



Commission économique pour l'Europe**Comité des transports intérieurs****Forum mondial de l'harmonisation des Règlements
concernant les véhicules****Groupe de travail des véhicules automatisés/autonomes
et connectés****Dix-neuvième session**

Genève, 25 juin 2024

Point 8 b) de l'ordre du jour provisoire

Règlements ONU n^{os} 13, 13-H, 139 et 140 et RTM ONU n^o 8 :**Systemes de freinage électromécaniques****Proposition de nouvelle série d'amendements
au Règlement ONU n^o 13 (Freinage
des véhicules lourds)****Communication du groupe d'intérêt spécial des systèmes
de freinage électriques***

Le texte ci-après, établi par le groupe d'intérêt spécial des systèmes de freinage électriques, est fondé sur le document informel GRVA-15-17. Il remplace le document ECE/TRANS/WP.29/GRVA/2024/13.

Il vise à tenir compte du progrès technique et de l'émergence d'un nouveau type de système de freinage utilisant l'énergie électrique stockée à la fois pour la transmission de commande et pour la transmission d'énergie. Les modifications qu'il est proposé d'apporter au texte actuel du Règlement ONU n^o 13 figurent en caractères gras pour les ajouts et gras biffés pour les suppressions.

La présente proposition devrait être examinée en même temps que celle figurant dans le document ECE/TRANS/WP.29/GRVA/2023/10, les deux formant un tout à adopter en tant que série d'amendements au Règlement ONU n^o 13.

* Conformément au programme de travail du Comité des transports intérieurs pour 2024 tel qu'il figure dans le projet de budget-programme pour 2024 (A/78/6 (Sect. 20), tableau 20.5), le Forum mondial a pour mission d'élaborer, d'harmoniser et de mettre à jour les Règlements ONU en vue d'améliorer les caractéristiques fonctionnelles des véhicules. Le présent document est soumis en vertu de ce mandat.



I. Proposition

Table des matières, titre de l'annexe 8, lire :

- « 8. Prescriptions relatives au cas particulier des **systèmes de freinage à air comprimé équipés de** freins à ressort ».

Paragraphe 2.21.4, lire :

- « 2.21.4 Par “niveau de charge électrique”, le rapport instantané entre la quantité d'énergie électrique stockée dans ~~la batterie de traction~~ **le dispositif de stockage d'énergie électrique (par exemple, batterie, condensateur)** et la quantité maximale d'énergie électrique pouvant être stockée dans ~~cette batterie ce dispositif~~ ; ».

Paragraphe 2.31, lire :

- « 2.31 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 ; ».

Ajouter les nouveaux paragraphes 2.44 à 2.55, libellés comme suit :

- « 2.44 Par “valeur du signal de demande d'actionnement du frein à la roue”, la valeur de la demande d'actionnement électrique de la force de freinage d'un frein sur une seule roue ;
- 2.45 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 ;
- 2.46 Par “ P_w ” (W), l'alerte de faible puissance d'alimentation électrique telle que requise par le paragraphe 5.2.1.35.9 dans le cas d'un système de freinage à transmission électrique ;
- 2.47 Par “source d'énergie”, un dispositif qui produit et fournit l'énergie nécessaire au système de freinage ;
- 2.48 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 ;
- 2.49 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 ;
- 2.50 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 ;
- 2.51 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 ;

- 2.52 Par “*système de freinage électronique*”, un système de freinage de service dans lequel la commande est produite comme un signal électrique dans la transmission de commande, où un signal électrique de sortie commande des dispositifs qui produisent les forces d’actionnement à partir d’énergie pneumatique stockée ou générée ;
- 2.53 Par “*système de freinage à transmission électrique*”, le système de freinage d’un véhicule à moteur 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 ;
- 2.54 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 ;
- 2.55 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. ».

Paragraphe 5.1.4.5.1, lire :

- « 5.1.4.5.1 Les données caractéristiques relatives au système de freinage à air comprimé ou 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.). ».

Ajouter le nouveau paragraphe 5.1.4.5.3, libellé comme suit :

- « **5.1.4.5.3** 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 5.2.1.35.6, 5.2.1.35.7 et 5.2.1.35.9 fonctionnent. ».

Les paragraphes 5.1.4.6.2 et 5.1.4.6.3 deviennent les paragraphes 5.1.4.6.1.1 et 5.1.4.6.1.2.

