système de freinage électrique à récupération

5.2.18.1 Véhicules équipés d'un système de freinage électrique à récupération de la catégorie A

5.2.18.1.1 Le système de freinage électrique à récupération doit être actionné uniquement par une réduction de la demande d'accélération et/ou la position point mort du levier de vitesse.

([7]) Il est entendu qu'une transmission de commande électrique telle que visée au paragraphe 5.2.20 n'est pas munie d'un dispositif de stockage d'énergie électrique au sens du présent Règlement.

5.2.18.2 Véhicules équipés d'un système de freinage électrique à récupération de la catégorie B

5.2.18.2.1 Il ne doit pas être possible de débrancher partiellement ou totalement une partie du système de freinage de service autrement que par un dispositif automatique. Cela ne doit pas être interprété comme une dérogation aux prescriptions du paragraphe 5.2.10 ci-dessus.

5.2.18.2.2 Le système de freinage de service ne doit comporter qu'un seul dispositif de commande.

5.2.18.2.3 Le fonctionnement du système de freinage de service ne doit pas être perturbé par la mise du (des) moteur(s) au point mort ou par le rapport utilisé.

5.2.18.2.4 Si le fonctionnement de la composante électrique de freinage est basée sur une relation établie entre l'information provenant de la commande de freinage de service et la force de freinage sur les roues qui en résulte, une défaillance de cette relation entraînant le non-respect des prescriptions de la répartition du freinage entre les essieux (annexe 5 ou 6 suivant le cas) doit être signalée au conducteur par un voyant s'allumant au plus tard lorsque la commande est actionnée et devant rester allumé aussi longtemps que ce défaut existe et que l'interrupteur de contact est dans la position «marche».

5.2.18.3 Pour les véhicules équipés d'un système de freinage électrique à récupération de l'une ou l'autre catégorie, toutes les prescriptions pertinentes doivent être respectées, sauf celles du paragraphe 5.2.18.1.1 ci-dessus. Dans ce cas, le freinage électrique à récupération peut être actionné par une réduction de la demande d'accélération et/ou la position point mort du levier de vitesse. De plus, l'actionnement de la commande du frein de service ne doit pas réduire l'effet de freinage ci-dessus obtenu par la réduction de la demande d'accélération.

5.2.18.4 Le fonctionnement du freinage électrique ne doit pas être perturbé par des champs magnétiques ou électriques.

5.2.18.5 Pour les véhicules équipés d'un dispositif antiblocage, ce dernier doit commander le système de freinage électrique.

5.2.18.6 L'état de charge des batteries de traction est déterminé suivant la méthode définie à l'appendice 1 de l'annexe 3 du présent Règlement ([8]).

5.2.19 Dispositions supplémentaires spéciales pour la transmission électrique du système de freinage de stationnement:

5.2.19.1 En cas de défaillance de la transmission électrique, tout actionnement involontaire du système de freinage de stationnement doit être évité;

5.2.19.2 En cas de défaillance électrique de la commande ou de rupture du câblage de la transmission de commande électrique entre ladite commande et le module de gestion électronique auquel elle est directement reliée, à l'exclusion de la réserve d'énergie, il doit encore être possible d'actionner le frein de stationnement à partir du siège du conducteur et donc de maintenir le véhicule chargé immobile sur une pente de 8 %. L'actionnement automatique du frein de stationnement est admis lorsque le véhicule est à l'arrêt, à condition que le niveau d'efficacité ci-dessus soit atteint et que le frein de stationnement reste serré quelle que soit la position du contacteur d'allumage (de démarrage). Dans ce cas, le frein de stationnement doit automatiquement se desserrer dès que le conducteur ou le système de conduite automatisé remet le véhicule en marche. L'enclenchement d'un rapport ou la transmission automatique (en position «P») peuvent servir ou contribuer à atteindre le niveau d'efficacité ci-dessus.

([8]) En accord avec le service technique, l'évaluation de l'état de charge n'est pas nécessaire sur les véhicules disposant d'une source d'énergie embarquée leur permettant de charger leurs batteries de traction et d'un moyen de régulation de leur état de charge.

5.2.19.2.1 Toute rupture du câblage de transmission électrique, ou toute défaillance électrique de la commande du frein de stationnement, doit être signalée au conducteur au moyen du signal d'avertissement de couleur jaune défini au paragraphe 5.2.21.1.2. Lorsqu'il est causé par une rupture du câblage de transmission de commande électrique du frein de stationnement, le signal d'avertissement de couleur jaune doit se déclencher instantanément.

En outre, toute défaillance électrique de la commande ou rupture du câblage en dehors de l'unité (des unités) de commande électronique(s), à l'exclusion de la réserve d'énergie, doit être indiquée au conducteur par le clignotement du signal d'avertissement de couleur rouge défini au paragraphe 5.2.21.1.1, aussi longtemps que le contact d'allumage (démarrage) est mis, et au moins encore 10 s après la coupure du contact, et aussi longtemps que la commande est sur la position «en fonction».

Cependant, si le système du frein de stationnement détecte que le frein de stationnement est correctement activé, le clignotement du signal d'avertissement rouge peut être supprimé et un signal d'avertissement rouge non clignotant sera utilisé pour indiquer «frein de stationnement serré».

Si l'actionnement du frein de stationnement est normalement indiqué au moyen d'un signal d'avertissement distinct de couleur rouge, satisfaisant à toutes les prescriptions du paragraphe 5.2.21.2 ci-après, ledit signal doit être utilisé de façon à satisfaire aux prescriptions ci-dessus applicables au signal de couleur rouge.

5.2.19.3 L'équipement auxiliaire peut être alimenté en énergie par l'intermédiaire de la transmission électrique du frein de stationnement à condition que l'énergie disponible soit suffisante pour actionner le frein de stationnement et alimenter en plus tous les autres consommateurs électriques du véhicule, en l'absence de toute défaillance. De plus, lorsque la réserve d'énergie est aussi utilisée par le système de freinage de service, les dispositions du paragraphe 5.2.20.6 sont applicables, ou celles du paragraphe 5.2.24.12 dans le cas des systèmes de freinage à transmission électrique.

5.2.19.4 Une fois que le contact d'allumage/démarrage qui commande l'alimentation en électricité de l'équipement de freinage a été coupé et/ou que la clef de contact a été retirée, il doit encore être possible d'actionner le système de freinage de stationnement, mais il doit être impossible de le desserrer.

Néanmoins, il doit être possible de desserrer le système de freinage de stationnement lorsque cette action est commandée au moyen d'une télécommande satisfaisant aux prescriptions techniques d'une fonction de direction à commande automatique de la catégorie A, conformément aux spécifications de la série 02 d'amendements au Règlement ONU nº 79 ou d'une série ultérieure d'amendements audit Règlement.

5.2.20 Dispositions supplémentaires spéciales applicables aux systèmes de freinage de service à transmission de commande électrique, à l'exception des systèmes de freinage à transmission électrique.

5.2.20.1 Lorsque le frein de stationnement est desserré, le frein de service doit offrir les fonctions suivantes:

a) Lorsque le dispositif de commande marche/arrêt du véhicule est en position «marche», produire une force de freinage statique totale au moins égale à celle requise lors de l'essai de type 0 (mesure de l'efficacité du freinage de service) visé au paragraphe 2.1 de l'annexe 3 au présent Règlement;

b) Dans les 60 premières secondes suivant le passage du dispositif de commande marche/arrêt en position «arrêt» ou «verrouillé» et/ou le retrait de la clef de contact, le fait de freiner trois fois doit produire une force de freinage statique totale au moins égale à celle requise lors de l'essai de type 0 (mesure de l'efficacité du freinage de service) visé au paragraphe 2.1 de l'annexe 3 au présent Règlement; et

c) À l'issue de la durée susmentionnée ou dès le quatrième freinage intervenu dans les 60 premières secondes, le premier de ces deux états étant déterminant, produire une force de freinage statique totale au moins égale à celle requise lors de l'essai de type 0 (mesure de l'efficacité du freinage de secours) visé au paragraphe 2.2 de l'annexe 3 au présent Règlement.

Il est entendu qu'il reste suffisamment d'énergie dans le système de transmission d'énergie du frein de service.

5.2.20.2 En cas de défaillance temporaire unique (< 40 ms) de la transmission de commande électrique, à l'exclusion de sa réserve d'énergie (signal non transmis ou erreur de données, par exemple), l'efficacité du frein de service ne doit pas être entamée de façon perceptible.

5.2.20.3 Toute défaillance de la transmission de la commande électrique ([9]), à l'exclusion de sa réserve d'énergie, qui affecte le fonctionnement et l'efficacité des systèmes visés par le présent Règlement, doit être indiquée au conducteur au moyen des signaux d'avertissement de couleur rouge ou jaune, respectivement définis aux paragraphes 5.2.21.1.1 et 5.2.21.1.2 ci-après, selon le cas. Lorsque l'efficacité prescrite du frein de service ne peut plus être assurée (voyant rouge), les défaillances dues à une interruption de l'alimentation électrique (à cause d'une rupture ou d'un débranchement, par exemple) sont signalées au conducteur dès qu'elles se produisent, et l'efficacité prescrite du frein de secours est assurée par un actionnement de la commande du frein de service, conformément au paragraphe 2.2 de l'annexe 3 du présent Règlement.

5.2.20.4 En cas de défaillance de la source d'énergie de la transmission de commande électrique, à partir de la valeur nominale du niveau d'énergie, toute la plage de commande du système de freinage de service doit être garantie après avoir actionné 20 fois de suite, à fond, la pédale de commande du frein de service. Pendant l'essai, la commande de freinage doit être actionnée à fond pendant 20 s puis relâchée pendant 5 s à chaque fois. Il est entendu qu'au cours de cet essai, une quantité d'énergie suffisante est disponible dans la transmission d'énergie pour permettre un actionnement à fond de course de la commande du frein de service. Cette prescription ne doit pas être interprétée comme une dérogation aux prescriptions de l'annexe 4.

5.2.20.5 Si la tension d'alimentation descend en dessous d'une valeur fixée par le constructeur, à partir de laquelle l'efficacité prescrite du frein de service ne peut plus être assurée et/ou au moins deux circuits de freinage de service indépendants ne peuvent atteindre ni l'un ni l'autre l'efficacité prescrite du frein de secours, le voyant rouge défini au paragraphe 5.2.21.1.1 ci-après doit s'allumer. Une fois le voyant allumé, il doit être possible d'actionner la commande du frein de service et d'obtenir au moins l'efficacité du frein de secours prescrite au paragraphe 2.2 de l'annexe 3 du présent Règlement. Il est entendu que le système de freinage de service dispose d'une énergie suffisante.

5.2.20.6 Si l'équipement auxiliaire est alimenté en énergie par la même réserve que la transmission de commande électrique, il faut s'assurer que, lorsque le régime du moteur est inférieur ou égal à 80 % du régime maximum, l'alimentation en énergie soit suffisante pour permettre les valeurs de décélération prescrites, soit au moyen d'une source d'énergie capable d'empêcher l'épuisement de cette réserve lorsque tous les équipements auxiliaires fonctionnent, soit par une coupure automatique d'éléments prédéterminés de l'équipement auxiliaire lorsque la tension dépasse le seuil critique défini au paragraphe 5.2.20.5 ci-dessus du présent Règlement, empêchant ainsi toute décharge ultérieure de la réserve. La conformité à cette prescription peut être démontrée par calcul ou au moyen d'un essai pratique. Le présent paragraphe ne s'applique pas aux véhicules sur lesquels les valeurs de décélération prescrites peuvent être atteintes sans recourir à l'énergie électrique.

5.2.20.7 Si l'équipement auxiliaire est alimenté en énergie par la transmission de commande électrique, les prescriptions suivantes doivent être satisfaites:

5.2.20.7.1 En cas de défaillance de la source d'énergie, alors que le véhicule est en mouvement, l'énergie contenue dans le réservoir doit être suffisante pour déclencher les freins quand la commande est actionnée;

5.2.20.7.2 En cas de défaillance de la source d'énergie, alors que le véhicule est à l'arrêt et que le frein de stationnement est serré, l'énergie contenue dans le réservoir doit être suffisante pour allumer les lumières même lorsque les freins sont actionnés.

([9]) Tant que des procédures d'essai uniformes n'auront pas été définies, le constructeur doit communiquer aux services techniques une analyse des défaillances potentielles de la transmission de commande et de leurs effets. Les renseignements communiqués doivent faire l'objet d'un examen et d'un accord entre les services techniques et le constructeur.

5.2.21 Les prescriptions générales applicables aux signaux d'avertissement optiques servant à signaler au conducteur certains défauts de défaillance précis du système de freinage du véhicule à moteur ou, le cas échéant, de sa remorque, sont présentées dans les alinéas qui suivent. Contrairement à ce qu'indique le paragraphe 5.2.21.5 ci-dessous, ces signaux doivent exclusivement être utilisés aux fins définies dans le présent Règlement.

5.2.21.1 Les véhicules à moteur doivent être capables de produire des signaux d'avertissement lumineux en cas de défaillance ou de défaut du système de freinage, comme suit:

5.2.21.1.1 Un signal d'avertissement rouge indiquant les défaillances du système de freinage du véhicule définies ailleurs dans le présent Règlement qui empêchent le frein de service d'atteindre l'efficacité prescrite et/ou mettent hors d'état de fonctionner au moins l'un des deux circuits indépendants de freinage de service;

5.2.21.1.2 Le cas échéant, un voyant jaune indiquant les défauts, détectés électriquement, du système de freinage du véhicule, qui ne sont pas indiqués par le voyant rouge défini au paragraphe 5.2.21.1.1 ci-dessus.

5.2.21.1.3 Les voyants prescrits par le présent paragraphe doivent prendre la forme du symbole de mauvais fonctionnement du système de freinage figurant dans le Règlement ONU n° 121.

5.2.21.2 Les signaux d'avertissement doivent être visibles, même en plein jour; leur bon état doit pouvoir être aisément vérifié par le conducteur depuis son siège; la défaillance d'un des éléments de dispositifs d'avertissement ne doit pas nuire à l'efficacité du système de freinage.

5.2.21.3 Sauf indication contraire:

5.2.21.3.1 Tout défaut ou défaillance défini doit être signalé au conducteur au moyen du signal (des signaux) d'avertissement mentionné(s) ci-dessus, au plus tard au moment où il actionne la commande du frein concerné;

5.2.21.3.2 Le signal (les signaux) d'avertissement doit (doivent) rester allumé(s) aussi longtemps que le défaut ou la défaillance persiste et que le contact est mis; et

5.2.21.3.3 Le signal d'avertissement doit être constant (et non pas clignotant).

5.2.21.3.4 Dans le cas d'un système de freinage à transmission électrique utilisant un dispositif de stockage d'énergie électrique (ou plusieurs), il faut s'assurer que la valeur de l'efficacité électrique à laquelle le voyant prescrit aux paragraphes 5.2.24.6 et 5.2.24.7 s'allume soit respectée malgré l'effet des conditions environnementales (par exemple, température) et du vieillissement. Le constructeur doit démontrer, à la satisfaction du service technique, comment s'en assurer.

5.2.21.4 Le(s) voyant(s) mentionné(s) ci-dessus doit (doivent) s'allumer lorsque les circuits électriques du véhicule (et son système de freinage) sont mis sous tension. Lorsque le véhicule est à l'arrêt, le système de freinage doit vérifier qu'aucune des défaillances ou défauts définis ci-dessus ne sont présents avant l'extinction des voyants. Les défaillances ou les défauts définis qui sont censés déclencher les voyants mentionnés ci-dessus, mais qui ne sont pas détectés dans des conditions statiques, doivent être enregistrés au moment de leur détection et s'afficher au moment du démarrage et aussi longtemps que le contact est mis et que la défaillance ou le défaut persiste.

5.2.21.5 Les défaillances ou les défauts non définis, ainsi que d'autres renseignements concernant les freins et/ou le train de roulement d'un véhicule à moteur peuvent être indiqués au moyen du signal de couleur jaune défini au paragraphe 5.2.21.1.2 ci-dessus, pourvu que toutes les conditions ci-dessous soient remplies:

5.2.21.5.1 Le véhicule est immobile;

5.2.21.5.2 Après le premier actionnement du système de freinage et une fois que le signal a indiqué que, conformément à la procédure indiquée au paragraphe 5.2.21.4 ci-dessus, aucune défaillance ou défaut défini n'est apparu; et

5.2.21.5.3 Les défauts non définis ainsi que les autres renseignements doivent être indiqués exclusivement par un clignotement du signal d'avertissement. Cependant, le signal doit s'éteindre dès que le véhicule dépasse la vitesse de 10 km/h.

5.2.22 Envoi d'un signal de freinage pour l'allumage des feux stop

5.2.22.1 L'actionnement du système de freinage de service par le conducteur doit générer un signal qui servira à allumer les feux stop.

5.2.22.2 Prescriptions pour les véhicules équipés d'un système de conduite automatisé, d'une fonction de freinage à commande automatique ou d'un système de freinage par récupération qui produit un ralentissement (par exemple, par relâchement de la pédale d'accélérateur) ([10]).

Décélération imposée par le système de conduite automatisé, le freinage à commande automatique ou le freinage par récupération	
≤ 1,3 m/s²	> 1,3 m/s²
Émission du signal facultative	Émission du signal obligatoire

Une fois émis, le signal doit persister tant qu'une demande de décélération est maintenue. Il peut toutefois être supprimé à l'arrêt, ou lorsque la demande de décélération tombe en dessous de 1,3 m/s² ou de la valeur qui a entraîné l'envoi du signal, la valeur la plus faible étant retenue.

Une mesure appropriée (par exemple, l'élimination de l'hystérésis, le lissage ou la temporisation) doit être mise en œuvre afin d'éviter que des modifications rapides du signal n'entraînent le clignotement des feux-stop.

5.2.22.3 L'actionnement d'une partie du système de freinage de service au moyen du «freinage sélectif» ou de fonctions dont le but premier n'est pas de réduire la vitesse du véhicule (par exemple un léger actionnement du frein à friction pour nettoyer les disques) ne doit pas générer le signal susmentionné ([11]).

5.2.22.4 Le signal ne doit pas être émis lorsque le ralentissement est uniquement dû à l'effet de freinage naturel du moteur, à la résistance à l'air ou au roulement ou à la déclivité de la route.

5.2.23 Lorsqu'un véhicule est équipé de dispositifs permettant d'indiquer le freinage d'urgence, le signal de freinage d'urgence ne doit être activé que par l'utilisation du système de freinage de service lorsque les conditions ci-après sont réunies ([8]):

5.2.23.1 Le signal ne doit pas être activé lorsque la décélération du véhicule est en dessous de 6 m/s² mais il peut être activé lorsque se produit toute décélération égale ou supérieure à cette valeur, la valeur effective étant définie par le constructeur du véhicule.

Le signal doit être désactivé au plus tard lorsque la décélération est tombée au-dessous de 2,5 m/s².

5.2.23.2 Le signal peut aussi être activé et désactivé dans les conditions suivantes:

a) Le signal peut être activé dans l'hypothèse où la décélération du véhicule résultant de la demande de freinage respecte les seuils d'activation et de désactivation définis au paragraphe 5.2.23.1 ci-dessus;

ou

b) Le signal peut être activé à une vitesse supérieure à 50 km/h lorsque le système antiblocage exécute des cycles complets (conformément à la définition figurant au paragraphe 2 de l'annexe 6).

Le signal doit être désactivé lorsque le système antiblocage n'exécute plus des cycles complets.

([10]) Au moment de l'homologation de type, le constructeur automobile doit confirmer le respect de ces dispositions.
([11]) En situation de «freinage sélectif», le passage à la fonction «freinage à commande automatique» est possible.

5.2.24 Prescriptions supplémentaires spéciales applicables aux systèmes de freinage à transmission électrique

5.2.24.1 Lorsque l'état du ou des dispositifs de stockage d'énergie électrique est insuffisant pour assurer l'efficacité du freinage de secours définie au paragraphe 2.2 de l'annexe 3 du présent Règlement par l'actionnement de la commande du frein de service, tout relâchement du système de freinage de stationnement doit être évité.

5.2.24.2 Lorsque le frein de stationnement est desserré, le système de freinage de service doit:

a) Lorsque la commande de marche/arrêt du système de propulsion est sur la position «marche», produire une force de freinage statique totale au moins égale à celle requise lors de l'essai du type 0 portant sur l'efficacité du freinage de service comme prescrit au paragraphe 2.1 de l'annexe 3 du présent Règlement;

b) Au cours des 60 premières secondes après que la commande de marche/arrêt du système de propulsion a été mise sur la position «arrêt» et/ou que la clef de contact a été retirée, produire, moyennant trois actionnements du frein de service, une force de freinage statique totale au moins égale à celle requise lors de l'essai du type 0 portant sur l'efficacité du freinage de service comme prescrit au paragraphe 2.1 de l'annexe 3 du présent Règlement;

c) Une fois le temps susmentionné écoulé, ou à partir du quatrième actionnement au cours des 60 premières secondes, selon ce qui se produit en premier, produire une force de freinage statique totale au moins égale à celle requise lors de l'essai du type 0 portant sur l'efficacité du freinage de secours comme prescrit au paragraphe 2.2 de l'annexe 3 du présent Règlement.

Il est entendu qu'une quantité d'énergie suffisante doit être disponible dans le système de transmission d'énergie du frein de service.