Ajouter le nouveau paragraphe 5.1.4.6.2, libellé comme suit :

- « **5.1.4.6.2** 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.
- 5.1.4.6.2.1** Il doit être possible, sur le véhicule, d’évaluer la relation entre la ou les valeurs du signal de demande d’actionnement du frein (par exemple, en pourcentage, tension, force exercée sur la pédale ou course) et la force de freinage mesurée sur un banc à rouleaux. Le constructeur du véhicule doit décrire la méthode permettant de mener cette évaluation et rendre ces informations librement accessibles (dans un manuel, sous forme électronique, etc.).
- 5.1.4.6.2.2** 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 5.1.4.5.1 ci-dessus.
- 5.1.4.6.2.3** 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 4 du présent Règlement pour la catégorie de véhicules visée (soit 50 % dans le cas des véhicules des catégories M₂, M₃, N₂ et N₃), 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*.

[...] * 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. ».

Paragraphe 5.2.1.2.7.2, lire :

« 5.2.1.2.7.2 Si la force et la transmission du frein de service dépendent ... ci-après ; **dans le cas des systèmes de freinage à air comprimé**, dans chaque circuit de freinage de service, l'un au moins des réservoirs d'air doit comporter un dispositif de purge et d'évacuation situé à un emplacement approprié et facilement accessible ; ».

Paragraphe 5.2.1.5, lire :

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

Ajouter le nouveau paragraphe 5.2.1.5.4, libellé comme suit :

« 5.2.1.5.4 Toutefois, pour un système de freinage à transmission électrique, on pourra considérer qu'il est satisfait aux dispositions des paragraphes 5.2.1.5.1 et 5.2.1.5.2 s'il est satisfait à celles du paragraphe 5.2.1.5.4.1.

5.2.1.5.4.1 Après toute défaillance unique de la transmission, il doit encore être possible, après huit manœuvres de la commande du système de freinage de service, d'obtenir au neuvième actionnement au moins l'efficacité prescrite pour le système de freinage de secours ou, si le fonctionnement du freinage de secours nécessite le recours à une réserve d'énergie et est obtenu par une commande distincte, il doit encore être possible, après huit manœuvres à fond, d'obtenir au neuvième actionnement l'efficacité résiduelle prescrite au paragraphe 5.2.1.4 du présent Règlement. Chaque manœuvre à fond doit être conforme aux dispositions du paragraphe 1.2.3.3 de la section D de l'annexe 7. ».

Ajouter le nouveau paragraphe 5.2.1.7.3, libellé comme suit :

« 5.2.1.7.3 Les actions de compensation fournies, à tout moment, pour garantir que le taux de freinage* 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. ».

[...] * 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. ».

Paragraphe 5.2.1.8.1.1, lire :

« 5.2.1.8.1.1 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/s² ;
- b) Correspondant à 25 % à 2 m/s² pour toute décélération inférieure à cette valeur ; ».

Paragraphe 5.2.1.13.1, lire :

« 5.2.1.13.1 Tout véhicule équipé d'un frein de service alimenté à partir d'~~un réservoir~~ **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** ~~du~~ **(par exemple, un manomètre éventuel)**. Ce dispositif émet un signal visuel ou 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 tombé(e) à une valeur telle est devenu tel** que, sans réalimentation ~~du réservoir 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* 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 5.2.1.29.1.1 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 ~~le la~~ **ou les réservoirs réserves** d'énergie après **le un nouveau démarrage du moteur, le cas échéant. Le voyant rouge défini au paragraphe 5.2.1.29.1.1 doit être utilisé comme témoin d'avertissement.** ».

[...] * On entend par "manœuvre à fond" la manœuvre de la commande conformément au paragraphe 1.2.3.3 de la section D de l'annexe 7, pendant une durée de 8,0 secondes ou pendant un temps T tel que décrit dans ledit paragraphe. ».

Le paragraphe 5.2.1.13.1.2 devient le paragraphe 5.2.1.13.1.3.

Ajouter le nouveau paragraphe 5.2.1.13.1.2, libellé comme suit :

« 5.2.1.13.1.2 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 5.2.1.13.1 ou à la suite du 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. ».

Ajouter le nouveau paragraphe 5.2.1.13.2, libellé comme suit :

« 5.2.1.13.2 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 D de l'annexe 7).

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 5.2.1.35.6 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. ».

Paragraphe 5.2.1.16, lire :

« 5.2.1.16 L'équipement auxiliaire pneumatique, ~~ou~~ 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*) alimentant les systèmes de freinage à un niveau inférieur à celui indiqué au paragraphe 5.2.1.13 ci-dessus.

[...] * Il est entendu qu'un système de freinage électronique tel que visé au paragraphe 5.2.1.27 n'est pas muni d'un dispositif de stockage d'énergie électrique au sens du présent Règlement. ».