5.2.24.3 Dans le cas d'un dispositif de stockage d'énergie électrique alimentant uniquement la transmission de commande électrique, toute la plage de commande du système de freinage de service doit être garantie après application de la procédure d'essai suivante.

L'essai doit être effectué à partir de la valeur nominale du niveau d'énergie et sans que le dispositif de stockage d'énergie électrique ne soit alimenté. Lorsque la transmission de commande fonctionne, la commande de freinage doit être relâchée pendant au moins 20 minutes avant que ne soient effectuées 20 manœuvres à fond de la commande du frein de service, avec un temps de relâchement de 5,0 secondes entre chaque manœuvre.

Cette prescription ne doit pas être interprétée comme une dérogation aux prescriptions du paragraphe 1 de la section B de l'annexe 4.

Afin d'éviter que le voyant rouge ne s'allume en raison d'une consommation excessive d'énergie électrique par la transmission électrique, celle-ci peut être désactivée.

5.2.24.4 Si les dispositifs de stockage d'énergie électrique fournissent de l'énergie électrique pour la transmission de commande électrique et la transmission d'énergie électrique, les prescriptions du paragraphe 1.2.1 de la section B de l'annexe 4 s'appliquent.

5.2.24.5 En remplacement des prescriptions du paragraphe 1.2 de la section B de l'annexe 4, les dispositifs de stockage d'énergie électrique qui alimentent uniquement la transmission de commande du système de freinage peuvent satisfaire à la prescription ci-après.

Si la quantité d'énergie dans un dispositif de stockage d'énergie électrique tombe à une valeur telle que le fonctionnement ou l'efficacité de la transmission de commande en seront altérés, celle-ci doit recevoir l'énergie nécessaire à son bon fonctionnement directement depuis le dispositif d'alimentation électrique. Il est entendu que le dispositif d'alimentation électrique ne présente pas de défaut ou de défaillance.

Cette alimentation électrique de substitution doit être fournie automatiquement au plus tard lors de l'actionnement de la commande. Le constructeur du véhicule doit déclarer au service technique la quantité d'énergie à partir de laquelle cette alimentation de substitution est nécessaire et le passage d'une alimentation à l'autre doit être vérifié au moment de l'homologation de type.

En outre, le conducteur doit être averti au moyen du voyant rouge défini au paragraphe 5.2.21.1.1.

5.2.24.6 Un voyant doit s'allumer au plus tard lorsque l'effet du vieillissement sur le ou les dispositifs de stockage d'énergie électrique est tel que l'efficacité de ce ou ces derniers n'est pas suffisante pour satisfaire aux prescriptions du paragraphe 1.2.1 de la section B de l'annexe 4. Le voyant jaune décrit au paragraphe 5.2.21.1.2 peut être utilisé.

5.2.24.7 Un voyant doit s'allumer au plus tard lorsque, pendant plus de 60 secondes, l'état du ou des dispositifs de stockage électrique est insuffisant pour satisfaire aux prescriptions d'efficacité de freinage du paragraphe 1.2.1 de la section B de l'annexe 4. Le voyant jaune décrit au paragraphe 5.2.21.1.2 peut être utilisé.

5.2.24.8 Les dispositifs de stockage d'énergie électrique de la transmission doivent être dotés d'un système de gestion de l'énergie.

5.2.24.8.1 Le système de gestion de l'énergie doit pouvoir évaluer de façon continue les dispositifs de stockage d'énergie électrique, afin de déterminer s'ils peuvent fournir à la transmission des freins l'énergie nécessaire, au fil du temps, pour satisfaire aux prescriptions d'efficacité du présent Règlement et, s'il y a lieu, doit pouvoir allumer les voyants prescrits par le présent Règlement.

Si l'évaluation n'est pas terminée au moment où le contacteur de mise en marche est mis sur la position «marche», un voyant rouge doit s'allumer et rester activé jusqu'à ce qu'il soit confirmé que le système de freinage à transmission électrique fonctionne en toute sécurité. Le voyant rouge prescrit au paragraphe 5.2.21.1.1 peut être utilisé. Cette prescription s'applique même après une opération de maintenance réalisée sur le dispositif de stockage d'énergie électrique et/ou sur le système de gestion de l'énergie (par exemple, remplacement/déconnexion temporaire d'un dispositif de stockage d'énergie électrique ou remplacement du système de gestion de l'énergie).

La méthode par laquelle le système de gestion de l'énergie détermine que le système fonctionne en toute sécurité, y compris après une opération de maintenance, doit être décrite par le constructeur au moment de l'homologation de type. Le respect de ces prescriptions doit être démontré, à la satisfaction du service technique, notamment par une évaluation conformément à l'annexe 8.

5.2.24.8.2 Il doit être démontré que le système de gestion de l'énergie reconnaît correctement la condition à laquelle les voyants prescrits par le présent Règlement s'allument.

Le service technique doit examiner l'influence des différentes variables prises en compte par le système de gestion de l'énergie à la fois sur l'efficacité et sur l'état du ou des dispositifs de stockage d'énergie électrique.

Il doit vérifier que la fiabilité du système de gestion de l'énergie est assurée dans toutes les conditions de fonctionnement (par exemple, différentes conditions environnementales) pouvant être raisonnablement prévues en examinant la documentation fournie par le constructeur et en effectuant des essais sur le système de gestion de l'énergie dans différentes conditions (par exemple, changements de température).

5.2.24.8.3 Aux fins de l'examen décrit au paragraphe 5.2.24.8.2, le constructeur doit fournir les informations suivantes dans la documentation prescrite au paragraphe 3 de l'annexe 8:

a) En ce qui concerne le système de gestion de l'énergie:

i) Une vue d'ensemble détaillée du système de gestion de l'énergie, faisant apparaître son architecture, ses composants et ses caractéristiques fonctionnelles;

ii) Une description de la manière dont le système assure le suivi des dispositifs de stockage d'énergie électrique;

iii) Des renseignements sur la stratégie adoptée par le système de gestion de l'énergie suffisants pour exposer les algorithmes et la logique utilisés dans l'évaluation de l'état et de l'efficacité des dispositifs de stockage d'énergie électrique;

iv) Une liste de toutes les variables d'entrée prises en compte par le système de gestion de l'énergie dans l'évaluation de l'état et de l'efficacité des dispositifs de stockage d'énergie électrique;

v) Une analyse de sensibilité montrant la manière dont chacune des variables citées influe sur la capacité du système de gestion de l'énergie à reconnaître correctement le moment où le voyant doit s'allumer;

b) En ce qui concerne l'essai de contrôle pertinent:

i) Les seuils ou critères qui entraînent l'allumage des voyants décrits aux paragraphes 5.2.21.1.1 et 5.2.21.1.2;

ii) Les résultats de l'essai de contrôle permettant d'évaluer la fiabilité du système de gestion de l'énergie;

iii) Des données concernant les différentes conditions de fonctionnement, telles que la température ou le vieillissement de la batterie;

iv) Un aperçu des conditions limites susceptibles d'influer sur la fiabilité du système de gestion de l'énergie (par exemple, température, caractéristiques du vieillissement);

v) Conformément au paragraphe 3.4.4 de l'annexe 8, une description de la stratégie prévue en cas de défaillance du système de gestion de l'énergie ou d'un de ses canaux d'entrée ayant une incidence sur les caractéristiques fonctionnelles du freinage;

vi) Le cas échéant, les procédures à suivre pour mettre à jour le système de gestion de l'énergie et en assurer la maintenance en continu;

vii) Les méthodes à prendre en compte lors des essais de contrôle destinés à évaluer le respect des prescriptions des paragraphes 5.2.24.6 et 5.2.24.7.

5.2.24.8.4 En cas de défaillance du système de gestion de l'énergie ou d'un de ses canaux d'entrée empêchant l'évaluation de l'état du ou des dispositifs de stockage d'énergie électrique, un voyant rouge, accompagné d'un signal sonore, doit s'allumer au moment où la défaillance est détectée (c'est-à-dire, à la première occurrence en fonctionnement, puis à chaque démarrage ensuite). Le signal sonore peut être temporaire, mais le voyant doit rester allumé tant que la défaillance persiste. Le voyant rouge prescrit au paragraphe 5.2.21.1.1 peut être utilisé comme témoin d'avertissement. Si sa stratégie en cas de défaillance a une influence sur les caractéristiques fonctionnelles du freinage, le constructeur doit fournir des explications dans la documentation prescrite au paragraphe 5.2.24.8.3.

Même dans le cas de la défaillance décrite ci-dessus, si le système de gestion de l'énergie est toujours en mesure d'évaluer l'état du ou des dispositifs de stockage d'énergie électrique, le voyant jaune défini au paragraphe 5.2.21.1.2 suffit.

5.2.24.9 Lorsque la puissance demandée par la transmission électrique ne peut être fournie par l'alimentation électrique, une alerte de puissance (P_w) doit être émise à l'intention du conducteur au plus tard 5,0 s après l'apparition ou la détection de cette condition. Le voyant jaune défini au paragraphe 5.2.21.1.2 peut être utilisé.

Les caractéristiques fonctionnelles du système permettant le déclenchement du niveau d'alerte P_w doivent être décrites par le constructeur du véhicule dans le dossier devant être remis au service technique en application de l'annexe 8 du présent Règlement.

5.2.24.10 Si l'équipement auxiliaire est alimenté par le ou les mêmes dispositifs de stockage d'énergie électrique que le système de freinage, et en cas de défaillance de l'alimentation électrique (y compris de la source d'énergie, si le véhicule en est équipé) qui fournit de l'énergie à ce ou ces dispositifs:

— L'équipement auxiliaire doit être mis hors fonction; et/ou

— Le véhicule doit s'immobiliser automatiquement;

avant que le niveau critique visé à l'alinéa b) du paragraphe 5.2.14.1 du présent Règlement ne soit atteint.

Dans tous les cas, le fonctionnement de l'équipement auxiliaire nécessaire au respect des prescriptions d'efficacité d'un autre Règlement ONU relatif à la sécurité ne doit pas être perturbé.

Dans le cas d'un véhicule qui n'est pas équipé d'une alimentation électrique embarquée (par exemple, un véhicule électrique avec une batterie de traction remplissant la fonction de dispositif de stockage d'énergie), les mesures prescrites par le présent paragraphe doivent également être appliquées avant que le niveau critique visé à l'alinéa b) du paragraphe 5.2.14.1 du présent Règlement ne soit atteint ou à la suite d'une défaillance qui empêcherait la batterie de traction d'alimenter le système de frein en énergie.

5.2.24.11 Le voyant rouge défini au paragraphe 5.2.21.1.1 doit s'allumer lorsque l'efficacité du freinage de service n'est plus assurée par au moins deux circuits de freinage de service indépendants dont chacun atteint l'efficacité prescrite pour le freinage de secours.

5.2.24.12 L'alimentation électrique doit permettre de garantir que l'état du ou des dispositifs de stockage d'énergie électrique reste suffisant pour obtenir l'efficacité prescrite pour le freinage de service.

En outre, si l'équipement auxiliaire est alimenté par la même alimentation électrique (y compris la source d'énergie, si le véhicule en est équipé) que le système de freinage, la prescription ci-dessus doit être satisfaite même lorsque l'ensemble de l'équipement auxiliaire fonctionne. Lorsque deux composantes de l'équipement auxiliaire ou plus ne peuvent fonctionner simultanément (par exemple, le chauffage et la climatisation ne peuvent pas fonctionner en même temps), seul le système, la fonction ou l'élément qui consomme le plus d'énergie est pris en compte lors de l'évaluation. Le constructeur doit déclarer la demande totale de puissance de l'équipement auxiliaire et fournir des éléments justifiant l'exclusion de toute composante de l'équipement auxiliaire.

Ces éléments doivent être évalués conformément aux prescriptions énoncées dans la partie 2 de la section B de l'annexe 4 du présent Règlement.

Dans le cas d'un véhicule à moteur à combustion interne équipé d'une source d'énergie électrique entraînée (par exemple un alternateur) destinée à maintenir l'alimentation électrique, le respect des prescriptions du présent paragraphe peut être évalué lorsque le régime du moteur est inférieur ou égal à 80 % du régime maximum.

5.2.24.13 Toute défaillance de la transmission électrique ([12]) qui a une influence sur le fonctionnement et l'efficacité des systèmes visés par le présent Règlement doit être signalée au conducteur au moyen du voyant rouge ou du voyant jaune, respectivement définis aux paragraphes 5.2.21.1.1 et 5.2.21.1.2, selon le cas. Lorsque l'efficacité prescrite pour le freinage de service ne peut plus être obtenue (voyant rouge), le conducteur doit être averti de toute défaillance résultant d'une perte de continuité électrique (rupture ou déconnexion, par exemple) dès qu'elle se produit, et l'efficacité prescrite pour le freinage de secours doit être obtenue par actionnement de la commande du frein de service conformément au paragraphe 2.2 de l'annexe 3 du présent Règlement.

5.2.24.14 En cas de défaillance temporaire unique (< 40 ms) de la transmission de commande électrique, à l'exclusion de sa réserve d'énergie (signal non transmis ou erreur de données, par exemple), l'efficacité du freinage de service ne doit pas être affectée de manière perceptible.

5.2.24.15 Si l'équipement auxiliaire est alimenté en énergie par la transmission électrique, les prescriptions suivantes doivent être respectées:

5.2.24.15.1 En cas de défaillance de la source d'énergie ou de l'alimentation électrique alors que le véhicule est en mouvement, l'énergie accumulée dans le ou les dispositifs de stockage d'énergie électrique doit être suffisante pour satisfaire aux prescriptions d'efficacité définies à l'alinéa b) du paragraphe 5.2.14.1.

([12]) Tant que des procédures d'essai uniformes n'ont pas été établies, le constructeur doit communiquer au service technique une analyse des défaillances potentielles de la transmission électrique et de leurs effets. Les renseignements communiqués doivent faire l'objet d'un examen et d'un accord entre le service technique et le constructeur.

Dans le cas où l'alimentation électrique remplit également la fonction de dispositif de stockage d'énergie électrique pour un circuit de la transmission, une défaillance de cette alimentation ne doit pas avoir d'incidence sur la capacité du dispositif de stockage d'énergie électrique d'un autre circuit à fournir l'énergie nécessaire à l'obtention de l'efficacité prescrite pour le freinage de secours.

5.2.24.15.2 En cas de défaillance de la source d'énergie ou de l'alimentation électrique, alors que le véhicule est à l'arrêt et que le frein de stationnement est serré, l'énergie accumulée dans le ou les dispositifs de stockage d'énergie électrique doit être suffisante pour alimenter les feux même lorsque les freins sont actionnés.

5.2.24.16 Fonction d'urgence en cas de faible niveau d'énergie

5.2.24.16.1 Dans les 60 secondes suivant l'activation du signal sonore prescrit au paragraphe 5.2.1.14.1.2, une fonction automatique doit permettre de réduire progressivement la vitesse du véhicule de telle sorte qu'elle ne puisse dépasser 20 km/h. Une fois le véhicule immobilisé, il doit être empêché de se déplacer et l'énergie électrique disponible doit être suffisante pour que le frein de stationnement puisse être actionné.

5.2.25 Les véhicules à moteur des catégories M_1 et N_1 équipés de roues ou de pneumatiques de secours à usage temporaire doivent répondre aux prescriptions techniques pertinentes de l'annexe 3 au Règlement ONU n° 64.

5.3 Dispositions particulières s'appliquant aux véhicules équipés d'un système de conduite automatisé

L'équipement de freinage de tout véhicule équipé d'un système de conduite automatisé, autre que les systèmes automatisés de maintien dans la voie tels que définis dans le Règlement ONU n° 157, doit satisfaire aux prescriptions ci-après.

5.3.1 Un système de conduite automatisé peut contrôler l'équipement de freinage du véhicule à condition qu'il soit conçu de manière à satisfaire aux règlements techniques nationaux ou internationaux applicables et à la législation nationale régissant le fonctionnement du véhicule, et à condition que son activation soit limitée, par des moyens techniques, à la (aux) juridiction(s) où ces règlements s'appliquent. Le respect de cette prescription doit être confirmé par le constructeur au moment de la demande d'homologation.

5.3.2 La démonstration du respect des prescriptions d'efficacité énoncées dans le présent Règlement ONU lorsque le système de conduite automatisé est activé doit être faite conformément à l'annexe 8.

5.3.2.1 Les liaisons de transmission entre le système de conduite automatisé et l'équipement de freinage (à l'exclusion du système lui-même) sont soumises aux prescriptions de l'annexe 8.

5.3.3 Lorsque le système de conduite automatisé est activé, les défaillances détectées qui sont visées par le présent Règlement ONU doivent être communiquées au système.

6. Essais

Les essais de freinage que doivent subir les véhicules présentés à l'homologation, ainsi que l'efficacité de freinage exigée, sont décrits à l'annexe 3 du présent Règlement.

7. Modifications du type de véhicule ou de son système de freinage et extension de l'homologation

7.1 Toute modification du type de véhicule ou de son système de freinage est portée à la connaissance de l'autorité d'homologation de type qui a accordé l'homologation du type du véhicule. Cette autorité peut alors:

7.1.1 Soit considérer que les modifications apportées ne risquent pas d'avoir une influence défavorable notable, et qu'en tout cas ce véhicule satisfait encore aux prescriptions;

7.1.2 Soit exiger un nouveau procès-verbal du service technique chargé des essais.

7.2 La confirmation, l'extension ou le refus de l'homologation sera communiqué aux Parties à l'Accord appliquant le présent Règlement conformément à la procédure indiquée au paragraphe 4.3 ci-dessus.

7.3 L'autorité d'homologation de type délivrant l'extension de l'homologation attribue un numéro de série à chaque fiche de communication établie aux fins de ladite extension.

8. Conformité de la production

La procédure de contrôle de la conformité de la production doit suivre celle énoncée dans l'annexe 1 de l'Accord (E/ECE/TRANS/505/Rev.3), les prescriptions étant les suivantes:

8.1 Tout véhicule homologué en application du présent Règlement doit être construit de manière conforme au type de véhicule homologué en satisfaisant aux exigences du paragraphe 5 ci-dessus;

8.2 L'autorité d'homologation de type qui a accordé l'homologation de type peut à tout moment vérifier les méthodes de contrôle de la conformité utilisées dans chaque entreprise de production. La fréquence normale de ces vérifications est d'une tous les deux ans.

9. Sanctions pour non-conformité de la production

9.1 L'homologation délivrée pour un type de véhicule en application du présent Règlement peut être retirée si les conditions énoncées au paragraphe 8.1 ci-dessus ne sont pas respectées.

9.2 Si une Partie contractante à l'Accord appliquant le présent Règlement retire une homologation qu'elle a précédemment accordée, elle doit en informer 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 détenteur d'une homologation cesse définitivement la fabrication d'un type de véhicule homologué conformément au présent Règlement, il doit en informer l'autorité d'homologation de type Authority qui a délivré l'homologation qui, à son tour, avise les autres Parties à l'Accord appliquant le présent Règlement au moyen de copies de la fiche de communication conforme au modèle de l'annexe 1 du présent Règlement.

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

Les Parties contractantes 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 ceux des autorités d'homologation de type qui délivrent l'homologation et auxquelles doivent être envoyées les fiches d'homologation ou d'extension ou de refus ou de retrait d'homologation, émises dans les autres pays.

12. Dispositions transitoires

12.1 Dispositions générales

12.1.1 Les Parties contractantes appliquant le présent Règlement sont en droit d'accorder des homologations de type au titre de l'une quelconque des précédentes séries d'amendements audit Règlement.

12.1.2 Les Parties contractantes appliquant le présent Règlement devront continuer d'accorder des extensions pour les homologations existantes délivrées au titre de l'une quelconque des précédentes séries d'amendements audit Règlement.

12.2 Dispositions transitoires applicables à la série 01 d'amendements

12.2.1 À compter du 1er septembre 2018, aucune Partie contractante appliquant le présent Règlement ne devra refuser d'accorder ou d'accepter une homologation de type au titre du présent Règlement modifié par la série 01 d'amendements.

12.2.2 Même après le 1er septembre 2018, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement devront continuer d'accepter les homologations de type accordées au titre de la série 00 d'amendements au présent Règlement.

Toutefois, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement ne seront pas tenues d'accepter, aux fins d'une homologation de type nationale ou régionale, les homologations de type délivrées au titre de la série 00 d'amendements au présent Règlement pour des types de véhicule qui ne sont pas équipés d'une fonction de contrôle de stabilité (telle qu'elle est définie dans le Règlement ONU no 13) ou d'un système de contrôle électronique de la stabilité (ESC) ou d'un système d'aide au freinage d'urgence.

12.2.3 À compter du 1er septembre 2018, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement devront seulement délivrer une homologation si le type de véhicule à homologuer satisfait aux prescriptions du présent Règlement modifié par la série 01 d'amendements.

12.2.4 Les Parties contractantes appliquant le présent Règlement ne devront pas refuser d'accorder des extensions d'homologation de type pour des types de véhicules existants, équipés ou non d'une fonction de contrôle de stabilité (telle qu'elle est définie dans le Règlement ONU no 13) ou d'un système ESC ou d'un système d'aide au freinage d'urgence, en application des prescriptions en vigueur à la date de l'homologation d'origine.

12.3 Dispositions transitoires applicables à la série 02 d'amendements

12.3.1 À compter de la date officielle d'entrée en vigueur de la série 02 d'amendements, aucune Partie contractante appliquant le présent Règlement ne pourra refuser d'accorder des homologations de type au titre dudit Règlement tel que modifié par ladite série ou d'accepter les homologations ainsi délivrées.

12.3.2 À compter de la date officielle d'entrée en vigueur de la série 02 d'amendements, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement ne devront accorder d'homologation de type pour un véhicule équipé d'un système de freinage à transmission électrique que si le type de véhicule à homologuer satisfait aux prescriptions dudit Règlement tel que modifié par ladite série.

12.3.3 À compter du 1er septembre 2028, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement ne seront plus tenues d'accepter, pour un type de véhicule dont le système de freinage est équipé d'un système de commande électronique, les homologations de type accordées au titre des précédentes séries d'amendements et délivrées pour la première fois après le 1er septembre 2028.

12.3.4 À compter du 1er septembre 2030, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement ne seront plus tenues d'accepter les homologations de type délivrées au titre des précédentes séries d'amendements audit Règlement.

12.3.5 Nonobstant les dispositions du paragraphe 12.3.4, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement devront continuer d'accepter les homologations de type délivrées au titre des précédentes séries d'amendements audit Règlement pour les véhicules non visés par les modifications apportées par ladite série.

12.3.6 Nonobstant les dispositions transitoires ci-dessus, les Parties contractantes pour lesquelles le présent Règlement entre en application après la date d'entrée en vigueur de la série d'amendements la plus récente ne seront pas tenues d'accepter les homologations de type accordées au titre de l'une quelconque des précédentes séries d'amendements audit Règlement, leur seule obligation étant d'accepter les homologations de type accordées au titre de la série 02 d'amendements.

ANNEXE 1

Communication (*)

[Format maximal: A4 (210 × 297 mm)]



Émanant de: Nom de l'administration:
……
……
……

Concernant (2) Délivrance d'une homologation
Extension d'homologation
Refus d'homologation
Retrait d'homologation
Arrêt définitif de la production

d'un type de véhicule en ce qui concerne le freinage en application du Règlement ONU n° 13-H

N° d'homologation: …… N° d'extension: ……

1. Marque de fabrique ou de commerce du véhicule: ……

2. Type du véhicule: ……

3. Nom et adresse du constructeur: ……

4. Le cas échéant, nom et adresse du représentant du constructeur: ……

……

5. Masse du véhicule: ……

5.1 Masse maximale du véhicule: ……

5.2 Masse minimale du véhicule: ……

6. Répartition de la masse sur chaque essieu (valeur maximale): ……

7. Marques et types des garnitures, disques et tambours de frein:

7.1 Garnitures de frein

7.1.1 Garnitures de frein soumises aux essais conformément aux prescriptions pertinentes de l'annexe 3 ……

7.1.2 Variantes de garnitures de frein soumises aux essais conformément à l'annexe 7 ……

(*) Si le demandeur d'une homologation conformément au Règlement ONU n° 90 en fait la demande, les informations énumérées dans l'appendice 1 de la présente annexe doivent être fournies par l'autorité d'homologation de type. Ces informations cependant ne doivent pas être communiquées à d'autres fins que l'homologation conformément au Règlement ONU n° 90.

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

(2) Rayer les mentions inutiles.

7.2 Disques et tambours de frein

7.2.1 Code d'identification des disques de frein couverts par l'homologation du système de freinage

……

7.2.2 Code d'identification des tambours de frein couverts par l'homologation du système de freinage ……

……

8. Type du moteur: ……

9. Nombre de rapports et leur démultiplication: ……

10. Rapport(s) de pont: ……

11. Le cas échéant, masse maximale de la remorque qui peut être attelée: ……

11.1 Remorque non freinée: ……

12. Dimensions des pneumatiques: ……

12.1 Dimensions de la roue/du pneumatique de rechange à usage temporaire: ……

12.2 Le véhicule satisfait aux prescriptions techniques de l'annexe 3 du Règlement ONU n° 64:

…… Oui/Non ([2])

13. Vitesse théorique maximale: ……

14. Description sommaire de l'équipement de freinage: ……

14.1 Le véhicule est équipé d'un système de conduite automatisé: ……Oui/Non.

15. Masse du véhicule lors de l'essai:

	En charge (kg)	À vide (kg)
Essieu n° 1		
Essieu n° 2		
Total		

16. Résultat des essais:

Vitesse d'essai (km/h)	Efficacité mesurée	Force mesurée sur la commande (daN)

16.1 Essais du type 0: .....

Moteur débrayé .....

Freinage de service (en charge) .....

Freinage de service (à vide) .....

Freinage de secours (en charge) .....

Freinage de secours (à vide) .....

16.2 Essais du type 0: .....

Moteur embrayé .....

Freinage de service (en charge) .....

Freinage de service (à vide) .....

(Conformément au paragraphe 2.1.1 (B) de l'annexe 3) .....

16.3 Essais du type I: .....

Freinages d'échauffement préliminaires (pour déterminer la force à la pédale) .....

Efficacité à chaud (1er arrêt) .....

Efficacité à chaud (2e arrêt) .....

Efficacité de récupération .....

16.4 Efficacité dynamique du frein de stationnement: .....

17. Résultat de l'essai d'efficacité selon l'annexe 5: .....

18. Le véhicule est/n'est pas (2) équipé pour tirer une remorque avec un système de freinage électrique

19. Le véhicule est/n'est pas (2) équipé d'un système antiblocage

19.1 Le véhicule satisfait aux prescriptions de l'annexe 6: Oui/Non (2)

19.2 Catégorie du système antiblocage: catégorie 1/2/3 (2)

20. Renseignements supplémentaires concernant les véhicules à moteur équipés d'un système de freinage à transmission électrique

20.1 Le véhicule est/n'est pas (2) équipé d'un système de freinage à transmission électrique

21. Une documentation appropriée a été fournie, conformément à l'annexe 8, au sujet du (des) système(s) suivant(s): Oui/Non/Sans objet (2)

22. Véhicule présenté à l'homologation le: .....

23. Service technique chargé des essais d'homologation: .....

24. Date du procès-verbal délivré par ce service: .....

25. Numéro du procès-verbal délivré par ce service: .....

26. L'homologation est délivrée/refusée/étendue/retirée ([2])

27. Emplacement de la marque d'homologation sur le véhicule: .....

28. Lieu: .....

29. Date: .....

30. Signature: .....

31. Est annexé à la présente communication le résumé visé au paragraphe 4.3 du présent Règlement.

ANNEXE 1 — Appendice

Liste des données relatives aux véhicules aux fins de l'homologation en vertu du Règlement ONU n° 90

1. Description du type du véhicule: .....

1.1 Marque de fabrique ou de commerce du véhicule, si disponible: .....

1.2 Catégorie du véhicule: .....

1.3 Type du véhicule selon l'homologation au titre du Règlement ONU n° 13-H: .....

1.4 Modèle ou nom de commerce des véhicules constituant le type, si disponible: .....

.....

1.5 Nom et adresse du constructeur:

2. Marques et types des garnitures, disques et tambours de frein:

2.1 Garnitures de frein

2.1.1 Garnitures de frein soumises aux essais conformément aux prescriptions pertinentes de l'annexe 3 .....

2.1.2 Variantes de garnitures de frein soumises aux essais conformément à l'annexe 7 .....

2.2 Disques et tambours de frein .

2.2.1 Code d'identification des disques de frein couverts par l'homologation du système de freinage .....

.....

2.2.2 Code d'identification des tambours de frein couverts par l'homologation du système de freinage .....

.....

3. Masse minimale du véhicule: .....

3.1 Répartition de la masse sur chaque essieu (valeur maximale): .....

4. Masse maximale du véhicule: .....

4.1 Répartition de la masse sur chaque essieu (valeur maximale): .....

5. Vitesse maximale du véhicule: .....

6. Cotes des pneumatiques et des roues: .....

7. Configuration du circuit de freinage (par exemple essieu avant/essieu arrière ou répartition diagonale): .....

8. Déclaration indiquant quel est le frein de secours: .....

9. Spécifications des correcteurs de freinage (s'il y a lieu): .....

9.1 Spécifications du réglage du répartiteur de freinage: .....

9.2 Tarage du régulateur de pression: .....

10. Répartition de la force de freinage par construction: .....

11. Spécification des freins: .....

11.1 Type de frein à disque (par exemple nombre de pistons avec indication du (des) diamètre(s), disque ventilé ou plein): .....

11.2 Type de frein à tambour (par exemple duo servo, avec indication de la taille du piston et des dimensions du tambour): .....

.....

11.3 Dans le cas de systèmes de freinage à air comprimé, indiquer par exemple le type et la dimension des chambres, des leviers, etc.: .....

12. Type et taille du maître-cylindre: .....

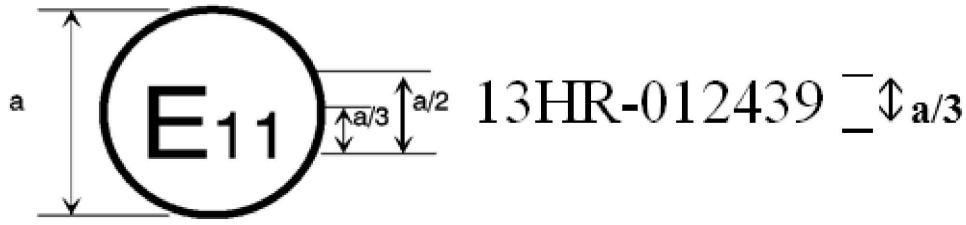
13. Type et taille du servofrein: .....

ANNEXE 2

Exemples de marque d'homologation

Modèle A

(Voir paragraphe 4.4 du présent Règlement)



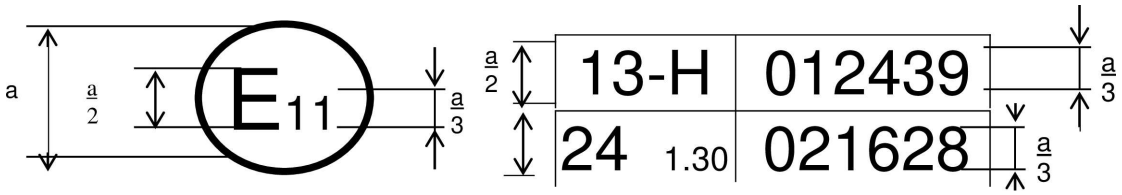
a = 8 mm min.

a = 8 mm min.

La marque d'homologation ci-dessus, apposée sur un véhicule, indique que le type de ce véhicule a été homologué au Royaume-Uni (E 11), en ce qui concerne le dispositif de freinage, en application du Règlement ONU n° 13-H, sous le numéro d'homologation 012439. Les deux premiers chiffres du numéro d'homologation indiquent que l'homologation a été délivrée conformément aux prescriptions du Règlement ONU n° 13-H modifié par la série 01 d'amendements.

Modèle B

(Voir paragraphe 4.5 du présent Règlement)



a = 8 mm min.

a = 8 mm min.

La marque d'homologation ci-dessus, apposée sur un véhicule, indique que le type de ce véhicule a été homologué au Royaume-Uni (E 11), en application des Règlements ONU n°s 13-H et 24 ([1]). (Dans le cas de ce dernier Règlement, la valeur corrigée du coefficient d'absorption est 1,30 m^{-1}.) Les numéros d'homologation signifient qu'aux dates de délivrance des homologations respectives le Règlement ONU n° 13-H comprenait la série 01 d'amendements et que le Règlement ONU n° 24 comprenait la série 02 d'amendements.

([1]) Ce numéro n'est donné qu'à titre d'exemple.

ANNEXE 3

Essais de freinage et efficacité des systèmes de freinage

1. Essais de freinage

1.1 Généralités

1.1.1 L'efficacité prescrite pour les systèmes de freinage est basée sur la distance de freinage et la décélération moyenne en régime. L'efficacité d'un système de freinage est déterminée en mesurant la distance de freinage rapportée à la vitesse initiale du véhicule et/ou en mesurant la décélération moyenne en régime au cours de l'essai.

1.1.2 La distance de freinage est la distance couverte par le véhicule depuis le moment où le conducteur commence à actionner la commande du système de freinage jusqu'au moment où le véhicule s'arrête; la vitesse initiale est la vitesse au moment où le conducteur commence à actionner la commande du système de freinage; elle ne doit pas être inférieure à 98 % de la vitesse prescrite pour l'essai en question.

La décélération moyenne en régime (d_m) est calculée comme étant la décélération moyenne en fonction de la distance sur l'intervalle v_b-v_e, conformément à la formule suivante:

$$d_m = \frac{V_b^2 - V_e^2}{25{,}92\ (S_e - S_b)}$$

où:

v_o = vitesse initiale du véhicule en km/h;

v_b = vitesse du véhicule à 0,8 v_o en km/h;

v_e = vitesse du véhicule à 0,1 v_o en km/h;

s_b = distance parcourue entre v_o et v_b en mètres;

s_e = distance parcourue entre v_o et v_e en mètres.

La vitesse et la distance sont calculées à l'aide d'instruments ayant une précision de ± 1 % à la vitesse d'essai prescrite. La décélération moyenne en régime peut être calculée par d'autres méthodes que la mesure de la vitesse et de la distance; dans ce cas, la précision du calcul doit être de ± 3 %.

1.2 Pour l'homologation de tout véhicule, l'efficacité du freinage est mesurée lors d'essais sur route effectués dans les conditions suivantes:

1.2.1 Le véhicule doit être dans les conditions de masse indiquées pour chaque type d'essai; ces conditions doivent être consignées dans le procès-verbal de l'essai;

1.2.2 L'essai doit être effectué aux vitesses indiquées pour chaque type d'essai; lorsque, par construction, la vitesse maximale du véhicule est inférieure à celle prescrite pour un essai, l'essai se fait à la vitesse maximale du véhicule;

1.2.3 Pendant les essais, la force exercée sur la commande pour obtenir l'efficacité prescrite ne doit pas dépasser la valeur maximale fixée;

1.2.4 À moins de dispositions contraires dans les annexes correspondantes, la route doit avoir une surface présentant de bonnes conditions d'adhérence;

1.2.5 Les essais doivent être effectués en l'absence de vent susceptible d'influencer les résultats;

1.2.6 Au début des essais, les pneumatiques doivent être à froid, à la pression prescrite pour la charge supportée effectivement par les roues en conditions statiques;

1.2.7 L'efficacité prescrite doit être obtenue sans blocage des roues à des vitesses dépassant 15 km/h, sans déviation par rapport à la trajectoire depuis une file large de 3,5 m, sans dépassement d'un mouvement de lacet de 15° et sans vibrations anormales;

1.2.8 Pour les véhicules dont la traction est assurée entièrement ou en partie par un moteur (des moteurs) électrique(s), relié(s) en permanence aux roues, tous les essais doivent être effectués moteur(s) accouplé(s);

1.2.9 Pour les véhicules visés au paragraphe 1.2.8 ci-dessus, équipés d'un système de freinage électrique à récupération de la catégorie A, des essais de comportement doivent être effectués sur une piste à faible coefficient d'adhérence (telle qu'elle est définie au paragraphe 5.2.2 de l'annexe 6) à une vitesse égale à 80 % de la vitesse maximale mais ne dépassant pas 120 km/h, pour vérifier que la stabilité est préservée;

1.2.9.1 En outre, sur les véhicules équipés d'un système de freinage électrique à récupération de la catégorie A, des conditions momentanées telles que les changements de vitesse ou le relâchement de la commande d'accélérateur ne doivent pas avoir d'incidence sur le comportement du véhicule dans les conditions d'essai définies au paragraphe 1.2.9 ci-dessus;

1.2.10 Au cours des essais spécifiés aux paragraphes 1.2.9 et 1.2.9.1 ci-dessus, le blocage des roues n'est pas autorisé. Une correction de la direction est toutefois admise si l'angle de rotation de la commande de direction est inférieur à 120° pendant les deux premières secondes et à 240° au total.

1.2.11 État de la réserve d'énergie au cours des essais de l'annexe 3:

a) Sur les véhicules munis d'un frein de service électrique alimenté par des batteries de traction (ou par une batterie auxiliaire) dont l'énergie provient exclusivement d'un système de charge extérieur indépendant, les batteries en question doivent, lors de l'essai de freinage, avoir une charge moyenne ne dépassant pas de plus de 5 % le niveau de charge en dessous duquel le témoin de défaillance des freins prescrit au paragraphe 5.2.20.5 doit s'allumer;

Si ledit témoin s'allume effectivement, une légère recharge des batteries est autorisée afin que leur niveau de charge soit conforme aux prescriptions;

b) Sur les véhicules munis d'un système de freinage à transmission électrique, et en l'absence de défaillance simulée, l'état du dispositif de stockage d'énergie électrique doit être maintenu au-dessus du niveau prescrit à l'alinéa b) du paragraphe 5.2.14.1.

1.3 Comportement du véhicule pendant le freinage

1.3.1 Lors des essais de freinage, notamment ceux à vitesse élevée, on doit vérifier le comportement général du véhicule pendant le freinage.

1.3.2 Le comportement du véhicule lors du freinage sur une route ayant une adhérence réduite doit satisfaire aux conditions indiquées à l'annexe 5 et/ou 6 du présent Règlement.

1.3.2.1 Dans le cas d'un système de freinage conforme au paragraphe 5.2.7 du présent Règlement, lorsque le freinage pour tel ou tel essieu est assuré par plus d'une source et que des variations d'une source à l'autre sont possibles, le véhicule doit satisfaire aux prescriptions de l'annexe 5, ou alors de l'annexe 6, dans toutes les relations que permet la stratégie de commande adoptée ([1]).

1.4 Essai de type 0 (essai ordinaire de l'efficacité à froid)

1.4.1 Généralités

1.4.1.1 La température moyenne des freins de service sur l'essieu le plus chaud du véhicule, mesurée à l'intérieur des garnitures de freins ou sur la bande de freinage du disque ou du tambour, est située entre 65 et 100 °C avant tout freinage.

([1]) Le fabricant doit communiquer au service technique la famille de courbes de freinage qu'autorise la stratégie de commande automatique appliquée. Ces courbes peuvent être vérifiées par le service technique.

1.4.1.2 L'essai doit être effectué dans les conditions suivantes:

1.4.1.2.1 Le véhicule doit être en charge, la répartition de sa masse sur les essieux étant celle déclarée par le constructeur; dans le cas où plusieurs dispositions de la charge sur les essieux sont prévues, la répartition de la masse maximale entre les essieux doit être telle que la charge sur chaque essieu soit proportionnelle à la masse maximale admissible pour chacun d'eux;

1.4.1.2.2 Tout essai doit être répété sur le véhicule non chargé; en plus du conducteur, une deuxième personne chargée de noter les résultats de l'essai peut être assise sur le siège avant;

1.4.1.2.3 Dans le cas des véhicules équipés d'un système de freinage électrique à récupération, les prescriptions sont fonction de la catégorie dont fait partie ce système:

Catégorie A. Pendant les essais de type 0, il ne doit pas être utilisé de commande de système de freinage électrique à récupération.

Catégorie B. La contribution du système de freinage électrique à récupération à la force de freinage produite ne doit pas être supérieure au niveau minimum garanti par le concepteur.

Il est satisfait à cette prescription si les batteries se trouvent dans l'un des états de charge suivants:

a) Au niveau de charge maximal recommandé par le fabricant dans les caractéristiques du véhicule;

b) À un niveau qui n'est pas inférieur à 95 % de la pleine charge, lorsque le fabricant n'a pas fait de recommandation particulière;

c) Au niveau maximal que permet la commande de charge automatique sur le véhicule; ou

d) Lorsque les essais sont réalisés sans composante de récupération, quelle que soit la charge des batteries.

1.4.1.2.4 Les limites prescrites pour l'efficacité minimale, soit pour les essais à vide, soit pour les essais en charge, sont celles indiquées ci-après; le véhicule doit satisfaire à la fois à la distance de freinage prescrite et à la décélération moyenne en régime prescrite; il ne sera peut-être pas nécessaire toutefois de mesurer effectivement les deux paramètres;

1.4.1.2.5 La route doit être horizontale; sauf indication contraire, chaque essai peut comprendre jusqu'à six arrêts y compris tout arrêt nécessaire pour que le conducteur se familiarise avec le véhicule.

1.4.2 Essai de type 0, avec un système de freinage de service conforme aux dispositions du paragraphe 2.1.1 A) de la présente annexe.

L'essai doit être effectué à la vitesse prescrite; pour les chiffres donnés à ce sujet une certaine tolérance est admise. L'efficacité minimale prescrite doit être atteinte.

1.4.3 Essai de type 0 avec moteur embrayé, avec un système de freinage de service conforme aux dispositions du paragraphe 2.1.1 B) de la présente annexe.

1.4.3.1 L'essai doit être effectué moteur embrayé, à partir de la vitesse prescrite au paragraphe 2.1.1 B) de la présente annexe. L'efficacité minimale prescrite doit être atteinte. L'essai n'est pas effectué si la vitesse maximale du véhicule est ≤ 125 km/h.

1.4.3.2 L'efficacité pratique maximale doit être mesurée et le comportement du véhicule doit être conforme au paragraphe 1.3.2 de la présente annexe. Cependant, si la vitesse maximale du véhicule est supérieure à 200 km/h, la vitesse d'essai doit être 160 km/h.