Paragraphe 5.2.1.18, lire :

« 5.2.1.18 Dans le cas d'un véhicule autorisé à tracter une remorque appartenant à la aux catégories O₃ ou O₄ équipée d'un système de freinage à air comprimé, ce système doit ~~les systèmes de freinage doivent~~ satisfaire aux conditions suivantes : ».

Paragraphe 5.2.1.26.3, lire :

« 5.2.1.26.3 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 5.2.1.27.7 sont applicables, ou celles du paragraphe 5.2.1.35.12 dans le cas des systèmes de freinage à transmission électrique. ».

Paragraphe 5.2.1.27, lire :

« 5.2.1.27 Prescriptions supplémentaires spéciales applicables aux systèmes de freinage ~~de service à transmission de commande électrique électroniques~~ ».

Ajouter le nouveau paragraphe 5.2.1.29.1.3, libellé comme suit :

« **5.2.1.29.1.3** 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. ».

Ajouter le nouveau paragraphe 5.2.1.29.4.4, libellé comme suit :

« **5.2.1.29.4.4** 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 5.2.1.35.6 et 5.2.1.35.7 s'allume soit respectée malgré l'effet des conditions environnementales (par exemple, température) et du vieillissement. Le fabricant doit démontrer, à la satisfaction du service technique, comment s'en assurer. ».

Ajouter le nouveau paragraphe 5.2.1.35, libellé comme suit :

« **5.2.1.35** Prescriptions supplémentaires spéciales applicables aux systèmes de freinage à transmission électrique

5.2.1.35.1 Lorsque l'état du ou des dispositifs de stockage d'énergie électrique est insuffisant pour assurer l'efficacité résiduelle définie au paragraphe 2.4 de l'annexe 4 du présent Règlement par l'actionnement de la commande du frein de service, tout relâchement du système de freinage de stationnement doit être évité.

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

Pour les véhicules des catégories M₂, M₃, N₂ et N₃, être capable de produire une force de freinage statique totale au moins égale à celle requise lors de l'essai du type 0, même lorsque le contacteur de mise en marche a été mis sur la position "arrêt" et/ou que la clef de contact a été retirée. Les véhicules à moteur équipés d'une interface conformément au paragraphe 5.1.3 et autorisés à tracter des remorques des catégories O₃ ou O₄ doivent fournir un signal de commande complet pour le système de freinage de service de la remorque. Il est entendu qu'une quantité d'énergie suffisante doit être disponible dans le système de transmission d'énergie du frein de service.

Pour les véhicules de la catégorie N₁,

- 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 4 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 4 du présent Règlement ; et

- 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 4 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.

- 5.2.1.35.3 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 D de l'annexe 7.

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.

[...] * On entend par "manœuvre à fond" la manœuvre de la commande conformément au paragraphe 1.2.3.3 de la section D de l'annexe 7, pendant une durée de 8,0 secondes ou pendant un temps T tel que décrit dans ledit paragraphe.

- 5.2.1.35.4 Si les dispositifs de stockage d'énergie électrique fournissent de l'énergie électrique pour la transmission de commande et la transmission d'énergie, les prescriptions du paragraphe 1.2.1 de la section D de l'annexe 7 s'appliquent.

- 5.2.1.35.5 En remplacement des prescriptions du paragraphe 1.2 de la section D de l'annexe 7, 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 l'alimentation électrique. Il est entendu que l'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. La quantité d'énergie à partir de laquelle cette alimentation de substitution est nécessaire doit être déclarée au service technique par le constructeur du véhicule 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 5.2.1.29.1.1.

- 5.2.1.35.6** 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 D de l'annexe 7. Le voyant jaune décrit au paragraphe 5.2.1.29.1.2 peut être utilisé.
- 5.2.1.35.7** 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 D de l'annexe 7. Le voyant jaune décrit au paragraphe 5.2.1.29.1.2 peut être utilisé.
- 5.2.1.35.8** Les dispositifs de stockage d'énergie électrique de la transmission doivent être dotés d'un système de gestion de l'énergie.
- 5.2.1.35.8.1** 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 5.2.1.29.1.1 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 fabricant 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 18.

- 5.2.1.35.8.2** 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 fabricant et en effectuant des essais sur le système de gestion de l'énergie dans différentes conditions (par exemple, changements de température).