1.5 Essai de type I (essai de perte d'efficacité et de récupération)

1.5.1 Procédure à chaud

1.5.1.1 Les freins de service de tous les véhicules doivent être essayés en effectuant un certain nombre de freinages et de desserrages successifs des freins, le véhicule étant en charge, selon les modalités indiquées dans le tableau ci-dessous:

Modalités

v_1 (km/h)	v_2 (km/h)	Δt (sec)	n
80 % $v_{max} \leq 120$	0,5 v_1	45	15

où:

v_1 = vitesse initiale, au début du freinage;

v_2 = vitesse à la fin du freinage;

v_{max} = vitesse maximale du véhicule;

n = nombre de freinages;

Δt = durée d'un cycle de freinage: temps écoulé entre le début d'un freinage et le début du suivant.

1.5.1.2 Si les caractéristiques du véhicule ne permettent pas de respecter la durée prescrite pour Δt, la durée peut être augmentée; on doit de toute façon disposer, en plus du temps nécessaire pour le freinage et l'accélération du véhicule, d'une période de 10 s pour chaque cycle afin de stabiliser la vitesse v_1.

1.5.1.3 Au cours de ces essais, la force exercée sur la commande doit être réglée de manière à atteindre, à chaque freinage, une décélération de 3 m/s^2; deux essais préliminaires peuvent être effectués pour déterminer la force appropriée.

1.5.1.4 Pendant les freinages, le moteur reste embrayé sur le rapport de transmission le plus élevé (à l'exclusion de la surmultiplication, etc.).

1.5.1.5 Pendant la reprise après un freinage, le changement de vitesse doit être utilisé de façon à atteindre la vitesse v_1 dans le temps le plus court possible (accélération maximale permise par le moteur et la boîte).

1.5.1.6 Pour les véhicules ne disposant pas d'une autonomie suffisante pour exécuter les cycles d'échauffement des freins, on doit effectuer les essais en atteignant la vitesse prescrite avant le premier freinage, puis accélérer au maximum des possibilités pour reprendre de la vitesse et freiner ensuite successivement à la vitesse atteinte à la fin de chaque durée de cycle de 45 s.

1.5.1.7 Pour les véhicules équipés d'un système de freinage électrique à récupération de la catégorie B, l'état des batteries du véhicule au début de l'essai doit être tel que la contribution que le système électrique à récupération apporte à la force de freinage ne dépasse pas le minimum garanti par le concepteur. Cette prescription est réputée satisfaite si les batteries se trouvent dans l'un des états de charge énumérés dans le paragraphe 1.4.1.2.3 ci-dessus.

1.5.1.7.1 Dans le cas des véhicules équipés de freins à disque à commande hydraulique ou de mécanismes de réglage à commande électrique, aucune prescription de réglage n'est jugée nécessaire.

1.5.2 Efficacité à chaud

1.5.2.1 À la fin de l'essai du type I (essai décrit au paragraphe 1.5.1), on mesure l'efficacité à chaud du freinage de service dans les mêmes conditions que pour l'essai du type 0 moteur débrayé (en particulier avec une force constante exercée sur les commandes qui ne soit pas supérieure à la force moyenne ou à la valeur du signal de demande d'actionnement du frein effectivement utilisée, mais avec des conditions de température pouvant être différentes).

Les systèmes ou fonctions permettant de compenser la perte d'efficacité des freins par échauffement doivent être désactivés pendant cet essai.

1.5.2.2 Cette efficacité à chaud ne doit pas être inférieure à 75 % ([2]) de celle prescrite, ni inférieure à 60 % de la valeur constatée lors de l'essai du type 0 avec moteur débrayé.

1.5.2.3 Pour les véhicules équipés d'un système de freinage électrique à récupération de la catégorie A, lors de l'actionnement des freins, le rapport le plus élevé doit rester engagé en permanence et la commande distincte de freinage électrique à récupération, si elle existe, ne doit pas être utilisée.

1.5.2.4 Dans le cas de véhicules équipés d'un système de freinage électrique à récupération de la catégorie B ayant exécuté les cycles d'échauffement selon le paragraphe 1.5.1.6 de la présente annexe, l'essai d'efficacité à chaud est effectué à la vitesse maximale que peut atteindre le véhicule à la fin des cycles d'échauffement, à moins que la vitesse indiquée au paragraphe 2.1.1 A) de la présente annexe puisse être atteinte.

Aux fins de comparaison, l'essai de type 0, freins froids, est répété à partir de la même vitesse et avec une contribution du système de freinage électrique à récupération — assuré par une charge appropriée de la batterie — qui soit analogue à celle de l'essai d'efficacité à chaud.

Après le processus et l'essai de récupération, le reconditionnement des garnitures est autorisé avant l'essai pour pouvoir comparer les résultats de ce second essai d'efficacité à froid avec ceux qui ont été obtenus dans l'essai à chaud, en fonction des critères énoncés aux paragraphes 1.5.2.2 et 1.5.2.5 de la présente annexe.

Les essais peuvent être effectués sans composante de récupération. Dans ce cas, la prescription relative à la charge des batteries ne s'applique pas.

1.5.2.5 Dans le cas d'un véhicule qui satisfait à la prescription de 60 % indiquée au paragraphe 1.5.2.2 de la présente annexe, mais non à celle de 75 %[2] indiquée au paragraphe 1.5.2.2 de la même annexe, un nouvel essai d'efficacité à chaud peut être effectué par application sur les commandes d'une force ne dépassant pas celle indiquée au paragraphe 2 de la présente annexe. Les résultats des deux essais doivent figurer dans le procès-verbal.

1.5.3 Procédure de récupération

Immédiatement après l'essai d'efficacité à chaud, effectuer quatre arrêts à partir de 50 km/h avec le moteur embrayé, à une décélération moyenne de 3 m/s^2. Un intervalle de 1,5 km doit être respecté entre le début des arrêts successifs. Immédiatement après chaque arrêt, accélérer au rythme maximum jusqu'à 50 km/h et maintenir cette vitesse jusqu'au prochain arrêt.

1.5.3.1 Pour les véhicules équipés d'un système de freinage électrique à récupération de la catégorie B, les batteries peuvent être rechargées ou remplacées par un jeu chargé.

Dans ce cas, il faut procéder au reconditionnement des garnitures afin de mener à bien le processus de récupération.

([2]) Cette valeur correspond à une distance de freinage de 0,1 v + 0,0080 v^2 et une décélération moyenne en régime de 4,82 m/s^2.

1.5.4 Efficacité de récupération

À la fin de la procédure de récupération, l'efficacité de récupération du système de freinage de service est mesurée dans les mêmes conditions que pour l'essai de type 0 avec le moteur débrayé (mais les conditions de température peuvent être différentes), avec une force moyenne exercée sur les commandes, qui ne doit pas être supérieure à la force moyenne utilisée pour l'essai correspondant de type 0.

Cette efficacité de récupération doit être comprise entre 70 % et 150 % de la valeur constatée lors de l'essai de type 0 avec le moteur débrayé.

1.5.4.1 Pour les véhicules équipés d'un système de freinage électrique à récupération de la catégorie B, l'essai de récupération après échauffement doit être effectué sans composantes de récupération électriques, c'est-à-dire dans les conditions énoncées au paragraphe 1.5.4 ci-dessus.

Après reconditionnement des garnitures, un deuxième essai répété de type 0 doit être effectué à partir de la même vitesse sans entrée en action des composantes susmentionnées, comme dans l'essai avec moteur(s) débrayé(s), après quoi les résultats d'essai sont comparés.

L'efficacité de récupération doit être comprise entre 70 % et 150 % de la valeur enregistrée à l'occasion de ce dernier essai répété de type 0.

2. Efficacité des systèmes de freinage

2.1 Système de freinage de service

2.1.1 Les freins de service sont soumis à des essais dans les conditions suivantes:

A)	Essai de type 0 avec moteur débrayé	v s ≤ d_m ≥	100 km/h 0,1 v + 0,0060 v^2 (m) 6,43 m/s^2
B)	Essai de type 0 avec moteur embrayé	v s ≤ d_m ≥	80 % v_{max} ≤ 160 km/h 0,1 v + 0,0067 v^2 (m) 5,76 m/s^2
		f	6,5 - 50 daN

où:

v = vitesse d'essai, en km/h;

s = distance de freinage, en mètres;

d_m = décélération moyenne en régime, en m/s^2;

f = force exercée sur les commandes à pédale, en daN;

v_{max} = vitesse maximum du véhicule, en km/h.

2.1.2 Sur un véhicule à moteur autorisé à tracter une remorque non freinée, l'efficacité minimale de l'ensemble pour l'essai de type 0 ne doit pas être inférieure à 5,4 m/s^2, que ce soit en charge ou à vide.

L'efficacité de l'ensemble est vérifiée par des calculs de l'efficacité de freinage maximale effectivement obtenue par le véhicule à moteur seul (en charge) au cours de l'essai de type 0, avec moteur débrayé, en utilisant la formule suivante (aucun essai pratique avec une remorque attelée non freinée n'est exigé):

$$d_{M+R} = d_M \bullet \frac{P_M}{P_M + P_R}$$

où:

d_{M+R} = décélération moyenne en régime, calculée, du véhicule à moteur quand il est attelé à une remorque non freinée, en m/s^2;

d_M = décélération moyenne maximale en régime du véhicule à moteur seul, obtenue pendant l'essai de type 0, avec moteur débrayé, en m/s^2;

P_M = masse du véhicule à moteur (en charge);

P_R = masse maximale d'une remorque non freinée qui peut être attelée, selon les indications du constructeur de véhicules à moteur.

2.2 Système de freinage de secours

2.2.1 L'efficacité du système de freinage de secours est soumise à des essais de type 0, moteur débrayé, à partir d'une vitesse initiale du véhicule de 100 km/h et une force exercée sur les commandes des freins de service comprise entre 6,5 daN et 50 daN.

2.2.2 Le système de freinage de secours doit donner une distance de freinage ne dépassant pas la valeur suivante:

$$0{,}1\ v + 0{,}0158\ v^2\ (m)$$

et une décélération moyenne en régime non inférieure à 2,44 m/s^2 (correspondant au deuxième terme de la formule ci-dessus).

2.2.3 L'essai d'efficacité du système de freinage de secours doit être effectué en simulant les conditions effectives de défaillance pouvant affecter le système de frein de service.

2.2.4 Pour les véhicules utilisant des systèmes de freinage électrique à récupération, l'efficacité du freinage doit également être vérifiée dans le cas des deux types de défaillance suivants:

2.2.4.1 Défaillance totale de la composante électrique du freinage de service;

2.2.4.2 Cas où, du fait de la défaillance, la composante électrique délivre la force maximale de freinage.

2.3 Système de freinage de stationnement

2.3.1 Le système de freinage de stationnement doit pouvoir maintenir à l'arrêt le véhicule en charge sur une pente, ascendante ou descendante, de 20 %.

2.3.2 Sur les véhicules auxquels il est autorisé d'atteler une remorque, le système de freinage de stationnement du véhicule à moteur doit pouvoir maintenir l'ensemble à l'arrêt sur une pente, ascendante ou descendante, de 12 %.

2.3.3 Si la commande s'effectue à la main, la force exercée sur celle-ci ne doit pas dépasser 40 daN.

2.3.4 Si la commande s'effectue au pied, la force exercée sur celle-ci ne doit pas dépasser 50 daN.

2.3.5 Un système de freinage de stationnement devant être actionné plusieurs fois avant d'atteindre l'efficacité prescrite peut être admis.

2.3.6 Pour vérifier la conformité aux prescriptions du paragraphe 5.2.2.4 du présent Règlement, on doit exécuter un essai du type 0, avec moteur débrayé, à une vitesse initiale de 30 km/h. Lors d'un freinage exécuté par manœuvre de la commande du système de freinage de stationnement, la décélération moyenne en régime et la décélération juste avant l'arrêt du véhicule ne doivent pas être inférieures à 1,5 m/s^2. L'essai est exécuté sur le véhicule en charge. La force exercée sur le dispositif de commande de frein ne doit pas dépasser les valeurs prescrites.

3. Temps de réponse

3.1 Sur tout véhicule où le système de freinage de service fait appel totalement ou partiellement à une source d'énergie autre que l'effort musculaire du conducteur, les conditions suivantes doivent être satisfaites:

3.1.1 Lors d'une manœuvre d'urgence, le temps s'écoulant entre le moment où la commande commence à être actionnée et le moment où la force de freinage sur l'essieu le plus défavorisé atteint la valeur correspondant à l'efficacité prescrite ne doit pas dépasser 0,6 s;

3.1.2 Dans le cas de véhicules équipés de systèmes de freinage hydrauliques, les prescriptions du paragraphe 3.1.1 ci-dessus sont considérées comme satisfaites si, lors d'une manœuvre d'urgence, la décélération du véhicule ou la pression au niveau du cylindre de frein le moins favorable, atteint un niveau correspondant à l'efficacité prescrite dans un délai de 0,6 s;

3.1.3 Dans le cas d'un véhicule équipé d'un système de freinage à transmission électrique, les prescriptions du paragraphe 3.1.1 ci-dessus sont considérées comme remplies si, lors d'une manœuvre d'urgence, la décélération du véhicule au frein le plus défavorable atteint la valeur correspondant à l'efficacité prescrite dans un délai de 0,6 s.

ANNEXE 3 — Appendice

Méthode de surveillance de l'état de charge des batteries

Cette méthode s'applique aux batteries de véhicules utilisées pour la traction et le freinage par récupération.

Cette méthode nécessite l'utilisation d'un watt-heure-mètre bidirectionnel pour courant continu ou d'un ampère-heure-mètre bidirectionnel pour courant continu.

1. Méthode

1.1 Si les batteries sont neuves ou ont été entreposées longtemps, elles doivent subir les cycles recommandés par le fabricant, après quoi elles doivent être laissées en trempage pendant au moins 8 heures à température ambiante.

1.2 Les batteries doivent être mises en état de pleine charge en suivant la méthode recommandée par le fabricant.

1.3 À l'issue des essais de freinage prescrits aux paragraphes 1.2.11, 1.4.1.2.3, 1.5.1.6, 1.5.1.7 et 1.5.2.4 de l'annexe 3, on enregistre la puissance (en watts/heure) fournie par le système de freinage par récupération et absorbée par les moteurs de traction, comme un total de marche qui servira ensuite à déterminer l'état de charge existant au début ou à la fin de tel ou tel essai.

1.4 Pour reproduire un état de charge des batteries en vue des essais comparatifs prévus au paragraphe 1.5.2.4 de l'annexe 3, les batteries doivent être soit rechargées à ce niveau soit chargées à un niveau supérieur à celui-ci puis déchargées à puissance à peu près constante jusqu'à atteindre l'état de charge requis. Ou alors, sur les véhicules uniquement équipés d'une traction électrique à batterie, l'état de charge peut être modifié en faisant fonctionner le véhicule. Si les batteries sont partiellement chargées, les essais devront commencer le plus tôt possible après que les batteries auront atteint l'état de charge désiré.

ANNEXE 4

Prescriptions relatives aux sources d'énergie et aux dispositifs de stockage d'énergie (accumulateurs d'énergie)

A. Systèmes de freinage hydraulique avec accumulation d'énergie

1. Capacité des dispositifs de réserve d'énergie (accumulateurs d'énergie)

1.1 Généralités

1.1.1 Les véhicules sur lesquels l'équipement de freinage doit comporter une réserve d'énergie fournie par un liquide hydraulique sous pression doivent être munis de dispositifs de réserve d'énergie (accumulateurs d'énergie) d'une capacité telle qu'il soit satisfait aux prescriptions des paragraphes 1.2 ou 1.3 de la présente annexe;

1.1.2 Aucune prescription de capacité des réservoirs n'est toutefois imposée lorsque le système de freinage est tel qu'il soit possible en l'absence de toute réserve d'énergie d'obtenir, avec la commande de frein de service, une efficacité de freinage au moins égale à celle prescrite pour le système de freinage de secours;

1.1.3 Lors du contrôle de la conformité aux prescriptions des paragraphes 1.2, 1.3 et 2.1 de la présente annexe, les freins sont réglés au plus près et, en ce qui concerne le paragraphe 1.2 de la même annexe, la cadence des manœuvres à fond de course de la commande doit être telle que l'intervalle entre chaque manœuvre soit au moins de 60 s.

1.2 Les véhicules équipés d'un dispositif de freinage à centrale hydraulique et réserve d'énergie doivent satisfaire aux conditions suivantes:

1.2.1 Après huit manœuvres à fond de course de la commande du frein de service, il doit encore être possible d'obtenir à la neuvième manœuvre l'efficacité prescrite pour le système de freinage de secours.

1.2.2 Lors des essais, les conditions ci-après doivent être respectées:

1.2.2.1 Les essais commencent à une pression qui peut être définie par le constructeur, mais qui n'est pas supérieure à la pression minimale de fonctionnement du système (pression de conjonction) ([1]);

1.2.2.2 Le ou les dispositifs de réserve d'énergie ne doivent pas être alimentés; en outre, tout dispositif de réserve d'énergie pour équipement auxiliaire doit être isolé.

1.3 Les véhicules équipés d'un système de freinage à centrale hydraulique et réserve d'énergie qui ne peuvent satisfaire aux conditions du paragraphe 5.2.4.1 du présent Règlement seront considérés comme répondant aux dispositions de ce paragraphe si les conditions suivantes sont respectées:

1.3.1 Après toute défaillance de la transmission, il doit encore être possible, après huit manœuvres à fond de course de la commande du frein de service, d'obtenir à la neuvième manœuvre au moins l'efficacité prescrite pour le système de freinage de secours.

1.3.2 L'essai doit être effectué conformément aux prescriptions suivantes:

1.3.2.1 La source d'énergie étant au repos ou en fonctionnement, à une vitesse correspondant au ralenti du moteur, on peut provoquer une défaillance quelconque de la transmission. Avant que cette défaillance ne soit provoquée, le ou les dispositifs de réserve d'énergie doivent être à une pression qui peut être définie par le constructeur, mais qui ne doit pas dépasser la pression de conjonction;

1.3.2.2 L'équipement auxiliaire et ses dispositifs de réserve d'énergie, s'il en existe, doivent être isolés.

([1]) Le niveau initial d'énergie est indiqué dans le document d'homologation.

2. Capacité des générateurs hydrauliques de pression

2.1 Les générateurs de pression doivent satisfaire aux conditions fixées ci-après:

2.1.1 Définitions

2.1.1.1 Par «p_1», on entend la pression maximale de fonctionnement du système (pression de disjonction) dans le ou les dispositifs de réserve d'énergie indiqués par le constructeur.

2.1.1.2 Par «p_2», on entend la pression après quatre manœuvres à fond de course de la commande du frein de service, à partir de la pression p_1, sans que le ou les dispositifs de réserve d'énergie aient été alimentés.

2.1.1.3 Par «t», on entend le délai nécessaire pour que la pression dans le ou les dispositifs de réserve d'énergie monte de p_2 à p_1 sans que la commande de frein ait été manœuvrée.

2.1.2 Conditions de mesure

2.1.2.1 Au cours de l'essai visant à déterminer le délai t, le débit du générateur d'énergie doit être celui obtenu lorsque le moteur tourne à un régime correspondant à son maximum de puissance ou à la vitesse autorisée par le régulateur de vitesse.

2.1.2.2 Au cours de l'essai visant à déterminer le délai t, le ou les dispositifs de réserve d'énergie pour l'équipement auxiliaire ne doivent pas être isolés autrement que par une action automatique.

2.1.3 Interprétation des résultats

2.1.3.1 Pour tous les véhicules, le délai t ne doit pas dépasser 20 s.

3. Caractéristiques des dispositifs d'avertissement

Moteur à l'arrêt et en commençant à une pression qui peut être fixée par le constructeur mais ne doit pas dépasser la pression de conjonction, le dispositif d'avertissement ne doit pas se déclencher après deux manœuvres à fond de course de la commande du frein de service.

B. Système de freinage à transmission électrique

1. Efficacité des dispositifs de stockage d'énergie électrique

1.1 Généralités

1.1.1 Les véhicules équipés d'un système de freinage à transmission électrique doivent être munis de dispositifs de stockage d'énergie électrique d'une efficacité telle qu'il soit satisfait aux prescriptions du paragraphe 1.2 de la présente annexe (sect. B).

1.1.2 Les dispositifs de stockage d'énergie électrique qui alimentent uniquement la transmission de commande du système de freinage peuvent, à titre de variante, satisfaire aux prescriptions du paragraphe 5.2.24.7 du présent Règlement.

1.1.3 Les dispositifs de stockage d'énergie électrique des différents circuits de freinage doivent être facilement reconnaissables.

1.2 Les véhicules équipés d'un système de freinage à transmission électrique avec accumulation d'énergie doivent satisfaire aux conditions suivantes:

1.2.1 L'efficacité du ou des dispositifs de stockage d'énergie électrique doit être telle que, au minimum, après huit manœuvres à fond de la commande du système de freinage de service (décrites au paragraphe 1.2.3.3 ci-après), elle satisfasse au moins (au neuvième freinage) aux prescriptions concernant le frein de secours. Elle doit en outre permettre d'obtenir, au moins à la première manœuvre, l'efficacité prescrite pour le freinage de service.

1.2.2 Lors de l'essai, les conditions ci-dessous sont à respecter:

1.2.2.1 Au début de l'essai, l'état du ou des dispositifs de stockage d'énergie électrique de chaque circuit de freinage doit être tel que la condition nécessaire à l'allumage du voyant jaune défini au paragraphe 5.2.24.7 soit remplie. Cet état ne doit en outre pas dépasser la valeur qui peut être fournie par un dispositif de stockage d'énergie électrique dont l'efficacité s'est dégradée au point que le voyant défini au point 5.2.24.6 s'allume.

Dans le cas où une batterie de traction remplit également la fonction de dispositif de stockage d'énergie (au sens de la présente annexe), l'état de la batterie de traction au début de l'essai peut être tel que la batterie ne puisse plus alimenter les moteurs de traction. Cette situation peut résulter du fait que la capacité réelle de la batterie de traction est insuffisante ou que la stratégie de commande du véhicule interrompt la fourniture d'énergie au(x) moteur(s) de traction.

1.2.3 Il ne doit pas y avoir réalimentation du ou des dispositifs de stockage d'énergie électrique pendant l'essai.

1.2.3.1 La procédure par laquelle les dispositifs de stockage d'énergie électrique sont préparés à l'essai doit être arrêtée par le constructeur et le service technique de l'autorité d'homologation. Elle doit être indiquée dans le procès-verbal d'essai et jointe aux documents concernant l'homologation de type.

1.2.3.2 Chaque manœuvre à fond doit avoir une durée d'au moins 8,0 secondes avec un intervalle, précisé par le constructeur du véhicule, d'au moins 5,0 secondes entre le relâchement de la commande de frein et son actionnement ultérieur.

Le constructeur du véhicule peut assurer le refroidissement des actionneurs électromécaniques pendant la phase statique de l'essai.

1.2.3.3 Chaque manœuvre doit exercer, sur les actionneurs de frein, une demande (a_{ref}) nécessaire pour produire la décélération maximale que le système est censé permettre dans les conditions de l'essai du type 0 (par exemple, freins froids, vitesse prescrite pour l'essai du type 0, véhicule en charge, dispositifs de stockage électrique entièrement chargés), limitée à 8,0 m/s^2.

La valeur de la demande exercée sur les actionneurs de frein peut être réduite ($a_{reduced}$), mais ne peut être inférieure à celle correspondant à la décélération prescrite pour le freinage de service. Dans ce cas, la durée T de chaque manœuvre à fond de course doit être augmentée à l'aide de la formule ci-dessous:

$$T = a_{ref} / a_{reduced} \times 8 \text{ secondes}$$

La méthode par laquelle la demande est calibrée pour correspondre à une valeur a_{ref} ou $a_{reduced}$, selon le cas, doit être arrêtée par le constructeur et le service technique. Elle doit être indiquée dans le procès-verbal d'essai et jointe aux documents concernant l'homologation de type.

Il faut veiller à ce que l'énergie fournie à la transmission du système de freinage au cours de cet essai provienne uniquement des dispositifs de stockage d'énergie électrique.

1.2.3.4 Il convient de s'assurer que, lors de l'exécution de l'essai à l'arrêt par rapport à une situation de conduite, l'énergie utilisée pour le système de freinage de service n'est pas réduite par les fonctions d'économie d'énergie en deçà de la demande prescrite au paragraphe 1.2.3.3.

1.2.3.5 Il convient de confirmer que l'on peut obtenir l'efficacité prescrite pour le freinage de secours (à la neuvième manœuvre de la commande de freinage) par un essai dynamique conforme à l'annexe 3, en utilisant uniquement l'énergie électrique transmise par les dispositifs de stockage d'énergie électrique après huit manœuvres à fond ([2]) effectuées en conditions statiques (c'est-à-dire avec le véhicule immobilisé), dans les conditions d'essai définies pour les essais pertinents au paragraphe 1.2.3 ci-dessus. Cependant, la prescription du paragraphe 2.2.3 de l'annexe 3 concernant la simulation des conditions d'une défaillance dans le système de freinage ne s'applique pas.

En remplacement de l'essai dynamique susmentionné, la neuvième manœuvre de la commande de freinage peut être effectuée en conditions statiques. Le constructeur du véhicule doit démontrer que la puissance fournie pendant la durée de la manœuvre permet d'atteindre au moins l'efficacité prescrite pour le freinage de secours dans les conditions d'essai prévues à l'annexe 3. La méthode utilisée pour faire cette démonstration (reposant par exemple sur la comparaison de la puissance consommée par les actionneurs de frein et de la valeur mesurée au cours d'un essai dynamique) doit être arrêtée par le constructeur et le service technique et vérifiée par ce dernier, indiquée dans le procès-verbal d'essai et jointe aux documents concernant l'homologation de type.

1.2.3.6 Il convient de confirmer que l'on peut obtenir l'efficacité prescrite pour le freinage de service à la première manœuvre par un essai dynamique du type 0 conforme à l'annexe 4, effectué avec un niveau initial d'énergie dans les dispositifs de stockage d'énergie électrique ne dépassant pas les valeurs prescrites au paragraphe 1.2.2.1.

En remplacement de l'essai dynamique susmentionné, la manœuvre de la commande de freinage peut être effectuée en conditions statiques. La puissance nécessaire pour obtenir cette efficacité doit être déterminée selon les mêmes procédures que celles décrites au paragraphe 1.2.3.6.

2. Capacité de l'alimentation électrique

2.1 Généralités

L'alimentation électrique (y compris la source d'énergie, si le véhicule en est équipé) doit satisfaire aux prescriptions des paragraphes ci-après.

Dans le cas où une batterie de traction remplit également la fonction de dispositif de stockage d'énergie électrique (au sens de la présente annexe), en l'absence d'une source permettant de la réalimenter (autre que le freinage à récupération), les prescriptions ci-après ne s'appliquent pas au(x) circuit(s) concerné(s).

Lors de l'essai, les conditions ci-dessous sont à respecter:

2.2 Conditions de mesure

2.2.1 La capacité de l'alimentation électrique doit être évaluée selon les procédures exposées aux paragraphes 1.5.1 (essai du type I) et 1.5.2.1 (efficacité à chaud) de l'annexe 3. Contrairement aux prescriptions de l'essai du type I, le nombre de manœuvres de freinage doit être de 20 dans tous les cas.

2.2.2 Cet essai peut être exécuté en conditions statiques. Dans ce cas, la durée du freinage, l'énergie consommée par le système de freinage et l'intervalle entre les freinages doivent être déterminés pendant les essais dynamiques du type I et d'efficacité à chaud de l'annexe 3.

Les seizième à vingtième manœuvres de freinage doivent avoir la même durée et la même demande d'énergie que la quinzième manœuvre. L'intervalle entre chaque manœuvre doit être le même. La quantité d'énergie fournie par la transmission électrique pendant l'essai statique doit être égale à la quantité moyenne d'énergie fournie par l'alimentation électrique à la transmission électrique au cours de 15 manœuvres de l'essai dynamique du type I suivies d'une manœuvre de l'essai d'efficacité à chaud prescrits à l'annexe 3.

([2]) On entend par «manœuvre à fond» la manœuvre de la commande conformément au paragraphe 1.2.3.3 de la section B de l'annexe 4, pendant une durée de 8,0 secondes ou pendant un temps T tel que décrit dans ledit paragraphe.

2.2.3 Au début de l'essai:

a) L'alimentation électrique fonctionne sans aucune défaillance;

b) L'état des dispositifs de stockage d'énergie électrique ne doit pas dépasser la valeur indiquée au paragraphe 1.2.2.1.

2.2.4 Lorsque l'alimentation électrique alimente un équipement auxiliaire, la demande totale de puissance des systèmes auxiliaires déclarée conformément au paragraphe 5.2.24.12 doit être représentée pendant l'essai par une demande totale de puissance de l'alimentation électrique équivalente.

La demande totale de puissance doit être maintenue en permanence pendant toute la durée de la procédure d'essai.

2.2.5 L'état du ou des dispositifs de stockage d'énergie électrique à l'issue de l'essai défini au paragraphe 2.2 ci-dessus ne doit pas devenir tel qu'il entraîne l'allumage du voyant rouge défini à l'alinéa b) du paragraphe 5.2.14.1 du présent Règlement.

2.2.6 La valeur de la puissance fournie par l'alimentation électrique ne doit pas tomber à un niveau entraînant l'activation de l'alerte de puissance (P_W) prescrite au paragraphe 5.2.24.9.

ANNEXE 5

Répartition du freinage entre les essieux des véhicules

1. Généralités

Les véhicules qui ne sont pas équipés d'un dispositif antiblocage tel qu'il est défini à l'annexe 6 du présent Règlement doivent satisfaire à toutes les conditions énoncées dans la présente annexe. Si un dispositif spécial est utilisé, il doit fonctionner automatiquement.

2. Symboles

i = indice de l'essieu ($i = 1$, essieu avant; $i = 2$, essieu arrière)

P_i = réaction normale du revêtement sur l'essieu i, en conditions statiques

N_i = réaction normale du revêtement sur l'essieu i, pendant le freinage

T_i = force exercée par les freins sur l'essieu i, dans les conditions de freinage sur route

f_i = T_i/N_i, adhérence utilisée de l'essieu i ([1])

J = décélération du véhicule

g = accélération de la pesanteur: $g = 9{,}81\ m/s^2$

z = taux de freinage du véhicule = J/g

P = masse du véhicule

h = hauteur du centre de gravité indiquée par le constructeur et agréée par les services techniques qui procèdent aux essais d'homologation

E = empattement

k = coefficient théorique d'adhérence entre pneumatique et route

3. Prescriptions

3.1 A) Pour tous les états de charge du véhicule, la courbe d'adhérence utilisée pour l'essieu arrière ne doit pas être située au-dessus de celle de l'essieu avant ([2]):

Pour tous les taux de freinage compris entre 0,15 et 0,8:

3.1 B) Pour les valeurs de k entre 0,2 et 0,8 ([2]):

$$z \geq 0{,}1 + 0{,}7\ (k - 0{,}2)$$ (voir diagramme 1 de la présente annexe).

3.2 Pour le contrôle de la conformité aux prescriptions du paragraphe 3.1 de la présente annexe, le constructeur doit communiquer les courbes d'adhérence utilisée de l'essieu avant et de l'essieu arrière, calculées par les formules:

$$f_1 = \frac{T_1}{N_1} = \frac{T_1}{P_1 + Z \bullet \frac{h}{E} \bullet P \bullet g}$$

$$f_2 = \frac{T_2}{N_2} = \frac{T_2}{P_2 - Z \bullet \frac{h}{E} \bullet P \bullet g}$$

([1]) On désigne par «*courbes des adhérences utilisées*» du véhicule, les courbes donnant, pour des conditions de chargement déterminées, les adhérences utilisées de chacun des essieux i en fonction du taux de freinage du véhicule.

([2]) Les prescriptions du paragraphe 3.1 n'affectent pas les dispositions de l'annexe 3 du présent Règlement concernant l'efficacité de freinage. Si, toutefois, lors des essais effectués selon les prescriptions du paragraphe 3.1, des efficacités de freinage supérieures à celles prescrites dans l'annexe 3 sont obtenues, on applique les prescriptions relatives aux courbes d'adhérence utilisées à l'intérieur des zones du diagramme 1 de la présente annexe délimitées par les droites $k = 0{,}8$ et $z = 0{,}8$.

Les courbes sont établies pour les deux états de charge suivants:

3.2.1 À vide, en état de marche, avec le conducteur à bord;

3.2.2 En charge; dans les cas où plusieurs possibilités de répartition de la charge sont prévues, on prend en considération celle où l'essieu avant est le plus chargé;

3.2.3 Pour les véhicules équipés d'un système de freinage électrique à récupération de la catégorie B, et lorsque la capacité de freinage par récupération électrique est influencée par l'état de charge électrique, les courbes doivent être tracées compte tenu de la composante électrique de freinage dans les conditions minimales et maximales de l'effort de freinage fourni. Cette prescription n'est pas applicable si le véhicule est équipé d'un dispositif antiblocage qui commande les roues reliées au freinage électrique; on doit alors appliquer les prescriptions de l'annexe 6 du présent Règlement.

4. Conditions à remplir en cas de défaillance du système de répartition du freinage

Lorsque les conditions énoncées dans la présente annexe sont remplies grâce à un dispositif spécial (dispositif commandé mécaniquement par la suspension du véhicule par exemple), il doit être possible, en cas de défaillance de sa commande, d'arrêter le véhicule (en déconnectant par exemple la liaison de commande) dans les conditions prévues par l'essai de type 0 avec le moteur débrayé, afin d'obtenir une distance de freinage qui ne dépasse pas $0{,}1\ v + 0{,}0100\ v^2$ (m) et une décélération moyenne en régime égale au moins à $3{,}86\ m/s^2$.

5. Essais du véhicule

Lors des essais d'homologation de type d'un véhicule, l'autorité d'homologation de type doit procéder aux vérifications qu'il juge nécessaires pour s'assurer qu'il est satisfait aux prescriptions de la présente annexe, en effectuant les essais suivants:

5.1 Essai de l'ordre de blocage des roues (voir appendice 1)

Si l'essai de l'ordre de blocage des roues confirme que les roues avant se bloquent avant les roues arrière ou simultanément, la conformité avec les dispositions du paragraphe 3 de la présente annexe a été vérifiée et le processus d'essai est achevé.

5.2 Essais supplémentaires

Si l'essai de l'ordre de blocage des roues révèle que les roues arrière se bloquent avant les roues avant, le véhicule:

a) Doit être soumis à des essais supplémentaires comme suit:

i) Des essais supplémentaires de l'ordre de blocage des roues; et/ou

ii) Des essais avec roue dynamométrique (voir appendice 2) servant à déterminer les facteurs de frein pour l'établissement des courbes d'adhérence utilisée; ces courbes doivent satisfaire aux dispositions du paragraphe 3.1 A) de la présente annexe.

b) Peut être refusé à l'homologation.

5.3 Les résultats des essais pratiques sont annexés au procès-verbal de l'homologation du type.

6. Conformité de la production

6.1 En vérifiant la conformité de la production pour un véhicule donné, les services techniques appliquent les mêmes méthodes que pour l'homologation du type.

6.2 Les conditions sont les mêmes que pour l'homologation du type, sauf que dans l'essai mentionné au paragraphe 5.2 a) ii) de la présente annexe, la courbe relative à l'essieu arrière doit être située au-dessous de la droite z = 0,9 k pour tous les taux de freinage compris entre 0,15 et 0,8 (au lieu de satisfaire à la condition énoncée au paragraphe 3.1 A)) (voir diagramme 2).

Diagramme 1

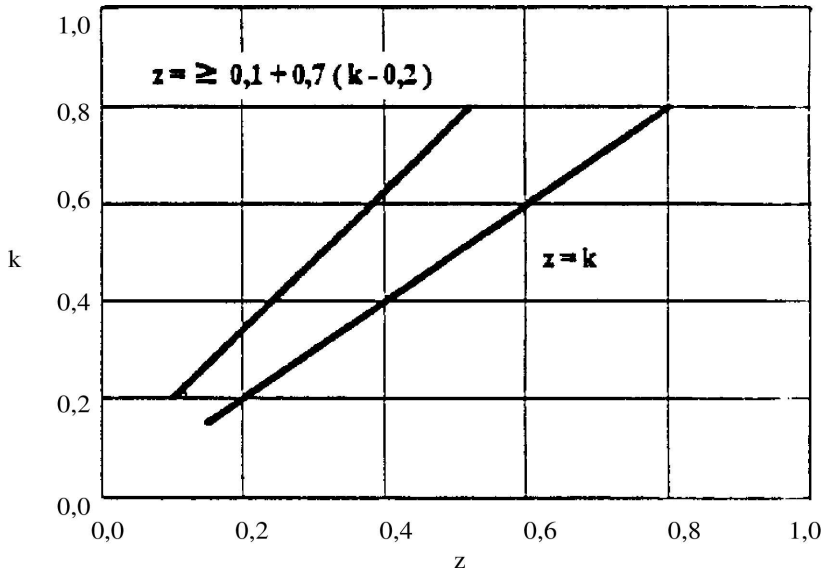
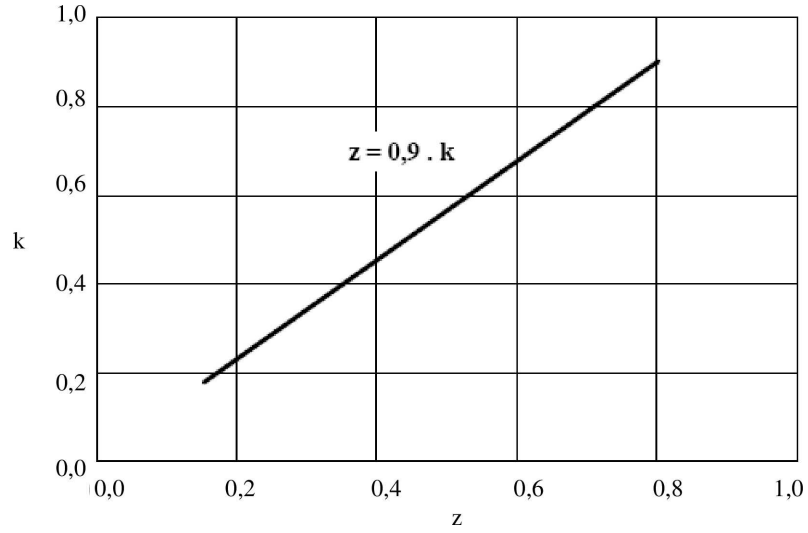


Diagramme 2



ANNEXE 5 — Appendice 1

Méthode d'essai de l'ordre de blocage des roues

1. Généralités

a) Cet essai a pour but d'assurer que le blocage des deux roues avant se produit à un taux de décélération plus faible que le blocage des deux roues arrière lorsque l'essai est effectué sur des revêtements sur lesquels le blocage se produit à des taux de freinage compris entre 0,15 et 0,8.

b) L'on considère qu'il y a blocage simultané des roues avant et arrière lorsque l'intervalle entre le blocage de la dernière roue (la deuxième) sur l'essieu arrière et la dernière roue (la deuxième) sur l'essieu avant est inférieur à 0,1 s pour des vitesses du véhicule supérieures à 30 km/h.

2. État du véhicule

a) Charge du véhicule: en charge et à vide

b) État de la transmission: moteur débrayé

3. Conditions et méthodes d'essai

a) Température initiale des freins: entre 65 et 100 °C en moyenne sur l'essieu le plus chaud

b) Vitesse d'essai: 65 km/h pour un taux de freinage ≤ 0,50;
100 km/h pour un taux de freinage > 0,50.

c) Force exercée sur la pédale:

i) La force sur la pédale est exercée et contrôlée par un conducteur expérimenté ou par une commande mécanique de la pédale de frein;

ii) La force exercée sur la pédale est augmentée progressivement à un taux linéaire tel que le premier blocage d'essieu se produit au moins une demi (0,5) seconde et au plus une seconde et demie (1,5) après l'enfoncement initial de la pédale;

iii) La pédale est relâchée quand le second essieu se bloque ou quand la force exercée sur la pédale atteint 1 kN ou 0,1 s après le premier blocage, selon celle de ces conditions qui est remplie la première.

d) Blocage des roues: seuls les blocages des roues au-delà d'une vitesse du véhicule de 15 km/h sont pris en considération.

e) Surface d'essai: cet essai est effectué sur des surfaces d'essai où le blocage des roues se produit à des taux de freinage compris entre 0,15 et 0,8.

f) Données à enregistrer: les renseignements suivants doivent être automatiquement enregistrés de manière simultanée pendant toute la durée de chaque essai, de telle sorte que les valeurs des variables puissent être rapportées au temps réel:

i) Vitesse du véhicule;

ii) Taux de freinage instantané du véhicule (par exemple en faisant varier la vitesse du véhicule);

iii) Force exercée sur la pédale du frein (ou pression normale du circuit hydraulique);

iv) Vitesse angulaire à chaque roue.

g) Chaque essai sera répété pour confirmer l'ordre de blocage des roues: si l'un des deux résultats révèle un écart par rapport aux prescriptions, un troisième essai effectué dans les mêmes conditions sera décisif.

4. Degré d'efficacité exigé

a) Aucune des deux roues arrière ne doit se bloquer avant les deux roues avant, à des taux de freinage du véhicule compris entre 0,15 et 0,8.

b) Si, lors d'un essai suivant la méthode indiquée ci-dessus, et à des taux de freinage du véhicule compris entre 0,15 et 0,8, le véhicule satisfait à un des critères suivants, la présente condition relative à l'ordre de blocage des roues est considérée comme satisfaite:

i) Pas de blocage des roues;

ii) Blocage des deux roues sur l'essieu avant et d'une ou d'aucune roue sur l'essieu arrière;

iii) Blocage simultané des deux essieux.

c) Si le blocage des roues commence à un taux de freinage inférieur à 0,15 et supérieur à 0,8, l'essai n'est pas valable et doit être répété sur un revêtement différent.

d) Si, en charge ou à vide, à un taux de freinage compris entre 0,15 et 0,8, il y a blocage des deux roues sur l'essieu arrière et blocage d'une ou d'aucune roue sur l'essieu avant, les conditions de l'essai de l'ordre de blocage des roues ne sont pas satisfaites. Dans ce cas, le véhicule doit être soumis à un essai avec «roues dynamométriques» afin de déterminer les facteurs de frein objectifs servant à calculer les courbes de l'adhérence utilisée.