- 5.2.1.35.8.3** Aux fins de l'examen décrit au paragraphe 5.2.1.35.8.2, le fabricant doit fournir les informations suivantes dans la documentation prescrite au paragraphe 3 de l'annexe 18 :

- 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 5.2.1.29.1.1 et 5.2.1.29.1.2 ;
 - 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 18, 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 5.2.1.35.6 et 5.2.1.35.7.

5.2.1.35.8.4 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 de l'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 5.2.1.29.1.1 peut être utilisé comme témoin d'avertissement. Si sa stratégie en cas de défaillance a une influence sur les caractéristiques fonctionnelles du freinage, le fabricant doit fournir des explications dans la documentation prescrite au paragraphe 5.2.1.35.8.3.

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 de l'énergie, le voyant jaune défini au paragraphe 5.2.1.29.1.2 suffit.

- 5.2.1.35.9** 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 5.2.1.29.1.2 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 18 du présent Règlement.

- 5.2.1.35.10** 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 5.2.1.13.1 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 5.2.1.13.1 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.

- 5.2.1.35.11** Le voyant rouge défini au paragraphe 5.2.1.29.1.1 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 ou le freinage résiduel.

- 5.2.1.35.12** 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 fabricant 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 D de l'annexe 7 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.

Dans le cas des véhicules à moteur équipés d'une interface conformément au paragraphe 5.1.3 et autorisés à tracter une remorque de la catégorie O₃ ou O₄, la consommation d'énergie de la remorque doit être prise en compte à raison de 400 W si cette consommation est fournie par le ou les dispositifs de stockage d'énergie électrique.

- 5.2.1.35.13 Toute défaillance de la transmission électrique* 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 5.2.1.29.1.1 et 5.2.1.29.1.2, 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 résiduel doit être obtenue par actionnement de la commande du frein de service conformément au paragraphe 2.4 de l'annexe 4 du présent Règlement. Ces prescriptions ne doivent pas être interprétées comme une dérogation aux prescriptions relatives au freinage secondaire.

[...] * 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.

- 5.2.1.35.14 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.
- 5.2.1.35.15 Dans le cas d'un véhicule à moteur raccordé électriquement à une remorque par une ligne de commande électrique, le conducteur doit être averti clairement chaque fois que la remorque émet des informations de défaillance indiquant que le niveau d'énergie accumulé dans le système de freinage de service de la remorque tombe en dessous du niveau d'alerte, conformément au paragraphe 5.2.2.16 ci-dessous. Le même signal doit aussi être donné lorsqu'une défaillance durable (>40 ms) de la transmission de commande électrique de la remorque, à l'exception de sa réserve d'énergie, empêche le système de freinage de service de la remorque d'atteindre l'efficacité prescrite au paragraphe 5.2.2.15.2.1 ci-dessous. Le voyant rouge défini au paragraphe 5.2.1.29.2.1 doit être utilisé à cet effet.
- 5.2.1.35.16 En cas de défaillance de la transmission de commande électrique du système de freinage de service d'un véhicule tracteur équipé d'une ligne de commande électrique conforme au paragraphe 5.1.3.1.2 ou 5.1.3.1.3, l'actionnement à fond des freins de la remorque doit encore être possible.
- 5.2.1.35.17 Si l'équipement auxiliaire est alimenté en énergie par la transmission électrique, les prescriptions suivantes doivent être respectées :
- 5.2.1.35.17.1 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 5.2.1.13.1.

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.

5.2.1.35.17.2 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.

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

5.2.1.35.18.1 Dans les 60 secondes suivant l'activation du signal sonore prescrit au paragraphe 5.2.1.13.1.2, 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. En outre, pour les véhicules des catégories N₂, N₃, M₂ et M₃, il doit être possible de desserrer le frein de stationnement si nécessaire avec des outils ou au moyen d'un dispositif auxiliaire transporté ou monté sur le véhicule. ».

Annexe 2

Les paragraphes 17 à 26 deviennent les paragraphes 18 à 27.

Ajouter le nouveau paragraphe 17, libellé comme suit :

- « **17. Renseignements supplémentaires concernant les véhicules à moteur équipés d'un système de freinage à transmission électrique**
- 17.1** Le véhicule est/n'est pas² équipé d'un système de freinage à transmission électrique.
- 17.2** Dans le cas où un véhicule tracteur est équipé d'un système de freinage à transmission électrique, le véhicule est/n'est pas² autorisé à tracter une remorque équipée d'un système de freinage à air comprimé. ».

Annexe 4

Paragraphe 1.2.11, lire :

- « 1.2.11 **État de la réserve d'énergie au cours des essais de l'annexe 4 :**
- 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 5.2.1.27.6 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 5.2.1.13.1. ».**

Paragraphe 1.5.1.7.2, lire :

- « 1.5.1.7.2 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 ; ».