ANNEXE 5 — Appendice 2

Méthode d'essai avec roues dynamométriques

1. Généralités

Cet essai a pour objet de mesurer les facteurs de frein et donc de déterminer l'utilisation de l'adhérence des essieux avant et arrière pour une gamme de taux de freinage comprise entre 0,15 et 0,8.

2. État du véhicule

a) État de charge du véhicule: en charge et à vide

b) État de la transmission: moteur débrayé

3. Conditions et méthodes d'essai

a) Température initiale des freins: entre 65 et 100 °C en moyenne sur l'essieu le plus chaud.

b) Vitesse d'essai: 100 km/h et 50 km/h.

c) Force exercée sur la pédale: cette force est augmentée progressivement à un taux linéaire entre 100 et 150 N/s pour la vitesse d'essai de 100 km/h ou entre 100 et 200 N/s pour la vitesse d'essai de 50 km/h, jusqu'à ce que le premier essieu se bloque ou qu'une force sur la pédale de 1 k/N soit atteinte, selon celle de ces conditions qui est remplie la première.

d) Refroidissement des freins: entre les freinages, le véhicule est conduit à des vitesses allant jusqu'à 100 km/h jusqu'à ce que la température initiale des freins indiquée au paragraphe 3 a) ci-dessus soit atteinte.

e) Nombre d'essais: avec le véhicule à vide effectuer cinq arrêts à partir d'une vitesse de 100 km/h et cinq arrêts à partir d'une vitesse de 50 km/h, en alternant les deux vitesses d'essai après chaque arrêt. Avec le véhicule en charge, répéter les cinq arrêts à chaque vitesse d'essai en alternant les deux vitesses d'essai.

f) Surface d'essai: l'essai est effectué sur une surface présentant une bonne adhérence.

g) Données à enregistrer: les renseignements suivants doivent être automatiquement enregistrés de manière simultanée pendant toute la durée de l'essai, de telle sorte que les valeurs des variables puissent être rapportées au temps réel:

i) Vitesse du véhicule;

ii) Force exercée sur la pédale du frein;

iii) Vitesse angulaire de chaque roue;

iv) Couple de freinage à chaque roue;

v) Pression du système hydraulique dans chaque circuit de frein, muni de transducteurs sur au moins une roue avant et une roue arrière en aval de tout mécanisme de répartition ou de limitation de la pression;

vi) Décélération du véhicule.

h) Fréquence d'échantillonnage: tout matériel de collecte et d'enregistrement des données doit fonctionner à une fréquence minimale d'échantillonnage de 40 Hz sur toutes les voies de transmission.

i) Détermination de la pression des freins avant comparée à celle des freins arrière: déterminer la pression des freins avant comparée à celle des freins arrière pour toute la gamme des pressions de fonctionnement du circuit. À moins que le véhicule ne soit muni d'un dispositif de répartition variable du freinage, cette détermination s'effectue dans des conditions statiques. Si le véhicule est pourvu d'un tel dispositif, des tests dynamiques sont effectués en charge et à vide. Quinze freinages à partir de 50 km/h sont effectués pour chacun des deux états de charge, dans les mêmes conditions initiales que celles énoncées dans le présent appendice.

4. Traitement des données

a) Les données obtenues avec chaque freinage prescrit par le paragraphe 3 e) ci-dessus font l'objet d'un filtrage avec une moyenne mobile centrée pour chacune des voies de transmission.

b) Pour chaque freinage prescrit au paragraphe 3 e) ci-dessus, déterminer la pente (facteur de frein) et le point d'intersection sur l'axe des pressions (pression de blocage des freins) de l'équation linéaire des moindres carrés indiquant le plus fidèlement le couple de sortie mesuré à chaque roue freinée en fonction de la pression du circuit mesurée sur cette même roue. Seules les valeurs de sortie du couple obtenues à partir des données rassemblées lorsque la décélération du véhicule est comprise entre 0,15 g et 0,80 g sont retenues dans l'analyse de régression.

c) Calculer la moyenne des résultats du paragraphe b) ci-dessus afin de déterminer le facteur de frein moyen et la pression de blocage moyenne pour tous les freinages effectués sur l'essieu avant.

d) Calculer la moyenne des résultats du paragraphe b) ci-dessus afin de déterminer le facteur de frein moyen et la pression de blocage moyenne pour tous les freinages effectués sur l'essieu arrière.

e) Avec la relation entre la pression de fonctionnement des freins avant et arrière déterminée selon le paragraphe 3 i) ci-dessus et le rayon de roulement dynamique des pneumatiques, calculer la force de freinage sur chaque essieu en fonction de la pression de fonctionnement des freins avant.

f) Calculer le taux de freinage du véhicule en fonction de la pression de fonctionnement du circuit des freins avant au moyen de l'équation suivante:

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

où:

z = le taux de freinage pour une pression de fonctionnement des freins avant;

T_1, T_2 = les forces de freinage sur les essieux avant et arrière respectivement, correspondant à la même pression des freins avant;

P = masse du véhicule.

g) Calculer l'adhérence utilisée sur chaque essieu en fonction du taux de freinage, au moyen des formules suivantes:

$$f_1 = \frac{T_1}{P_1 + \frac{z \bullet h \bullet P \bullet g}{E}}$$

$$f_2 = \frac{T_2}{P_2 - \frac{z \bullet h \bullet P \bullet g}{E}}$$

Les symboles sont expliqués au paragraphe 2 de la présente annexe.

h) Tracer f_1 et f_2 en fonction de z, à la fois en charge et à vide. Ces courbes, représentant l'adhérence utilisée pour le véhicule, doivent satisfaire aux prescriptions du paragraphe 5.2 a) ii) de la présente annexe (ou, dans le cas de vérifications de la conformité de la production, aux prescriptions du paragraphe 6.2 de la présente annexe).

ANNEXE 6

Prescriptions relatives aux essais des véhicules équipés de systèmes antiblocage

1. Généralités

1.1 La présente annexe définit l'efficacité de freinage exigée des véhicules routiers équipés de systèmes antiblocage.

1.2 Les systèmes antiblocage actuellement connus comprennent un ou plusieurs capteurs, calculateurs et modulateurs. Tout dispositif d'une autre conception qui pourrait être utilisé à l'avenir, ou tout autre système intégrant une fonction antiblocage, serait considéré comme un système antiblocage au sens de la présente annexe et de l'annexe 5 du présent Règlement s'il a une efficacité égale à celle prescrite par la présente annexe.

2. Définitions

2.1 Un «*système antiblocage*» est un élément d'un équipement de freinage de service qui règle automatiquement le degré de glissement dans le sens de rotation de la (des) roue(s), sur une ou plusieurs roues du véhicule pendant le freinage.

2.2 Un «*capteur*» est l'élément chargé de reconnaître et de transmettre au calculateur les conditions de rotation de la (des) roue(s) ou les conditions de la dynamique du véhicule.

2.3 Un «*calculateur*» est un élément chargé d'évaluer les informations fournies par le ou les capteurs et de transmettre un ordre au modulateur.

2.4 Un «*modulateur*» est un élément chargé de moduler la force ou les forces de freinage en fonction de l'ordre reçu du calculateur.

2.5 Une «*roue directement contrôlée*» est une roue dont la force de freinage est modulée à partir des informations données au moins par son propre capteur ([1]).

2.6 Une «*roue indirectement contrôlée*» est une roue dont la force de freinage est modulée à partir d'informations provenant du capteur ou des capteurs d'une ou de plusieurs autres roues ([1]).

2.7 Par «*exécution de cycles complets*», on entend la modulation répétée de la force de freinage par le système antiblocage pour éviter le blocage des roues directement contrôlées. Un freinage ne comportant qu'une seule modulation jusqu'à l'arrêt n'est pas considéré comme répondant à la présente définition.

3. Catégories de systèmes antiblocage

3.1 Un véhicule est considéré comme étant équipé d'un système antiblocage au sens du paragraphe 1 de l'annexe 5 du présent Règlement s'il comporte l'un des systèmes ci-après:

3.1.1 Système antiblocage de catégorie 1

Un véhicule équipé d'un système antiblocage de catégorie 1 doit satisfaire à toutes les prescriptions de la présente annexe.

([1]) Les systèmes antiblocage à sélection haute sont considérés comme comportant des roues directement et indirectement contrôlées. Dans les systèmes à sélection basse, toutes les roues possédant un capteur sont considérées comme étant directement contrôlées.

3.1.2 Système antiblocage de catégorie 2

Un véhicule équipé d'un système antiblocage de catégorie 2 doit satisfaire à toutes les prescriptions de la présente annexe, à l'exception de celles du paragraphe 5.3.5 ci-après.

3.1.3 Système antiblocage de catégorie 3

Un véhicule équipé d'un système antiblocage de catégorie 3 doit satisfaire à toutes les prescriptions de la présente annexe à l'exception de celles des paragraphes 5.3.4 et 5.3.5 ci-après. Sur ces véhicules, tout essieu qui ne comporte pas au moins une roue directement contrôlée doit respecter les conditions d'utilisation de l'adhérence et l'ordre de blocage indiqués dans l'annexe 5 du présent Règlement en remplacement de l'utilisation de l'adhérence prescrite au paragraphe 5.2 de la présente annexe. Cependant, si les positions relatives des courbes d'utilisation de l'adhérence ne satisfont pas aux prescriptions du paragraphe 3.1 de l'annexe 5 du présent Règlement, un contrôle est effectué pour vérifier que les roues d'au moins un essieu arrière ne se bloquent pas avant celles de l'essieu (ou des essieux) avant dans les conditions indiquées au paragraphe 3.1 de l'annexe 5 du présent Règlement en ce qui concerne le rapport de freinage et la charge. Ces prescriptions peuvent être vérifiées par des essais sur des revêtements à forte ou faible coefficient d'adhérence (0,8 environ et 0,3 au maximum) en modulant l'effort à la commande du frein de service.

4. Prescriptions générales

4.1 Toute panne électrique ou anomalie du capteur affectant le système en ce qui concerne les exigences fonctionnelles et d'efficacité énoncées dans la présente annexe, y compris les pannes et anomalies de l'alimentation en électricité, du câblage extérieur au(x) calculateur(s), du (des) calculateur(s) ([2]) et du (des) modulateur(s), doit être signalée au conducteur par un signal d'avertissement lumineux distinct. Le voyant jaune défini au paragraphe 5.2.21.1.2 du présent Règlement est utilisé à cet effet.

4.1.1 Les défaillances du capteur indétectables dans des conditions statiques doivent être détectées dès que la vitesse du véhicule dépasse 10 km/h ([3]). Cependant, afin d'éviter toute indication erronée lorsqu'un capteur ne peut indiquer la vitesse du véhicule à cause de la non-rotation d'une roue, la vérification peut être retardée mais la défaillance doit être détectée dès que la vitesse du véhicule dépasse 15 km/h.

4.1.2 Lorsque le système antiblocage est mis sous tension alors que le véhicule est à l'arrêt, la ou les électrovannes pneumatiques modulatrices doivent effectuer au moins un cycle.

4.2 Dans le cas d'une seule défaillance fonctionnelle électrique n'affectant que la fonction antiblocage, et indiquée par le voyant jaune mentionné ci-dessus, l'efficacité du frein de service qui en résulte ne doit pas être inférieure à 80 % de l'efficacité prescrite conformément à l'essai de type 0, moteur débrayé. Cette valeur correspond à une distance de freinage de $0{,}1\ v + 0{,}0075\ v^2$ (m) et à une décélération moyenne en régime de 5,15 m/s^2.

4.3 Le fonctionnement du système antiblocage ne doit pas être altéré par des champs magnétiques ou électriques. Cette condition est remplie si les prescriptions du Règlement ONU n° 10 sont respectées, comme prescrit au paragraphe 5.1.1.4 du présent Règlement.

4.4 Aucun dispositif manuel n'est pourvu pour déconnecter ou modifier le mode de commande ([4]) du système antiblocage.

([2]) Le fabricant doit fournir au service technique une documentation relative au(x) calculateur(s) respectant la forme de présentation indiquée dans l'annexe 8.

([3]) Le signal d'avertissement peut se rallumer alors que le véhicule est à l'arrêt, à condition qu'il s'éteigne avant que la vitesse du véhicule atteigne 10 km/h ou 15 km/h, selon le cas, en l'absence de toute panne.

([4]) Il est entendu que le paragraphe 4.4 de la présente annexe ne s'applique pas aux dispositifs modifiant le mode de commande du système antiblocage si toutes les prescriptions applicables à la catégorie du système antiblocage dont le véhicule est équipé sont satisfaites dans le mode de commande modifié.

5. Dispositions particulières

5.1 Consommation d'énergie

Les véhicules équipés de systèmes antiblocage doivent conserver leur efficacité même lorsque la commande du freinage de service demeure actionnée à fond pendant de longues périodes. On le vérifie en exécutant les essais suivants:

5.1.1 Procédure d'essai

5.1.1.1 Le niveau initial de l'énergie dans le ou les réservoirs doit être égal à la valeur déclarée par le constructeur. Cette valeur doit au moins permettre d'assurer l'efficacité prescrite par le freinage de service, le véhicule étant en charge. Le ou les dispositifs d'accumulation de l'énergie destinée au matériel auxiliaire pneumatique doivent être isolés.

5.1.1.2 À partir d'une vitesse initiale d'au moins 50 km/h, et sur un revêtement ayant un coefficient d'adhérence égal ou inférieur à 0,3 ([5]), les freins du véhicule en charge sont actionnés à fond pendant une durée t, pendant laquelle l'énergie consommée par les roues sans contrôle direct est prise en considération et toutes les roues indirectement commandées par le système antiblocage doivent rester sous son contrôle.

5.1.1.3 L'alimentation du ou des dispositifs de stockage d'énergie pour la transmission doit ensuite être coupée.

5.1.1.4 La commande du frein de service doit être ensuite manœuvrée quatre fois à fond de course lorsque le véhicule est à l'arrêt. Dans le cas d'un système de freinage à transmission électrique, chaque manœuvre à fond doit être telle que définie au paragraphe 1.2.3.3 de la section B de l'annexe 4.

5.1.1.5 Lorsque les freins sont actionnés pour la cinquième fois, le véhicule doit pouvoir être freiné avec au moins l'efficacité prescrite pour le freinage de secours du véhicule en charge.

5.1.2 Dispositions supplémentaires

5.1.2.1 Le coefficient d'adhérence du revêtement doit être mesuré avec le véhicule considéré et selon la méthode décrite au paragraphe 1.1 de l'appendice 2 de la présente annexe.

5.1.2.2 L'essai de freinage doit être effectué avec le moteur débrayé tournant au ralenti, le véhicule étant en charge.

5.1.2.3 La durée de freinage t est déterminée au moyen de la formule:

$$t = \frac{V_{max}}{7}$$

(cette valeur étant au moins égale à 15 s)

où t est exprimé en secondes et où v_{max} représente la vitesse maximale nominale du véhicule exprimée en km/h, avec un maximum de 160 km/h.

5.1.2.4 S'il n'est pas possible de réaliser la durée t en une seule phase, on peut répéter l'opération, jusqu'à un maximum de quatre phases au total.

([5]) Tant que ces revêtements d'essai ne seront pas généralement disponibles, le service technique peut utiliser, à sa discrétion, des pneumatiques à la limite d'usure autorisée et des valeurs plus élevées du coefficient d'adhérence atteignant 0,4. Les valeurs réelles obtenues et le type de pneus et de revêtement sont enregistrés.

5.1.2.5 Si l'essai a lieu en plusieurs phases, aucune réalimentation en énergie n'est autorisée entre les phases.

À partir de la deuxième phase, l'énergie consommée pendant le premier freinage peut être prise en considération, en soustrayant un actionnement à fond du frein des quatre actionnements à fond prescrits au paragraphe 5.1.1.4 (et 5.1.1.5 et 5.1.2.6) de la présente annexe, aux deuxième, troisième et quatrième phases des essais prescrits au paragraphe 5.1.1 de la présente annexe selon le cas.

5.1.2.6 L'efficacité prescrite au paragraphe 5.1.1.5 de la présente annexe est considérée comme réalisée si, à l'issue du quatrième actionnement, le véhicule étant à l'arrêt, le niveau d'énergie dans le ou les réservoirs est égal ou supérieur à celui qui est nécessaire pour l'efficacité de secours, le véhicule étant en charge.

5.2 Utilisation de l'adhérence

5.2.1 L'utilisation de l'adhérence par le système antiblocage tient compte de l'accroissement effectif de la distance de freinage par rapport à sa valeur minimale théorique. Le système antiblocage est considéré comme satisfaisant lorsque la condition $\varepsilon \geq 0{,}75$ est remplie, ε représentant l'adhérence utilisée telle qu'elle est définie au paragraphe 1.2 de l'appendice 2 de la présente annexe.

5.2.2 L'utilisation de l'adhérence ε doit être mesurée sur des revêtements routiers ayant un coefficient d'adhérence de 0,3 ([5]) ou moins, et de 0,8 environ (route sèche), à partir d'une vitesse initiale de 50 km/h. Afin d'éliminer les effets des différences de température entre les freins, il est recommandé de déterminer la valeur de z_{AL} avant celle de k.

5.2.3 La procédure d'essai pour déterminer le coefficient d'adhérence (k) et le mode de calcul de l'adhérence utilisée (ε) sont décrits dans l'appendice 2 de la présente annexe.

5.2.4 L'utilisation de l'adhérence par le système antiblocage doit être vérifiée pour des véhicules entiers équipés de systèmes antiblocage de catégories 1 ou 2. Pour les véhicules équipés de systèmes antiblocage de catégorie 3, seul le ou les essieux ayant au moins une roue directement contrôlée doivent satisfaire à la présente prescription.

5.2.5 La condition $\varepsilon \geq 0{,}75$ est vérifiée pour le véhicule en charge et à vide ([6]).

L'essai en charge sur une surface à fort coefficient d'adhérence peut être omis si la force prescrite exercée sur la commande ne permet pas d'obtenir un cycle complet du système antiblocage.

Pour l'essai à vide, la force exercée sur la commande peut être portée jusqu'à 100 daN si la force maximale prescrite ([7]) ne permet pas de réaliser un cycle complet. Si 100 daN sont insuffisants pour obtenir un cycle complet, l'essai peut être omis.

5.3 Contrôles complémentaires

Les contrôles complémentaires suivants doivent être effectués avec le moteur débrayé, le véhicule étant en charge et à vide:

5.3.1 Les roues directement commandées par un système antiblocage ne doivent pas se bloquer lorsque la force maximale ([7]) est soudainement exercée sur le dispositif de commande, sur les revêtements routiers définis au paragraphe 5.2.2 de la présente annexe, à une vitesse initiale de v = 40 km/h et à haute vitesse initiale de $v = 0{,}8\ v_{max} \leq 120$ km/h ([8]);

([6]) En attendant l'établissement d'une procédure d'essai, il peut être nécessaire de répéter les essais requis dans le présent paragraphe pour les véhicules équipés de systèmes de freinage électrique à récupération, afin de déterminer l'effet de différentes valeurs de répartition du freinage fixées par les fonctions automatiques du véhicule.

([7]) La «*force maximale*» est celle citée à l'annexe 3 du présent Règlement. Cette force peut être plus élevée si le fonctionnement du système antiblocage l'exige.

([8]) Ces essais ont pour but de vérifier que les roues ne se bloquent pas et que le véhicule reste stable; il est donc inutile de bloquer complétement les roues et de faire arrêter le véhicule sur le revêtement à faible coefficient d'adhérence.

5.3.2 Lorsqu'un essieu passe d'un revêtement à fort coefficient d'adhérence (k_H) à un revêtement à faible coefficient d'adhérence (k_L), où k_H est ≥ 0,5 et k_H/k_L ≥ 2 ([9]), le dispositif de freinage étant actionné à fond[7], les roues directement contrôlées ne doivent pas se bloquer. La vitesse de marche et le moment de l'actionnement des freins doivent être calculés de façon que le système antiblocage fonctionnant pleinement sur le revêtement à fort coefficient d'adhérence, le passage d'un revêtement à l'autre s'effectue à haute et à basse vitesses, dans les conditions énoncées au paragraphe 5.3.1 ([10]);

5.3.3 Lorsqu'un véhicule passe d'un revêtement à faible coefficient d'adhérence (k_L) à un revêtement à fort coefficient d'adhérence (k_H) où k_H est ≥ 0,5 et k_H/k_L ≥ 2 ([9]), le dispositif de freinage étant actionné à fond[7], la décélération du véhicule doit atteindre la valeur élevée appropriée en un temps raisonnable et le véhicule ne doit pas dévier de façon sensible de sa trajectoire initiale. La vitesse de marche et le moment de l'application du frein doivent être calculés de façon que le système antiblocage fonctionnant pleinement sur le revêtement à faible coefficient d'adhérence, le passage d'un revêtement à l'autre s'effectue à la vitesse d'environ 50 km/h;

5.3.4 Les prescriptions du présent paragraphe ne s'appliquent qu'aux véhicules équipés de systèmes antiblocage de catégorie 1 ou 2. Lorsque les roues droite et gauche du véhicule sont situées sur des revêtements aux coefficients d'adhérence différents (k_H et k_L), où k_H ≥ 0,5 et k_H/k_L ≥ 2 ([9]), les roues directement contrôlées ne doivent pas se bloquer lorsque la force maximale[7] est exercée soudainement sur le dispositif de commande à la vitesse de 50 km/h;

5.3.5 De plus, les véhicules chargés équipés de systèmes antiblocage de la catégorie 1 doivent, dans les conditions du paragraphe 5.3.4 de la présente annexe, avoir un rapport de freinage correspondant à celui qui est prescrit à l'appendice 3 de la même annexe;

5.3.6 Cependant, dans les essais prévus aux paragraphes 5.3.1, 5.3.2, 5.3.3, 5.3.4 et 5.3.5 de la présente annexe, de brèves périodes de blocage sont autorisées. De plus, le blocage des roues est permis quand la vitesse du véhicule est inférieure à 15 km/h; de même, pour les roues indirectement contrôlées, des blocages sont permis quelle que soit la vitesse, mais la stabilité et la directabilité du véhicule ne doivent pas en être affectées et le véhicule ne doit pas décrire un mouvement de lacet de plus de 15° ni dévier d'une voie large de 3,5 m;

5.3.7 Durant les essais prévus aux paragraphes 5.3.4 et 5.3.5 de la présente annexe, une correction de la direction est admise à condition que la rotation angulaire du dispositif de direction soit inférieure à 120° dans les 2 s initiales et ne dépasse pas 240° en tout. De plus, au début de ces essais, le plan longitudinal médian du véhicule doit passer par la ligne de séparation des revêtements à fort et faible coefficients d'adhérence et, durant ces essais, aucune partie des pneumatiques extérieurs ne doit franchir cette limite ([6]).

([9]) k_H est le coefficient sur un revêtement à forte adhérence, k_L est le coefficient sur un revêtement à faible adhérence, k_H et k_L sont mesurés comme indiqué dans l'appendice 2 de la présente annexe.

([10]) Ces essais ont pour but de vérifier que les roues ne se bloquent pas et que le véhicule reste stable; il est donc inutile de bloquer complétement les roues et de faire arrêter le véhicule sur le revêtement à faible coefficient d'adhérence.

ANNEXE 6 — Appendice 1

Symboles et définitions

Symboles	Définitions
E	empattement
ε	adhérence utilisée du véhicule: quotient du taux de freinage maximal obtenu avec le système antiblocage enclenché (z_{AL}) et du coefficient d'adhérence (k)
ε_i	valeur de ε mesurée sur l'essieu i (dans le cas d'un véhicule à moteur doté d'un système antiblocage de la catégorie 3)
ε_H	valeur de ε sur un revêtement à fort coefficient d'adhérence
ε_L	valeur de ε sur un revêtement à faible coefficient d'adhérence
F	force (exprimée en N)
F_{dyn}	réaction du revêtement normale à sa surface dans des conditions dynamiques avec le système antiblocage enclenché
F_{idyn}	F_{dyn} s'exerçant sur l'essieu i dans le cas de véhicules à moteur
F_i	réaction du revêtement normale à sa surface sur l'essieu i dans des conditions statiques
F_M	réaction statique totale du revêtement normale à sa surface sur toutes les roues d'un véhicule à moteur
F_{Mnd} ([1])	réaction statique totale du revêtement normale à sa surface sur les essieux non freinés et moteurs d'un véhicule à moteur
F_{Md} ([1])	réaction statique totale du revêtement normale à sa surface sur les essieux non freinés et non moteurs d'un véhicule à moteur
F_{WM} ([1])	0,01 F_{Mnd} + 0,015 F_{Md}
g	accélération de la pesanteur (9,81 m/s^2)
h	hauteur du centre de gravité indiquée par le fabricant et confirmée par le service technique effectuant l'essai d'homologation
k	coefficient d'adhérence du pneu sur la route
k_f	valeur de k pour un essieu avant
k_H	valeur de k déterminée pour un revêtement à fort coefficient d'adhérence
k_i	valeur de k déterminée pour l'essieu i d'un véhicule doté d'un système antiblocage de la catégorie 3
k_L	valeur de k déterminée pour un revêtement à faible coefficient d'adhérence
k_{lock}	valeur de l'adhérence pour un glissement de 100 %
k_M	valeur de k pour le véhicule à moteur
k_{peak}	valeur maximale de la courbe d'adhérence en fonction du glissement
k_r	valeur de k pour un essieu arrière
P	masse du véhicule (kg)
R	quotient de k_{peak} par k_{lock}
t	durée en secondes (s)
t_m	valeur moyenne de t
t_{min}	valeur minimale de t

([1]) Dans le cas des véhicules à moteur à deux essieux, les symboles F_{Mnd} et F_{Md} peuvent être simplifiés en les remplaçant par les F_i correspondants.

Symboles	Définitions
z	taux de freinage
z_{AL}	taux de freinage z du véhicule avec le système antiblocage enclenché
z_m	taux de freinage moyen
z_{max}	valeur maximale de z
z_{MALS}	valeur de z_{AL} pour le véhicule à moteur sur un revêtement inégal

ANNEXE 6 — Appendice 2

Utilisation de l'adhérence

1. Méthode de mesure

1.1 Détermination du coefficient d'adhérence (k)

1.1.1 Le coefficient d'adhérence (k) est défini comme étant le quotient des forces de freinage maximales d'un essieu sans blocage des roues et de la charge dynamique correspondante sur ce même essieu.

1.1.2 Les freins doivent être actionnés sur un seul des essieux du véhicule, à une vitesse initiale de 50 km/h. Les forces de freinage doivent être réparties entre les roues de cet essieu, afin de parvenir à l'efficacité maximale. Le système antiblocage doit être déconnecté ou inopérant entre 40 et 20 km/h.

1.1.3 Un certain nombre d'essais, avec des pressions dans la conduite ou des valeurs du signal de demande d'actionnement des freins croissantes, doivent être effectués pour déterminer le rapport de freinage maximal du véhicule (z_{max}). Durant chaque essai, l'effort à la pédale doit être maintenu constant et le rapport de freinage sera déterminé par référence au temps (t) nécessaire pour passer de 40 à 20 km/h, au moyen de la formule:

$$Z = \frac{0{,}566}{t}$$

z_{max} est la valeur maximum de z; t est en secondes.

1.1.3.1 Les roues peuvent se bloquer à une vitesse inférieure à 20 km/h.

1.1.3.2 À partir de la valeur minimum mesurée de t, appelée t_{min}, choisir trois valeurs de t comprises entre t_{min} et 1,05 t_{min} et calculer leur moyenne arithmétique t_m,

$$\text{puis calculer } Z_m = \frac{0{,}566}{t_m}$$

S'il est démontré que pour des raisons pratiques les trois valeurs définies ci-dessus ne peuvent être obtenues, alors on peut se servir du temps minimum t_{min}. Les prescriptions du paragraphe 1.3 restent néanmoins valables.

1.1.4 Les forces de freinage doivent être calculées à partir du rapport de freinage mesuré et de la résistance au roulement de l'essieu non freiné qui est égale à 0,015 fois la charge statique à l'essieu d'un essieu moteur et à 0,010 fois celle d'un essieu non moteur.

1.1.5 La charge dynamique sur l'essieu est donnée par les relations définies à l'annexe 5 du présent Règlement.

1.1.6 La valeur de k doit être arrondie à la troisième décimale.

1.1.7 Ensuite, répéter l'essai sur le ou les autres essieux, comme indiqué aux paragraphes 1.1.1 à 1.1.6 ci-dessus.

1.1.8 Par exemple, dans le cas d'un véhicule à deux essieux à propulsion arrière, lorsque l'essieu avant (1) est freiné, le coefficient d'adhérence (k) est obtenu par la formule:

$$k_f = \frac{Z_m \bullet P \bullet g - 0{,}015F_2}{F_1 + \frac{h}{E} \bullet Z_m \bullet P \bullet g}$$

Les autres symboles (P, h et E) sont définis à l'annexe 5 du présent Règlement.

1.1.9 On détermine un coefficient k_f pour l'essieu avant et un coefficient k_r pour l'essieu arrière.

1.2 Détermination de l'adhérence utilisée (ε)

1.2.1 L'adhérence utilisée (ε) est définie comme le quotient du rapport de freinage maximum lorsque le dispositif antiblocage est en fonctionnement (z_{AL}) et du coefficient d'adhérence (k_M), soit:

$$\varepsilon = \frac{z_{AL}}{k_M}$$

1.2.2 À partir d'une vitesse initiale du véhicule de 55 km/h, le taux de freinage maximum (z_{AL}) doit être mesuré lorsque le système antiblocage effectue au moins un cycle complet, sur la base de la valeur moyenne de trois essais, comme indiqué au paragraphe 1.1.3 du présent appendice, du temps qu'il faut pour ramener la vitesse de 45 à 15 km/h, d'après la formule ci-dessous:

$$z_{AL} = \frac{0{,}849}{t_m}$$

1.2.3 Le coefficient d'adhérence k_M est obtenu par pondération au moyen des charges dynamiques sur les essieux.

$$k_M = \frac{k_f \bullet F_{fdyn} + k_r \bullet F_{rdyn}}{P \bullet g}$$

où:

$$F_{fdyn} = F_f + \frac{h}{E} \bullet z_{AL} \bullet P \bullet g$$

$$F_{rdyn} = F_r - \frac{h}{E} \bullet z_{AL} \bullet P \bullet g$$

1.2.4 La valeur de ε est arrondie à la deuxième décimale.

1.2.5 Dans le cas d'un véhicule équipé d'un système antiblocage de la catégorie 1 ou 2, la valeur de z_{AL} s'entend pour l'ensemble du véhicule freiné, le système antiblocage étant en fonctionnement; l'adhérence utilisée (ε) est donnée par la même formule qu'au paragraphe 1.2.1 du présent appendice.

1.2.6 Dans le cas d'un véhicule équipé d'un système antiblocage de catégorie 3, la valeur z_{AL} sera déterminée sur chaque essieu ayant au moins une roue directement contrôlée. Par exemple, pour un véhicule à deux essieux à propulsion arrière avec un système antiblocage agissant sur l'essieu arrière seul (2), l'adhérence utilisée (ε) est donné par la formule:

$$\varepsilon_2 = \frac{z_{AL} \bullet P \bullet g - 0{,}010 F_1}{k_2 \left(F_2 - \frac{h}{E} \bullet z_{AL} \bullet P \bullet g \right)}$$

Ce calcul doit être effectué pour chaque essieu ayant au moins une roue directement contrôlée.

1.3 Si ε > 1,00, les coefficients d'adhérence sont mesurés à nouveau. Une tolérance de 10 % est admise.

ANNEXE 6 — Appendice 3

Efficacité sur des surfaces d'adhérence différentes

1. Le rapport de freinage prescrit mentionné au paragraphe 5.3.5 de la présente annexe peut être calculé par référence au coefficient mesuré d'adhérence des deux revêtements sur lesquels l'essai est effectué. Ces deux revêtements doivent satisfaire aux prescriptions du paragraphe 5.3.4 de la présente annexe.

2. Les coefficients d'adhérence de forte et de faible adhérence (k_H et k_L) doivent être déterminés conformément aux prescriptions du paragraphe 1.1 de l'appendice 2 de la présente annexe.

3. Le rapport de freinage (z_{MALS}) pour les véhicules en charge doit être:

$$Z_{MALS} \geq 0,75 \left(\frac{4k_L + k_H}{5} \right) \text{ et } Z_{MALS} \geq k_L$$

Annexe 6 — Appendice 4

Méthode de sélection du revêtement à faible coefficient d'adhérence

1. Pour choisir le revêtement présentant le coefficient d'adhérence défini au paragraphe 5.1.1.2 de la présente annexe, le service technique doit disposer de certaines données.

1.1 Ces données doivent inclure une courbe du coefficient d'adhérence par rapport au coefficient de glissement (entre 0 et 100 %) à une vitesse d'environ 40 km/h.

1.1.1 La valeur maximum de la courbe est représentée par le symbole k_{peak} et la valeur maximum de glissement par le symbole k_{lock}.

1.1.2 Le rapport R est défini comme le quotient de la valeur maximum de l'adhérence k_{peak} par la valeur maximum de glissement k_{lock}.

$$R = \frac{k_{peak}}{k_{lock}}$$

1.1.3 La valeur de R est arrondie à la première décimale.

1.1.4 Le revêtement utilisé doit présenter un rapport R compris entre 1,0 et 2,0 ([1]).

2. Avant les essais, le service technique doit s'assurer que le revêtement choisi est conforme aux prescriptions fixées. Il doit notamment être informé:

De la méthode d'essai employée pour calculer R,

Du type du véhicule,

De la charge par essieu et du type de pneumatiques (essais avec différentes charges et différents types de pneus et communication des résultats au service technique qui décide s'ils sont représentatifs du véhicule à homologuer).

2.1 La valeur de R est indiquée dans le procès-verbal d'essai.

Le revêtement de la piste d'essai doit être étalonné au moins une fois par an à l'aide d'un véhicule représentatif afin de vérifier la constance de R.

([1]) En attendant de pouvoir disposer de pistes d'essai présentant les caractéristiques de revêtement prescrites, on considère que la valeur du rapport R peut aller jusqu'à 2,5, sous réserve d'acceptation par le service technique.

ANNEXE 7

Méthodes d'essai sur dynamomètre à inertie pour garnitures de freins

1. Généralités

1.1 La procédure décrite dans la présente annexe peut être appliquée dans le cas d'une modification du type de véhicule due au montage des garnitures de freins d'un type nouveau sur les véhicules ayant reçu l'homologation conformément au présent Règlement.

1.2 Les garnitures de freins d'un type nouveau doivent être vérifiées en comparant leur efficacité avec celle obtenue avec les garnitures équipant le véhicule lors de l'homologation et conformes aux éléments identifiés dans la fiche de communication correspondante dont le modèle figure à l'annexe 1 du présent Règlement.

1.3 L'autorité d'homologation de type responsable de l'exécution des essais d'homologation peut, si elle le juge bon, demander que la comparaison de l'efficacité des garnitures de freins soit effectuée conformément aux dispositions applicables figurant dans l'annexe 3 du présent Règlement.

1.4 La demande d'homologation aux fins de comparaison est faite par le constructeur du véhicule ou son mandataire.

1.5 Dans le contexte de la présente annexe, il faut entendre par «véhicule» le type de véhicule homologué conformément au présent Règlement, et à propos duquel il est demandé que la comparaison soit reconnue comme satisfaisante.

2. Appareillage d'essai

2.1 On doit utiliser pour les essais un dynamomètre ayant les caractéristiques suivantes:

2.1.1 Il doit être capable de produire l'inertie prescrite au paragraphe 3.1 de la présente annexe, et avoir la capacité voulue pour remplir les conditions énoncées dans le paragraphe 1.5 de l'annexe 3 du Règlement en ce qui concerne les essais de perte d'efficacité du type I;

2.1.2 Les freins montés doivent être identiques à ceux d'origine du type de véhicule concerné;

2.1.3 Le refroidissement par air, s'il en est prévu un, doit répondre aux conditions énoncées dans le paragraphe 3.4 de la présente annexe;

2.1.4 Pour l'essai, on doit disposer d'un appareillage donnant au moins les informations suivantes:

2.1.4.1 Enregistrement continu de la vitesse de rotation du disque ou du tambour;

2.1.4.2 Nombre de tours exécutés lors d'un arrêt, avec une résolution d'un huitième de tour au plus;

2.1.4.3 Temps d'arrêt;

2.1.4.4 Enregistrement continu de la température, mesurée au centre de la bande balayée par la garniture ou à mi-épaisseur du disque ou du tambour ou de la garniture;

2.1.4.5 Enregistrement continu de la pression du circuit de commande des freins ou de la force d'actionnement des freins;

2.1.4.6 Enregistrement continu du couple de freinage.

3. Conditions d'essai

3.1 Le dynamomètre doit être réglé de manière à reproduire aussi fidèlement que possible, avec une tolérance de ± 5 %, l'inertie rotative correspondant à la partie de l'inertie totale du véhicule freinée par la ou les roues considérées, telle qu'elle est déterminée par la formule suivante:

$$I = M R^2$$

où:

I = inertie rotative (kgm^2);

R = rayon de roulement dynamique du pneu (m);

M = partie de la masse maximale du véhicule freinée par la ou les roues considérées. Dans le cas d'un dynamomètre à une extrémité, on calcule cette masse en se basant sur la répartition nominale du freinage lorsque la décélération correspond à la valeur applicable fixée à la ligne (A) du tableau figurant au paragraphe 2.1.1 de l'annexe 3 du présent Règlement.

3.2 La vitesse de rotation initiale du dynamomètre à inertie doit correspondre à la vitesse d'avancement du véhicule telle qu'elle est prescrite à la ligne (A) du tableau figurant au paragraphe 2.1.1 de l'annexe 3 du présent Règlement, et être fonction du rayon de roulement dynamique du pneu.

3.3 Les garnitures de freins doivent être rodées à 80 % au moins et ne doivent pas avoir été portées à une température supérieure à 180 °C au cours de l'opération de rodage, ou, à la demande du fabricant, seront rodées selon ses recommandations.

3.4 Un refroidissement par air peut être utilisé; le flux d'air doit être dirigé sur le frein perpendiculairement à l'axe de rotation de la roue. La vitesse d'écoulement de l'air sur le frein ne doit pas être supérieure à 10 km/h. La température de l'air de refroidissement sera la température ambiante.

4. Procédure d'essai

4.1 Cinq jeux-échantillons de la garniture des freins sont soumis à l'essai de comparaison; ils sont comparés à cinq jeux de garnitures conformes aux éléments d'origine identifiés dans la fiche de communication relative à la première homologation du type de véhicule en question.

4.2 L'équivalence des garnitures de freins est contrôlée par comparaison entre les résultats obtenus grâce aux méthodes d'essai prescrites dans la présente annexe, et conformément aux prescriptions ci-après.

4.3 Essai d'efficacité à froid du type 0

4.3.1 Trois freinages sont exécutés, à une température initiale inférieure à 100 °C, mesurée conformément aux indications du paragraphe 2.1.4.4 de la présente annexe.

4.3.2 Les freinages sont exécutés à partir d'une vitesse de rotation initiale correspondant à la vitesse d'essai prescrite à la ligne (A) du tableau figurant au paragraphe 2.1.1 de l'annexe 3 du présent Règlement, le frein étant actionné de manière à produire un couple moyen équivalent à la décélération prescrite dans ledit paragraphe. En outre, les essais doivent aussi être exécutés à diverses vitesses de rotation, la plus basse correspondant à 30 % de la vitesse maximale du véhicule et la plus haute à 80 % de cette vitesse.

4.3.3 Le couple moyen de freinage enregistré au cours des essais ci-dessus d'efficacité à froid sur l'une quelconque des garnitures essayées aux fins d'équivalence doit, pour la même valeur d'entrée, demeurer dans les limites d'essai de ± 15 % du couple moyen de freinage enregistré avec les garnitures de freins conformes à l'élément identifié dans la fiche de communication relative à l'homologation du type de véhicule considéré.

4.4 Essai de type I (essai de perte d'efficacité)

4.4.1 Méthode d'échauffement

4.4.1.1 Les garnitures de freins sont essayées selon la procédure décrite au paragraphe 1.5.1 de l'annexe 3 du présent Règlement.

4.4.2 Efficacité à chaud

4.4.2.1 Une fois achevés les essais prescrits au paragraphe 4.4.1 de la présente annexe, l'essai d'efficacité du freinage à chaud prescrit au paragraphe 1.5.2 de l'annexe 3 du présent Règlement doit être exécuté.

4.4.2.2 Le couple moyen de freinage enregistré au cours des essais d'efficacité à chaud prescrits ci-dessus sur les garnitures essayées aux fins de comparaison doit, pour la même valeur d'entrée, demeurer dans les limites d'essai de ± 15 % du couple moyen de freinage enregistré avec les garnitures de freins conformes à l'élément identifié dans la fiche de communication relative à l'homologation du type de véhicule considéré.

5. Inspection des garnitures de freins

Après exécution des essais ci-dessus, on examine visuellement les garnitures de freins pour vérifier que leur état permet encore qu'elles soient utilisées sur le véhicule dans des conditions d'utilisation normales de celui-ci.

ANNEXE 8

Prescriptions spéciales relatives à la sécurité des systèmes de commande électronique

1. Généralités

La présente annexe définit les prescriptions spéciales en matière de documentation, de stratégie en cas de défaillance et de vérification pour les questions de sécurité relatives aux systèmes électroniques (par. 2.3) et aux systèmes complexes de commande électronique (par. 2.4 ci-après) aux fins de l'application du présent Règlement.

La présente annexe ne traite pas des critères d'efficacité du «système», mais de la façon dont il est conçu et des informations qui doivent être communiquées au service technique aux fins de l'homologation de type.

Ces informations doivent montrer que le «système» satisfait, en l'absence de défaillance comme en cas de défaillance, à toutes les prescriptions fonctionnelles pertinentes énoncées dans le présent Règlement.