Paragraphe 1.5.3, lire :

- « 1.5.3 Efficacité à chaud
- 1.5.3.1 À la fin de l'essai du type I (essai décrit au paragraphe 1.5.1 ou essai décrit au paragraphe 1.5.2 de la présente annexe), 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. ».

Ajouter le nouveau paragraphe 4.1.4, libellé comme suit :

- « 4.1.4 **Dans le cas d'un véhicule équipé d'un système de freinage à transmission électrique, les prescriptions du paragraphe 4.1.1 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 7

Ajouter une nouvelle section, libellée comme suit :

- « **D. Système de freinage à transmission électrique**
- 1. Efficacité des dispositifs de stockage d'énergie électrique**
- 1.1 Prescriptions générales**
- 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. D).
- 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 5.2.1.35.5 du présent Règlement.
- 1.1.3 Les dispositifs de stockage d'énergie électrique des différents circuits de freinage doivent être facilement reconnaissables.
- 1.2 Véhicules à moteur**
- 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 Les essais doivent être effectués conformément aux prescriptions suivantes :
- 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 5.2.1.35.7 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 5.2.1.35.6 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.

1.2.2.2 Pour les véhicules autorisés à tracter une remorque de la catégorie O₃ ou O₄, les essais doivent être effectués conformément aux prescriptions suivantes :

- Le niveau initial d'énergie dans le ou les dispositifs de stockage d'énergie doit être égal à la valeur déclarée par le constructeur. Cette valeur doit permettre d'obtenir au moins, aux têtes d'accouplement de la conduite d'alimentation et de la conduite de commande pneumatique, les pressions minimales prescrites aux paragraphes 3.1.3.1 et 3.1.3.4 de l'annexe 10 ;
- Le ou les dispositifs de stockage de l'énergie ne doivent pas être alimentés. En outre, le ou les dispositifs de stockage d'énergie des équipements auxiliaires doivent être isolés.

Le niveau initial d'énergie doit être indiqué sur le document d'homologation.

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. 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/s².

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 Sur les véhicules à moteur autorisés à tracter une remorque et équipés d'une conduite de commande pneumatique, la conduite d'alimentation doit être obturée et un réservoir d'air comprimé de 0,5 l doit être raccordé directement à la tête d'accouplement de la conduite de commande pneumatique. Avant chacune des manœuvres de freinage, la pression dans ce réservoir d'air comprimé doit être ramenée à zéro. Après huit manœuvres à fond*, lors de la manœuvre supplémentaire (la neuvième) de la commande du système de freinage de service, le niveau d'énergie alimentant la conduite de commande pneumatique ne doit pas tomber au-dessous de la moitié de la valeur obtenue lors de la première manœuvre.

[...] * On entend par "manœuvre à fond" la manœuvre de la commande conformément au paragraphe 1.2.3.3 de la section D de l'annexe 7, pendant une durée de 8,0 secondes ou pendant un temps T tel que décrit dans ledit paragraphe.

1.2.3.5 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.

1.2.3.6 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 4, en utilisant uniquement l'énergie électrique transmise par les dispositifs de stockage d'énergie électrique après 8 manœuvres à fond* 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 2.2.5 de l'annexe 4 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 4. 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.

[...] * On entend par "manœuvre à fond" la manœuvre de la commande conformément au paragraphe 1.2.3.3 de la section D de l'annexe 7, pendant une durée de 8,0 secondes ou pendant un temps T tel que décrit dans ledit paragraphe.

1.2.3.7 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 Prescriptions générales**
- 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).
- Les essais doivent être effectués conformément aux prescriptions suivantes :
- 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 1.5.3.1 (efficacité à chaud) de l'annexe 4. 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 4.
- a) Pour les véhicules des catégories M₃, N₂ et N₃, l'énergie fournie à la transmission électrique pendant l'essai statique doit être égale à la valeur de l'énergie fournie à la transmission électrique par l'alimentation électrique au cours de 20 manœuvres de l'essai dynamique du type I suivies d'une manœuvre de l'essai d'efficacité à chaud prescrits à l'annexe 4 ;
- b) Pour les véhicules des catégories M₂ et N₁, les seizième et vingtième manœuvres de freinage doivent avoir la même durée et une demande d'énergie égale à celle de 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 4.
- 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 5.2.1.35.12 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** Pour les véhicules autorisés à tracter une remorque de la catégorie O₃ ou O₄, les besoins en électricité de la remorque doivent être représentés par une demande d'électricité de 400 W. Cette demande doit être exercée soit directement sur l'alimentation électrique, soit sur la réserve d'énergie utilisée pour l'alimentation de la remorque (alimentation indirecte), selon ce qui est adapté.

- La demande totale de puissance doit être maintenue en permanence pendant toute la durée de la procédure d'essai.
- 2.2.6 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 5.2.1.13.1 du présent Règlement.
- 2.2.7 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 5.2.1.35.9.
3. Capacité des sources d'énergie pneumatique
- Dans le cas des véhicules pour lesquels l'attelage d'une remorque équipée d'un système de freinage à air comprimé est autorisé, les dispositions suivantes s'appliquent également :
- 3.1 Définitions
- 3.1.1 "p" est la pression dans le ou les dispositifs de stockage d'énergie pneumatique d'une ou plusieurs remorques attelées dont la capacité est au moins égale au volume défini au paragraphe 3.2.4.
- 3.1.2 "p₃" est la pression correspondant à 65 % de la pression p₄ définie au paragraphe 3.1.3 ci-après.
- 3.1.3 "p₄" est la valeur déclarée par le constructeur et mentionnée au paragraphe 1.2.2.2 ci-dessus.
- 3.1.4 "t₄" est le temps nécessaire pour que la pression relative (du ou des dispositifs de stockage d'énergie de la ou des remorques attelées d'un volume tel que défini au paragraphe 3.2.4) passe de 0 à p₃, et "t₅" est le temps nécessaire pour que la pression relative passe de 0 à p₄.
- 3.2 Conditions de mesure
- 3.2.1 Dans tous les cas, le régime du compresseur doit être celui obtenu lorsque le moteur tourne au régime correspondant à sa puissance maximale ou au régime autorisé par le limiteur.
- 3.2.2 Lors des essais visant à déterminer le temps t₄ et le temps t₅, le ou les dispositifs de stockage d'énergie pneumatique des équipements auxiliaires doivent être isolés.
- 3.2.3 Si la conduite d'alimentation est non seulement alimentée directement par la source d'énergie mais aussi par un dispositif de stockage d'énergie du véhicule à moteur, la pression dans ce réservoir d'air comprimé doit également être ramenée à zéro.
- 3.2.4 La remorque doit être représentée par un dispositif de stockage d'énergie pneumatique dont la pression relative maximale p (exprimée en kPa/100) est celle qui peut être fournie par le circuit d'alimentation du véhicule tracteur et dont le volume V, exprimé en litres, est donné par la formule $p \times V = 20 R$ (R étant la masse maximale autorisée, en tonnes, sur les essieux de la remorque).
- 3.3 Interprétation des résultats
- 3.3.1 Le temps t₄ enregistré pour le dispositif de stockage d'énergie le moins favorisé ne doit pas dépasser 6 min.
- 3.3.2 Le temps t₅ enregistré pour le dispositif de stockage d'énergie le moins favorisé ne doit pas dépasser 9 min.

- 3.4 Essai complémentaire
- 3.4.1 Si le véhicule à moteur est équipé d'un ou de plusieurs dispositifs de stockage d'énergie pneumatique destinés aux équipements auxiliaires, un essai complémentaire doit être effectué, au cours duquel aucune irrégularité ne doit se produire dans le fonctionnement des dispositifs commandant l'alimentation du ou des dispositifs de stockage d'énergie pneumatique pour les équipements auxiliaires.
- 3.4.2 En cas de défaillance de l'équipement auxiliaire pneumatique, il convient d'éviter que cette défaillance puisse entraîner une chute de la pression dans la conduite d'alimentation (si celle-ci existe) en dessous de 650 kPa.
- 3.4.3 Il doit être vérifié, au cours de cet essai, que le temps t_5 nécessaire pour faire passer la pression de 0 à p_4 dans le dispositif de stockage d'énergie de la remorque attelée est inférieur à 11 min.
- 3.4.3.1 Lors de la conduite de l'essai, tous les dispositifs de stockage d'énergie pneumatique doivent être installés dans le véhicule tracteur, et le ou les dispositifs de stockage d'énergie de la ou des remorques attelées d'un volume tel que défini au paragraphe 3.2.4 doivent leur être adjoints. ».

Annexe 8

Modifier le titre comme suit :

« Prescriptions relatives au cas particulier des **systèmes de freinage à air comprimé équipés de** freins à ressort ».

Annexe 13

Paragraphe 5.1.1.3, lire :

« 5.1.1.3 ~~Le moteur du véhicule doit ensuite être arrêté ou l'~~alimentation du ou des dispositifs de stockage d'énergie pour la transmission **doit ensuite être** coupée. ».

Paragraphe 5.1.1.4, lire :

« 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 D de l'annexe 7.** ».

Annexe 13 – Appendice 2 (Utilisation de l'adhérence)

Paragraphe 1.1.3, lire :

« 1.1.3 Un certain nombre d'essais, avec des pressions ~~de freinage~~ **dans la conduite ou des valeurs du signal de demande d'actionnement des freins à la roue** croissantes, doivent être effectués pour déterminer... ».

II. Proposition d'amendements au document ECE/TRANS/WP.29/GRVA/2023/10

Paragraphes 12.1.2, 12.1.3 et 12.1.4, lire :

- « 12.1.1 À compter de la date officielle d'entrée en vigueur de la série XX d'amendements, aucune Partie contractante appliquant le présent Règlement ne refusera d'accorder ou d'accepter une homologation de type au titre dudit Règlement tel que modifié par la série XX d'amendements.
- 12.1.2 À compter de la date officielle d'entrée en vigueur de la série XX d'amendements, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement n'accorderont d'homologation de type pour un véhicule équipé d'un système de freinage ~~électromécanique~~ **à transmission électrique** que si le type de véhicule à homologuer satisfait aux prescriptions dudit Règlement tel que modifié par ladite série.

- 12.1.3 À compter du 1^{er} septembre ~~2027~~ **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 établies au titre des précédentes séries d'amendements, délivrées pour la première fois après le 1^{er} septembre ~~2027~~ **2028**.
- 12.1.4 À compter du 1^{er} septembre ~~2029~~ **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.
- 12.1.5 Nonobstant les dispositions du paragraphe 12.1.4, les Parties contractantes appliquant le présent Règlement continueront d'accepter les homologations de type délivrées au titre des précédentes séries d'amendements audit Règlement pour les véhicules non concernés par les modifications apportées par la série XX d'amendements.
- 12.1.6 Nonobstant les dispositions transitoires ci-dessus, les Parties contractantes pour lesquelles le présent Règlement entre en vigueur à une date ultérieure à 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 de reconnaître les homologations de type accordées au titre de la série XX d'amendements.
- 12.2 Dispositions transitoires générales
- 12.2.1 Les Parties contractantes appliquant le présent Règlement pourront accorder des homologations de type au titre de l'une quelconque des précédentes séries d'amendements audit Règlement.
- 12.2.2 Les Parties contractantes appliquant le présent Règlement continueront d'accorder des extensions aux homologations délivrées au titre de l'une quelconque des précédentes séries d'amendements audit Règlement. ».

III. Justification

1. La présente proposition remplace celle figurant dans le document ECE/TRANS/WP.29/GRVA/2024/13.
2. La proposition vise à autoriser l'utilisation de systèmes de freinage reposant uniquement sur l'utilisation de l'énergie électrique stockée et commandés par le conducteur, de manière à obtenir l'efficacité de freinage de service prescrite dans le Règlement ONU n° 13. Elle reprend, lorsque c'est pertinent, les modifications qu'il a été proposé d'apporter au Règlement ONU n° 13-H (Freinage des voitures particulières).
3. Les paragraphes ou passages provisoires du document informel (indiqués par des crochets []) ont été améliorés et/ou approuvés ; le terme « système de freinage à transmission électrique » a été retenu pour décrire cette nouvelle technologie.
4. Il est proposé d'ajouter de nouveaux termes en rapport avec le changement d'énergie utilisée. Le terme « dispositif de stockage d'énergie électrique » s'apparente aux termes « réservoir » ou « accumulateur », employés dans le cas des systèmes de freinage pneumatiques/hydrauliques. Le terme « efficacité », lorsqu'il concerne un dispositif de stockage d'énergie électrique, est équivalent à la « capacité » d'une réserve d'énergie ou d'un accumulateur, tandis que le terme « état » peut être considéré comme analogue à la « pression » dans un réservoir ou un accumulateur.
5. La possibilité de recourir à l'énergie électrique pour certaines fonctions de freinage est reconnue depuis de nombreuses années. Les fonctions avancées, telles que le freinage antiblocage et le contrôle de la stabilité, nécessitent des commandes électriques. Les systèmes de freinage électroniques, où la transmission de la commande du système de freinage est principalement électrique, sont quant à eux acceptés depuis de nombreuses années.

Les progrès technologiques permettent de recourir à l'énergie électrique pour la transmission de commande et la transmission d'énergie du système de freinage de service.

6. La proposition a été élaborée de manière à garantir que les systèmes de freinage électriques offrent au moins le même niveau de sécurité et de sûreté que les systèmes actuels.

7. La question de la sécurité de l'énergie électrique est au cœur des préoccupations en lien avec cette nouvelle génération de systèmes de freinage. La présente proposition définit les prescriptions applicables à un système de gestion de l'énergie de sorte que celles-ci fassent partie intégrante des prescriptions relatives à la surveillance des systèmes de freinage électriques. Le système de gestion de l'énergie veillera à ce que, si la quantité d'énergie stockée tombe à une valeur telle que les critères d'efficacité prescrits ne peuvent être respectés, le conducteur soit averti en temps utile. Cette exigence relative à la surveillance et l'avertissement du conducteur est conforme à ce qui est attendu aujourd'hui des systèmes de freinage à air comprimé.

8. À la dix-septième session du Groupe de travail des véhicules automatisés/autonomes et connectés (GRVA), le groupe d'intérêt spécial a présenté la notion d'« état de puissance », grâce à laquelle il serait possible de déduire l'état des réserves d'énergie dont dispose le système de freinage (GRVA-17-19). La présente proposition ne fait pas directement référence à cette notion, qui variera selon les technologies, mais les principes décrits seront essentiels au fonctionnement d'un système de gestion de l'énergie.

9. La proposition comprend des dispositions visant à garantir que l'effet du vieillissement, les cycles d'essai, les cycles de charge, les cycles de température et les températures extrêmes, entre autres, sont soigneusement pris en compte et que des voyants s'allument dès que l'effet du vieillissement risque de compromettre le respect des prescriptions du Règlement ONU n° 13.

10. Le présent document s'appuie sur les prescriptions énoncées dans le document ECE/TRANS/WP.29/GRVA/2024/13 et comprend d'autres dispositions, conformément auxquelles le système de gestion de l'énergie doit afficher un voyant au début d'un cycle d'utilisation, à moins qu'il n'ait établi que la transmission de freinage dispose d'une quantité d'énergie suffisante pour satisfaire aux prescriptions d'efficacité du Règlement ONU n° 13. Cette prescription s'applique même après une opération de maintenance, par exemple après une déconnexion électrique ou un changement de composant. La proposition comporte en outre des prescriptions plus détaillées concernant les informations que doit fournir le fabricant sur le système de gestion de l'énergie et l'évaluation du système que doit mener le service technique au moment de l'homologation de type.

11. D'autres systèmes du véhicule, essentiels ou optionnels, fonctionneront grâce aux mêmes réserves d'énergie électrique que le système de freinage. La présente proposition comprend des mesures destinées à garantir qu'en cas de faible puissance d'alimentation électrique, le système de freinage et d'autres systèmes de sécurité essentiels peuvent continuer à fonctionner ou le véhicule s'immobilise en toute sécurité.

12. Le document ECE/TRANS/WP.29/GRVA/2023/10 comprend une proposition d'amendements aux prescriptions de l'annexe 18, laquelle complète le présent document :

a) La proposition formulée dans la partie II du présent document retarde de 12 mois la prise d'effet des modifications qu'il est proposé d'apporter à l'annexe 18 dans le document ECE/TRANS/WP.29/GRVA/2023/10. Elle tient compte de la période pendant laquelle le groupe d'intérêt spécial a travaillé pour présenter ses propositions. Elle intègre aussi le changement de terminologie qu'il a adopté, à savoir le remplacement du terme « système de freinage électromécanique » par « système de freinage à transmission électrique » ;

b) Le document ECE/TRANS/WP.29/GRVA/2023/10 contient une proposition d'amendements à l'annexe 18 du Règlement ONU n° 13. Cette proposition a été soumise en même temps qu'une proposition d'amendements au Règlement ONU n° 13 visant à y introduire la notion de « systèmes de freinage électromécaniques » (GRVA-15-17). Il était attendu que les propositions relatives aux systèmes de freinage électromécaniques soient adoptées en 2023. Les dates des dispositions transitoires initiales figurant dans le document ECE/TRANS/WP.29/GRVA/2023/10 avaient été arrêtés de sorte qu'elles soient conformes à ce calendrier ;

c) À sa seizième session, le GRVA a créé un groupe d'intérêt spécial chargé d'élaborer les prescriptions relatives aux systèmes de freinage électromécaniques, dont les travaux devraient être adoptés en 2024. Il convient donc de reporter de 12 mois les dates proposées dans le document ECE/TRANS/WP.29/GRVA/2023/10.