2. Définitions

Aux fins de la présente annexe, on entend:

2.1 Par «*système*», un système de commande électronique ou un système complexe de commande électronique qui constitue la transmission de commande d'une fonction visée par le présent Règlement ou qui en fait partie. Ce terme s'applique aussi à tout autre système entrant dans le champ d'application du présent Règlement, ainsi qu'aux liaisons de transmission avec d'autres systèmes qui ne relèvent pas du présent Règlement mais qui agissent sur une fonction visée par ledit Règlement;

2.2 Par «*concept de sécurité*», une description des mesures incorporées dans le système, par exemple dans les modules électroniques, de manière à en assurer l'intégrité et, partant, la sécurité de fonctionnement en l'absence de défaillance comme en cas de défaillance, y compris d'origine électrique;

La possibilité de revenir à un fonctionnement partiel, voire de recourir à un système de secours pour les fonctions vitales du véhicule, peut faire partie du concept de sécurité;

2.3 Par «*système de commande électronique*», un ensemble de modules conçu pour contribuer à assurer la fonction de commande du véhicule grâce au traitement de données électroniques;

Un tel système, généralement contrôlé par un logiciel, est constitué de composants fonctionnels discrets tels que des capteurs, des modules de commande électronique et des actionneurs, reliés par des liaisons de transmission. Il peut comprendre des éléments mécaniques, électromécaniques, électropneumatiques ou électrohydrauliques;

Le «*système*» dont il est question ici est celui pour lequel l'homologation de type est demandée;

2.4 Par «*systèmes complexes de commande électronique*», les systèmes de commande électronique dans lesquels une fonction peut être neutralisée par un système ou une fonction de commande électronique de niveau supérieur;

Une fonction ainsi neutralisée devient partie intégrante du système complexe de commande électronique, de même que toute fonction ou tout système prioritaire visé par le présent Règlement. Les liaisons de transmission avec un système ou une fonction prioritaire qui ne relève pas du présent Règlement doivent aussi être incluses;

2.5 Par «*système ou fonction de commande de niveau supérieur*», les systèmes ou fonctions qui utilisent des dispositifs supplémentaires de traitement ou de détection pour modifier le comportement du véhicule en ordonnant des variations de la ou des fonctions normales du système de commande du véhicule;

Cela permet à des systèmes complexes de modifier automatiquement leurs objectifs selon un ordre de priorité qui dépend des conditions relevées;

2.6 Par «*modules*», les plus petites unités de composants du système prises en considération dans la présente annexe; ces ensembles de composants seront considérés comme des entités uniques aux fins de l'identification, de l'analyse ou du remplacement;

2.7 Par «*liaisons de transmission*», les dispositifs utilisés pour assurer l'interconnexion des modules répartis, aux fins de la transmission des signaux, du traitement des données ou de l'alimentation en énergie;

Il s'agit là le plus souvent de liaisons électriques, mais elles peuvent aussi, selon le cas, être optiques, pneumatiques, hydrauliques ou mécaniques;

2.8 Par «*plage de commande*», la plage sur laquelle le système est susceptible d'exercer la fonction de commande pour une variable de sortie donnée;

2.9 Par «*limites de fonctionnement*», les limites des facteurs physiques externes dans lesquelles le système est capable d'assurer la fonction de commande;

2.10 Par «*stratégie de commande*», une stratégie permettant d'assurer un fonctionnement robuste et sûr de la ou des fonctions du «système» en réponse à l'action du véhicule ou du conducteur;

Il peut notamment s'agir de la désactivation automatique d'une fonction ou de la réduction temporaire des performances.

3. Documentation

3.1 Prescriptions

Le constructeur doit fournir un dossier d'information dans lequel doivent figurer des renseignements sur la conception de base du «système» et sur les dispositifs permettant de le relier à d'autres systèmes du véhicule ou par l'intermédiaire desquels il commande directement les variables de sortie.

La ou les fonctions du «système», y compris les stratégies de commande, et le concept de sécurité, tel qu'il est défini par le constructeur, doivent être expliqués.

Le dossier doit être concis mais apporter la preuve que la conception et l'élaboration ont bénéficié de connaissances spécialisées dans tous les domaines concernés.

Pour le contrôle technique périodique, la documentation doit indiquer comment vérifier l'état de fonctionnement actuel du «système».

Le service technique doit évaluer le dossier d'information, conformément aux prescriptions énoncées au paragraphe 3.4, afin de vérifier que:

a) Le «système» est conçu pour fonctionner de manière à n'entraîner aucun risque critique pour la sécurité en cas de défaillance;

b) Les stratégies adoptées ne peuvent compromettre, en l'absence de défaillance, la sécurité de fonctionnement des systèmes soumis aux prescriptions du présent Règlement;

c) Toutes les prescriptions fonctionnelles pertinentes énoncées dans le présent Règlement sont satisfaites, en l'absence de défaillance comme en cas de défaillance; et

d) Le «système» a été mis au point conformément au processus ou à la méthode qu'a choisi(e) le constructeur conformément au paragraphe 3.4.4.

3.1.1 La documentation doit être fournie en deux parties:

a) Le dossier officiel d'homologation, contenant les informations dont il est question au paragraphe 3 (à l'exception de celles qui sont mentionnées au paragraphe 3.4.4 ci-dessous), qui doit être remis au service technique au moment du dépôt de la demande d'homologation de type. Ce dossier d'information doit être utilisé par le service technique comme référence de base pour le processus de vérification décrit au paragraphe 4 de la présente annexe. Le service technique doit s'assurer que ce dossier reste disponible pendant un délai fixé en accord avec l'autorité d'homologation. Ce délai doit être d'au moins 10 ans à compter de la date de l'arrêt définitif de la production du véhicule;

b) D'autres informations et données d'analyse confidentielles (relevant de la propriété intellectuelle) dont il est question au paragraphe 3.4.4, que le constructeur gardera dans ses archives, mais auxquelles il devra donner accès sur demande (par exemple, sur place dans les installations techniques du constructeur) au moment de l'homologation de type. Le constructeur doit veiller à ce que ces informations et données d'analyse restent disponibles pendant une période de 10 ans à compter de la date de l'arrêt définitif de la production du véhicule.

3.2 Description des fonctions du «système», y compris des stratégies de commande

Il doit être fourni une description expliquant de manière simple l'ensemble des fonctions du «système», y compris les stratégies de commande, et les méthodes employées pour atteindre les objectifs visés, accompagnée d'une indication du ou des mécanismes au moyen desquels les fonctions de commande sont exercées.

Toute fonction qui peut être neutralisée doit être signalée comme telle et une description des incidences sur la logique de fonctionnement de la fonction doit être fournie.

3.2.1 Il doit être fourni une liste de toutes les variables d'entrée et de toutes les variables détectées, dans laquelle leur plage de fonctionnement doit être définie, ainsi qu'une description de la manière dont chaque variable influe sur le comportement du système.

3.2.2 Il doit être fourni une liste de toutes les variables de sortie pour lesquelles le «système» assure la fonction de commande et, dans chaque cas, il y a lieu d'expliquer si la commande est directe ou si elle est transmise par un autre système du véhicule. La plage de commande (par. 2.8) pour chaque variable doit être définie.

3.2.3 Les facteurs déterminant les limites de fonctionnement (par. 2.9) doivent être indiqués, si cela est approprié au regard des caractéristiques fonctionnelles du «système».

3.3 Plan et schémas du «système»

3.3.1 Liste des éléments

Il doit être fourni une liste de l'ensemble des modules du «système» mentionnant quels autres systèmes du véhicule sont nécessaires pour exécuter la fonction de commande.

Un schéma représentant ces modules dans leur ensemble doit être communiqué, accompagné de précisions sur la répartition des éléments et les interconnexions.

3.3.2 Fonctions des modules

La fonction de chaque module du «système» doit être décrite et les signaux qui le relient à d'autres modules ou à d'autres systèmes du véhicule doivent être indiqués. Cette information peut être fournie à l'aide d'un schéma fonctionnel annoté ou d'un autre type de schéma, ou encore au moyen d'une description accompagnée d'un tel schéma.

3.3.3 Interconnexions

Les interconnexions à l'intérieur du «système» doivent être indiquées au moyen d'un schéma de circuit pour les liaisons de transmission électriques, d'un diagramme de câblage pour les liaisons optiques, d'un schéma de distribution pour la timonerie pneumatique ou hydraulique et d'un schéma simplifié pour les liaisons mécaniques. Les liaisons de transmission avec d'autres systèmes doivent également être indiquées.

3.3.4 Transmission des signaux et priorités

Une correspondance claire doit être établie entre les liaisons de transmission et les signaux acheminés entre les modules.

Sur les voies de données multiplexées, les signaux prioritaires doivent être mentionnés chaque fois que l'ordre de priorité peut avoir une incidence sur le fonctionnement ou la sécurité aux fins de l'application du présent Règlement.

3.3.5 Identification des modules

Il doit être possible d'identifier de manière claire et sans ambiguïté chaque module (au moyen, par exemple, d'une marque pour le matériel et d'une marque ou d'un code informatique pour les logiciels), de façon à faire correspondre le matériel et la documentation.

Lorsque des fonctions sont combinées à l'intérieur d'un même module, voire d'un même ordinateur, mais indiquées sous la forme d'un ensemble de blocs sur le schéma fonctionnel, par souci de clarté et pour faciliter l'explication, il convient d'utiliser une seule marque d'identification du matériel.

En utilisant cette marque d'identification, le constructeur certifie que l'équipement fourni est conforme au document correspondant.

3.3.5.1 Le code d'identification indique la version du matériel et du logiciel. Lorsque cette dernière est modifiée au point que la fonction du module aux fins de l'application du présent Règlement s'en trouve elle aussi modifiée, il y a lieu de le changer.

3.4 Concept de sécurité du constructeur

3.4.1 Le constructeur doit présenter une déclaration selon laquelle la stratégie adoptée pour atteindre les objectifs du «système» ne compromettra pas, en l'absence de défaillance, la sécurité de fonctionnement des systèmes soumis aux prescriptions du présent Règlement.

En complément de cette déclaration, le constructeur doit expliquer en termes généraux comment la stratégie adoptée garantit que les objectifs du «système» ne compromettront pas la sécurité de fonctionnement desdits systèmes, et décrire la partie du plan de validation servant à étayer cette déclaration.

Le service technique doit procéder à une évaluation pour vérifier que les explications relatives à la stratégie adoptée fournies par le constructeur du véhicule sont compréhensibles et logiques et que le plan de validation est adapté et a été appliqué intégralement.

Le service technique peut réaliser ou faire réaliser les essais visés au paragraphe 4 ci-dessous pour vérifier que le «système» fonctionne conformément à la stratégie adoptée.

3.4.2 S'agissant du logiciel utilisé dans le «système», il y a lieu d'en expliquer l'architecture de base et d'indiquer les méthodes appliquées et les outils utilisés pour la conception. Le constructeur doit démontrer, preuves à l'appui, la démarche suivie pour réaliser la logique du système, durant la conception et la mise au point.

3.4.3 Le constructeur doit fournir aux autorités techniques une explication concernant les mesures intégrées à la conception du «système» pour assurer la sécurité de fonctionnement en cas de défaillance. Ces mesures peuvent être, par exemple, les suivantes:

a) Fonctionnement en mode partiel;

b) Activation d'un système de secours distinct;

c) Interruption de la fonction de niveau supérieur.

En cas de défaillance, le conducteur doit être averti à l'aide d'un signal d'avertissement ou par affichage d'un message, par exemple. Tant que le conducteur ne désactive pas le système, par exemple en mettant la clef de contact sur la position «arrêt» ou en coupant la fonction en question si un interrupteur est prévu à cet effet, l'avertissement doit rester affiché aussi longtemps que la défaillance persiste.

3.4.3.1 Si l'option choisie est un fonctionnement en mode partiel dans certaines situations de défaillance, celles-ci doivent alors être indiquées et les limites d'efficacité correspondantes doivent être définies.

3.4.3.2 Si l'option choisie est l'activation d'un dispositif auxiliaire (de secours) pour atteindre l'objectif visé par le système de commande du véhicule, les principes du mécanisme de transfert, la logique et le niveau de redondance et toute fonction intégrée de contrôle de la fonction de secours doivent être expliqués, et les limites d'efficacité de cette fonction doivent être définies.

3.4.3.3 Si l'option choisie est l'interruption de la fonction de niveau supérieur, tous les signaux de commande en sortie associés à cette fonction doivent être neutralisés, la neutralisation s'effectuant de manière à limiter les perturbations transitoires.

3.4.4 La documentation doit être accompagnée d'une analyse qui montre, en termes généraux, comment le système se comportera s'il se produit l'une des défaillances pour lesquelles la procédure ci-dessous a montré qu'elles auraient une incidence sur la maîtrise, le fonctionnement ou la sécurité du véhicule.

L'approche ou les approches analytiques retenues par le constructeur doivent être définies et actualisées par ce dernier et être communiquées sur demande au service technique au moment de l'homologation de type.

Le service technique doit évaluer la mise en œuvre de l'approche ou des approches analytiques. Cette évaluation doit porter sur les éléments suivants:

a) Vérification de l'approche en matière de sécurité au niveau du concept (véhicule) et confirmation que les interactions avec les autres systèmes du véhicule sont prises en compte. Pour ce faire, on peut s'appuyer sur une étude des risques adaptée aux considérations de sécurité du système;

b) Vérification de l'approche en matière de sécurité au niveau du système. Pour ce faire, on peut s'appuyer sur une analyse des modes de défaillance et de leurs effets, sur une analyse par arbre de défaillance ou sur toute procédure similaire adaptée aux considérations de sécurité du système;

c) Vérification des plans et des résultats de validation. Pour ce faire, on peut procéder par exemple à des essais de type «matériel incorporé» (Hardware in the Loop (HIL)) ou à des essais opérationnels sur route, ou avoir recours à toute autre méthode adaptée à la validation.

L'évaluation doit comprendre des vérifications de risques et de défaillances sélectionnés par le service technique pour s'assurer que les explications relatives au concept de sécurité fournies par le constructeur sont compréhensibles et logiques et que le plan de validation est adapté et a été appliqué intégralement.

Le service technique peut réaliser ou faire réaliser les essais visés au paragraphe 4 ci-dessous pour vérifier le concept de sécurité.

3.4.4.1 Le dossier d'information doit détailler les paramètres contrôlés et indiquer, pour chaque type de défaillance énoncé au paragraphe 3.4.4 ci-dessus, le signal d'avertissement qui doit être émis à l'intention du conducteur ou du personnel chargé de l'entretien ou du contrôle technique.

3.4.4.2 Si des prescriptions particulières sont énoncées dans le présent Règlement en ce qui concerne le fonctionnement du «système» en présence de différents facteurs extérieurs, les mesures prises pour garantir la conformité à ces prescriptions doivent être décrites dans le dossier d'information.

4. Vérification et essais

4.1 Le fonctionnement du «système», tel qu'il est décrit dans les documents requis au titre du paragraphe 3 ci-dessus, doit faire l'objet d'essais, comme indiqué ci-après.

4.1.1 Vérification du fonctionnement du «système»

Le service technique doit vérifier le «système» en l'absence de défaillance en procédant à des essais de certaines fonctions choisies parmi celles qu'a déclarées le constructeur conformément aux dispositions du paragraphe 3.2.

L'efficacité des fonctions choisies est vérifiée au moyen des procédures d'essai du constructeur, à moins qu'une procédure d'essai ne soit prévue dans le présent Règlement.

Dans les cas où le système de freinage dépend de signaux d'entrée émis par des systèmes ne relevant pas du champ d'application du présent Règlement, les essais doivent être réalisés suivant la procédure d'essai du Règlement ONU applicable ou à l'aide de tout autre moyen permettant de produire les signaux d'entrée requis (par exemple, par simulation).

Pour les systèmes électroniques complexes, ces essais doivent prendre en compte différents cas de neutralisation d'une fonction déclarée.

4.1.1.1 Les résultats de la vérification doivent correspondre à la description, y compris des stratégies de commande, fournie par le constructeur au titre du paragraphe 3.2.

4.1.2 Vérification du concept de sécurité visé au paragraphe 3.4 ci-dessus

Il doit être procédé à une vérification de la réponse du «système» en cas de défaillance de tel ou tel module. Pour ce faire, on applique les signaux de sortie correspondants aux modules électriques ou aux éléments mécaniques situés en aval afin de simuler les effets de défaillances internes dudit module.

Le service technique doit effectuer cette vérification pour au moins un module, mais ne doit pas vérifier la réponse du «système» à la défaillance simultanée de plusieurs modules distincts.

Le service technique doit s'assurer que ces essais portent sur des éléments qui pourraient avoir une incidence sur le contrôle du véhicule et sur les informations communiquées à l'utilisateur (éléments relatifs à l'interface humain-machine).

4.1.2.1 Les résultats de la vérification doivent correspondre au récapitulatif circonstancié de l'analyse des défaillances, à un niveau d'incidence permettant de confirmer que la sécurité est suffisante, du point de vue du concept comme de l'exécution.

4.2 Des outils de simulation et des modèles mathématiques peuvent être utilisés pour vérifier le concept de sécurité conformément à l'annexe 8 de la Révision 3 de l'Accord de 1958, en particulier pour les scénarios difficiles à réaliser sur une piste d'essai ou dans des conditions de conduite réelles. Le constructeur doit démontrer la portée de l'outil de simulation, sa validité pour le scénario concerné ainsi que la validation effectuée pour la chaîne d'outils de simulation (corrélation des résultats avec les essais physiques).

5. Rapports établis par le service technique

Le service technique doit établir les rapports d'évaluation de manière à permettre la traçabilité, par exemple en attribuant des codes aux versions des documents inspectés et en les inscrivant dans ses registres.

On trouvera dans l'appendice 1 de la présente annexe un modèle de présentation possible du rapport d'évaluation établi par un service technique à l'intention de l'autorité d'homologation de type.

ANNEXE 8 — Appendice

Modèle de rapport d'évaluation des systèmes de commande électronique et des systèmes complexes de commande électronique

Procès-verbal d'essai n°: .....

1. Identification

1.1 Marque du véhicule: .....

1.2 Type: .....

1.3 Moyens d'identification du type, s'il est indiqué sur le véhicule: .....

1.4 Emplacement de cette inscription: .....

1.5 Nom et adresse du constructeur: .....

1.6 Le cas échéant, nom et adresse du représentant du constructeur: .....

1.7 Dossier d'information officiel du constructeur:

Numéro de référence du dossier: .....

Date de la première version: .....

Date de la dernière mise à jour: .....

2. Description du ou des véhicules et systèmes soumis à l'essai

2.1 Description générale: .....

2.2 Description des fonctions du «système», y compris les stratégies de commande (annexe 8, par. 3.2): .....

2.2.1 Liste des variables d'entrée et des variables détectées avec leur plage de fonctionnement, accompagnée d'une description de la manière dont chaque variable influe sur le comportement du système (annexe 8, par. 3.2.1): .....

2.2.2 Liste des variables de sortie avec leur plage de commande (annexe 8, par. 3.2.2): .....

2.2.2.1 Commande directe: .....

2.2.2.2 Commande transmise par d'autres systèmes du véhicule: .....

2.2.3 Limites de fonctionnement (annexe 8, par. 3.2.3): .....

2.3 Plan et schémas du système

(annexe 8, par. 3.3): .....

2.3.1 Liste des éléments (annexe 8, par. 3.3.1): .....

2.3.2 Fonctions des modules (annexe 8, par. 3.3.2): .....

2.3.3 Interconnexions (annexe 8, par. 3.3.3): .....

2.3.4 Transmission des signaux et priorités (annexe 8, par. 3.3.4): .....

2.3.5 Identification des modules (matériel et logiciels) (annexe 8, par. 3.3.5): .....

3. Concept de sécurité du constructeur

3.1 Déclaration du constructeur (annexe 8, par. 3.4.1):

Le(s) constructeur(s) .....certifie(nt) que la stratégie adoptée pour atteindre les objectifs du «système» ne compromet pas, en l'absence de défaillance, la sécurité de fonctionnement du véhicule.

3.2 Logiciel (architecture de base, méthodes appliquées et outils utilisés pour la conception) (annexe 8, par. 3.4.2): .....

3.3 Explication concernant les mesures intégrées à la conception du «système» pour assurer le fonctionnement en cas de défaillance (annexe 8, par. 3.4.3): .....

3.4 Analyses étayées du comportement du «système» face à chaque défaillance (annexe 8, par. 3.4.4.1): .....

3.4.1 Paramètres contrôlés: .....

3.4.2 Signaux d'avertissement émis: .....

3.5 Description des mesures prises pour tenir compte des facteurs extérieurs (annexe 8, par. 3.4.4.2): .....

3.6 Dispositions relatives au contrôle technique périodique du «système» (annexe 8, par. 3.1)

Description de la méthode permettant de contrôler l'état de fonctionnement du système: .....

4. Vérification et essais

4.1 Vérification du fonctionnement du «système» (annexe 8, par. 4.1.1): .....

4.1.1 Liste des fonctions choisies et description des procédures d'essai utilisées: .....

4.1.2 Résultats d'essai vérifiés conformément au paragraphe 4.1.1.1 de l'annexe 8: oui/non

4.2 Vérification du concept de sécurité du «système» (annexe 8, par. 4.1.2): .....

4.2.1 Modules soumis à l'essai et leur fonction: .....

4.2.2 Défaillance(s) simulée(s): .....

4.2.3 Résultats d'essai vérifiés conformément au paragraphe 4.1.2 de l'annexe 8: oui/non

4.3 Date de l'essai: .....

4.4 Cet essai a été effectué et ses résultats ont été consignés conformément à l'annexe 8 du Règlement ONU n° 13 tel que modifié pour la dernière fois par la série … d'amendements.

Service technique ayant procédé à l'essai:

Signature: .....Date: .....

4.5 Remarques: