



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

Onzième sessionGenève, 27 septembre-1^{er} octobre 2021

Point 8 b) de l'ordre du jour provisoire

Règlements ONU n^{os} 13, 13-H, 139, 140 et RTM ONU n^o 8 :**Systemes de freinage électromécaniques****Proposition de complément à la série 11 d'amendements
au Règlement ONU n^o 13 (Freinage des véhicules lourds)****Communication de l'expert de l'Association européenne
des fournisseurs de l'automobile***

Le texte ci-après, établi par l'expert de l'Association européenne des fournisseurs de l'automobile (CLEPA), vise à inclure dans le Règlement ONU n^o 13 des prescriptions relatives à l'homologation de type des systèmes de freinage électromécaniques (EMB) en tant que systèmes de freinage de pointe. Le présent document annule et remplace le document ECE/TRANS/WP.29/GRVA/2020/21 et le document informel GRVA-09-05.

Les modifications apportées au texte actuel du Règlement figurent en caractères gras pour les ajouts et biffés pour les suppressions.

* Conformément au programme de travail du Comité des transports intérieurs pour 2021 tel qu'il figure dans le projet de budget-programme pour 2021 (A/75/6 (Sect. 20), par. 20.51), 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, Annexe 8, titre, 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 “~~état~~ **niveau de charge électrique**”, le rapport instantané entre la quantité d’énergie électrique stockée dans la batterie ~~de traction~~ et la quantité maximale d’énergie électrique pouvant être stockée dans cette batterie ; ».

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 à la roue, respectivement, et** déclarées au moment de l’homologation de type ; ».

Ajouter un nouveau paragraphe 2.44, libellé comme suit :

- « **2.44 Par “frein électromécanique”, un frein à friction dans lequel l’énergie électrique est convertie en forces d’actionnement par des moyens purement mécaniques. ».**

Ajouter un nouveau paragraphe 2.45, libellé comme suit :

- « **2.45 Par “système de freinage électromécanique”, un système de freinage de service équipé de freins électromécaniques sur tous les essieux. ».**

Ajouter un nouveau paragraphe 2.46, libellé comme suit :

- « **2.46 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. ».**

Ajouter un nouveau paragraphe 2.47, libellé comme suit :

- « **2.47 Par “ e_w ”, le niveau d’alerte de faible énergie électrique défini par le constructeur du véhicule conformément au paragraphe 5.2.1.35.7 dans le cas d’un système de freinage électromécanique. ».**

Ajouter un nouveau paragraphe 2.48, libellé comme suit :

- « **2.48 Par “ P_w ”, le niveau d’alerte de faible puissance d’alimentation électrique tel que requis par le paragraphe 5.2.1.35.8 dans le cas d’un système de freinage électromécanique. ».**

Ajouter un nouveau paragraphe 2.49, libellé comme suit :

- « **2.49 Par “source d’énergie”, un dispositif qui produit et fournit l’énergie nécessaire au système de freinage. ».**

Ajouter un nouveau paragraphe 2.50, libellé comme suit :

- « **2.50 Par “dispositif de stockage d’énergie électrique”, un dispositif (par exemple batterie ou supercondensateur) du système de freinage qui stocke l’énergie électrique utilisée pour générer des forces de freinage. ».**

Ajouter un nouveau paragraphe 2.51, libellé comme suit :

- « **2.51 Par “dispositif d’alimentation électrique”, un dispositif (par exemple batterie, système rechargeable de stockage de l’énergie électrique (SRSEE), convertisseur de courant continu (CC/CC), 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. ».**

Paragraphe 5.1.4.5.1, lire :

« 5.1.4.5.1 Les données caractéristiques relatives au système de freinage à air comprimé **ou électromécanique** 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 (manuel, enregistreur de données informatisées, etc.). ».

Ajouter un 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 électromécanique, le constructeur du véhicule doit décrire, au moment de l'homologation de type, la procédure permettant de vérifier que les signaux d'alerte e_w et P_w (définis respectivement aux paragraphes 2.47 et 2.48) sont fonctionnels et satisfont aux prescriptions du présent Règlement. Cette procédure peut être lancée, par exemple, par le déclenchement d'une procédure d'autocontrôle interne qui peut comprendre des actions externes du conducteur.** ».

Les paragraphes 5.1.4.6.2 et 5.1.4.6.3 actuels deviennent les nouveaux paragraphes 5.1.4.6.1.1 et 5.1.4.6.1.2, comme suit :

« **5.1.4.6.1.1** Les forces de freinage de référence doivent être déterminées pour une plage de pression de l'actionneur de frein allant de 100 kPa à la pression générée dans les conditions du type 0 pour chaque essieu. Le demandeur de l'homologation de type doit indiquer les forces de freinage de référence pour une plage de pression de l'actionneur de frein de 100 kPa. Ces données doivent être communiquées par le constructeur du véhicule, conformément au paragraphe 5.1.4.5.1 ci-dessus.

5.1.4.6.1.2 Les forces de freinage de référence doivent être déclarées de telle sorte que le véhicule soit capable de produire un taux de freinage équivalent à celui défini à l'annexe 4 du présent Règlement pour le véhicule considéré (50 % dans le cas des véhicules des catégories M₂, M₃, N₂, N₃, O₃ et O₄, à l'exception des semi-remorques, 45 % dans le cas des semi-remorques), lorsque la force de freinage mesurée sur le rouleau, pour chaque essieu indépendamment de la charge, n'est pas inférieure à la force de freinage de référence pour une pression donnée de l'actionneur de frein dans la plage de pression de fonctionnement déclarée¹. ».

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 électromécanique utilisant un banc à rouleaux sont définies 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, en tension, etc.) et la force de freinage mesurée sur un banc à rouleaux. Le constructeur du véhicule doit décrire la méthode permettant de le faire et rendre ces informations librement accessibles, par exemple dans un manuel, un enregistreur de données informatisées, 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 générée dans des conditions de type 0. Le demandeur de l'homologation de type doit indiquer ces forces de freinage de référence. Ces données doivent être

¹ 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.

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 (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 du signal de demande d'actionnement du frein, dans les limites de la plage de pressions de service déclarée¹. ».

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 source d'énergie peut être unique, **mais :**
- a) **Dans le cas d'une source d'énergie entraînée (pompe hydraulique, compresseur d'air, générateur entraîné, etc.),** le mode d'entraînement du dispositif constituant cette source doit être aussi sûr que possible ;
 - b) **Dans le cas d'un dispositif d'alimentation électrique non entraîné, la conformité aux prescriptions du paragraphe 5.2.1.35.11 est considérée comme suffisante.** ».

Paragraphe 5.2.1.5.1, lire :

- « 5.2.1.5.1 En cas de défaillance de toute partie de la transmission d'un système de freinage, l'alimentation de la portion non affectée par la défaillance doit continuer à être assurée si cela est nécessaire pour pouvoir arrêter le véhicule avec l'efficacité prescrite pour le freinage résiduel ou de secours. Cette condition doit être réalisée au moyen d'un ~~dispositif pouvant aisément être actionné lorsque le véhicule est à l'arrêt, ou d'un~~ dispositif automatique. ».

Ajouter un nouveau paragraphe 5.2.1.5.4, libellé comme suit :

- « **5.2.1.5.4** Toutefois, en remplacement des dispositions des paragraphes 5.2.1.5.1 et 5.2.1.5.2, ces prescriptions sont considérées comme satisfaites dans le cas d'un système de freinage électromécanique si celles du paragraphe 5.2.1.5.4.1 sont respectées.

- 5.2.1.5.4.1** Après toute défaillance d'une seule transmission, il doit encore être possible, après huit actionnements à fond de course de la commande du système de freinage de service, d'obtenir, à la neuvième application, au moins l'efficacité prescrite pour le système de freinage de secours ou, lorsque l'efficacité secondaire nécessitant l'utilisation d'énergie stockée est obtenue par une commande distincte, il doit encore être possible, après huit actionnements à fond de course, d'obtenir, à la neuvième application, l'efficacité résiduelle prescrite au paragraphe 5.2.1.4 du présent Règlement. Ces actionnements à fond de course doivent être d'une durée de 7 s et être espacés de 9 s. ».

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 ... défini au paragraphe 5.2.1.13 ci-après ; dans **le cas des systèmes de freinage à air comprimé, chaque circuit de freinage de service**, l'un au moins des réservoirs d'air **de chaque circuit de freinage de service** doit comporter un dispositif de purge et d'évacuation situé à un emplacement approprié et facilement accessible ; ».

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 sur** ~~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 ; ».

Ajouter un nouveau paragraphe 5.2.1.13.2, libellé comme suit :

- « **5.2.1.13.2 Dans le cas d'un système de freinage électromécanique, les prescriptions du paragraphe 5.2.1.35.7 s'appliquent en lieu et place des prescriptions du paragraphe 5.2.1.13.1 du présent Règlement. Les dispositifs de stockage d'énergie électrique peuvent être utilisés également par d'autres systèmes du véhicule, à condition que la consommation d'énergie de ces systèmes ne puisse pas faire tomber les réserves d'énergie au-dessous d'un niveau garantissant l'efficacité prescrite du freinage de service.** ».

Paragraphe 5.2.1.18, lire :

- « 5.2.1.18 Dans le cas d'un véhicule autorisé à tracter une remorque appartenant à la catégorie O₃ ou O₄ **équipée d'un système de freinage à air comprimé, son système de freinage 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 5.2.1.35.10 dans le cas des systèmes de freinage électromécaniques.** ».

Paragraphe 5.2.1.27, lire :

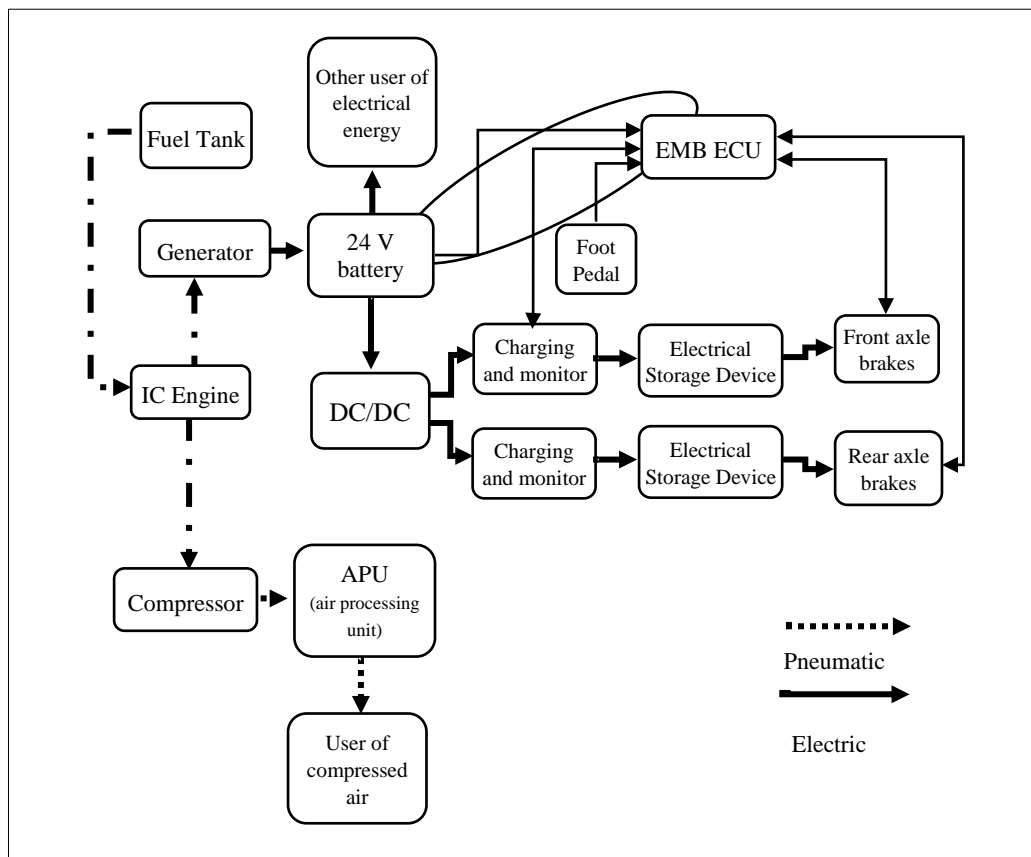
- « 5.2.1.27 Dispositions supplémentaires spéciales pour les systèmes de freinage de service à transmission de commande électrique, **à l'exception des systèmes de freinage électromécaniques** ».

Ajouter un nouveau paragraphe 5.2.1.35, libellé comme suit :

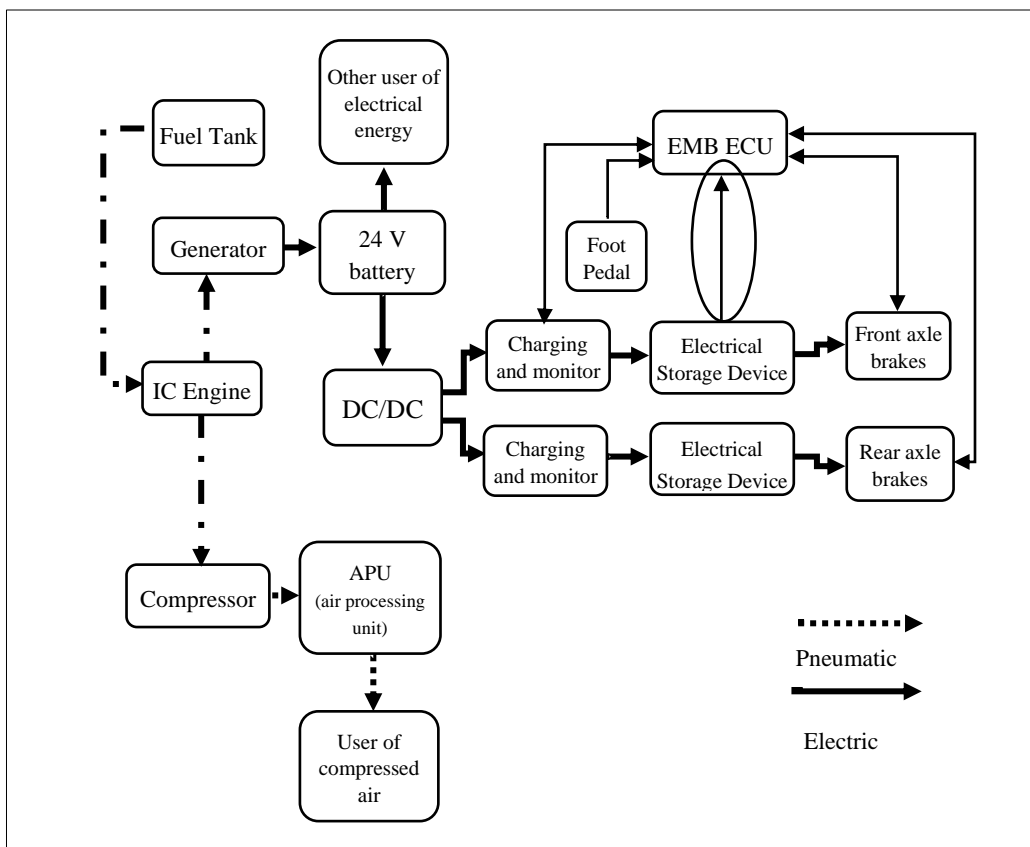
- « **5.2.1.35 Dispositions supplémentaires spéciales pour les systèmes de freinage de service électromécaniques à transmission de commande électrique**
- 5.2.1.35.1 Dans le cas des systèmes de freinage électromécaniques, les prescriptions du présent paragraphe 5.2.1.35 s'appliquent en lieu et place de celles du paragraphe 5.2.1.27 ci-dessus.**
- 5.2.1.35.2 Le niveau d'énergie dans le ou les dispositifs de stockage d'énergie électrique doit être suffisant 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 lorsque le véhicule est apte à circuler.**
- 5.2.1.35.3 Le constructeur doit décrire la fonctionnalité du système déclenchant les niveaux d'alerte e_w et P_w.**
- 5.2.1.35.4 Lorsque le frein de stationnement est desserré, le frein de service doit être capable de produire une force de freinage statique totale au moins égale à celle requise lors de l'essai de type 0, même lorsque contacteur de mise en marche a été mis sur la position "arrêt" 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 au 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 de l'énergie du frein de service.

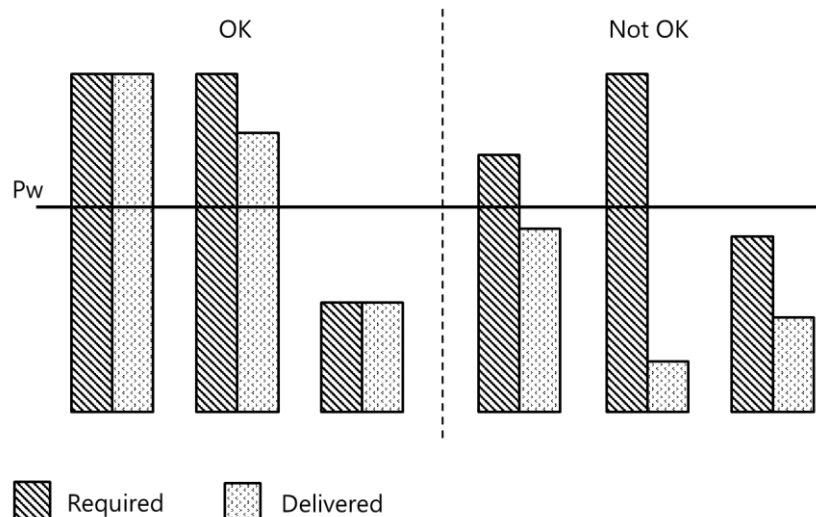
- 5.2.1.35.5 Dans le cas d'une alimentation en énergie électrique alimentant uniquement la transmission de commande électrique et en cas de défaillance de cette source d'énergie, à partir de la valeur nominale du niveau d'énergie, toute la plage de commande du système de freinage de service doit être garantie après 20 actionnements à pleine course consécutifs de la pédale de commande du frein de service. Pendant l'essai, la commande de freinage doit être à chaque fois actionnée à fond pendant 20 s, puis relâchée pendant 5 s. Il est entendu qu'au cours de cet essai, une quantité d'énergie suffisante doit être disponible dans le système de 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 du paragraphe 1 de la partie D de l'annexe 7.



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



- 5.2.1.35.7** Tout véhicule équipé d'un frein de service actionné à l'aide d'un dispositif de stockage d'énergie électrique doit être muni d'un dispositif d'avertissement émettant un signal visuel ou sonore lorsque l'énergie accumulée, dans une partie quelconque du système, tombe en dessous d'une valeur e_w à laquelle, quel que soit le niveau de charge du véhicule, l'efficacité prescrite pour le freinage de service est encore assurée et il est possible après quatre actionnements à fond de course de la commande du frein de service d'obtenir au cinquième actionnement au moins l'efficacité prescrite pour le freinage de secours (sans réalimentation du dispositif de stockage d'énergie électrique). Ce dispositif d'avertissement doit surveiller en permanence chaque circuit de freinage. Le voyant rouge spécifié au paragraphe 5.2.1.29.1.1 doit être utilisé comme signal d'avertissement visuel.
- 5.2.1.35.7.1** L'efficacité de la charge à partir du ou des dispositifs d'alimentation électrique doit être telle que, dans des conditions normales de fonctionnement (sans défaillance du système de freinage), l'énergie accumulée dans les dispositifs de stockage d'énergie électrique soit maintenue au-dessus de la limite e_w .
- 5.2.1.35.7.2** Pendant les essais d'homologation visés à l'annexe 4 effectués sans défaillance simulée, l'énergie accumulée dans les dispositifs de stockage d'énergie électrique doit être maintenue au-dessus de la limite e_w .
- 5.2.1.35.7.3** L'activation du signal d'avertissement est nécessaire pendant la charge du ou des dispositifs de stockage d'énergie électrique si le niveau d'énergie est inférieur à la limite e_w après la mise sous tension.
- 5.2.1.35.8** Lorsque la puissance demandée par le ou les dispositifs de stockage d'énergie électrique ne peut être fournie par le dispositif d'alimentation électrique et qu'elle tombe en dessous d'une valeur de P_w déclarée par le constructeur, un signal d'avertissement doit être émis à l'intention du conducteur. Le voyant jaune spécifié au paragraphe 5.2.1.29.1.2 peut être utilisé.



- 5.2.1.35.9** Le voyant rouge spécifié au paragraphe 5.2.1.29.1.1 doit être activé 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 du freinage de secours ou du freinage résiduel.
- 5.2.1.35.10** Si l'équipement auxiliaire est alimenté en énergie par le ou les mêmes dispositifs de stockage d'énergie électrique que la transmission électrique, il convient de s'assurer que, dans le cas d'une source d'énergie motrice dont le moteur tourne à un régime ne dépassant pas 80 % du régime de puissance maximale, l'alimentation en énergie est suffisante pour satisfaire aux valeurs de décélération prescrites, soit au moyen d'une source d'énergie capable d'empêcher l'épuisement de ces réserves lorsque tous les équipements auxiliaires fonctionnent, soit par disjonction automatique d'éléments prédéterminés de l'équipement auxiliaire à un niveau supérieur au seuil visé au paragraphe 5.2.1.35.7 du présent Règlement de manière à empêcher toute nouvelle décharge de ces réserves. La conformité peut être démontrée par des calculs ou au moyen d'un essai pratique. 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 par une charge de 400 W si cette consommation est fournie par le ou les dispositifs de stockage d'énergie électrique.
- 5.2.1.35.11** Une défaillance de la transmission électrique² qui affecte 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 du freinage de service ne peut plus être obtenue (voyant rouge), toute défaillance résultant d'une perte de continuité électrique (rupture ou déconnexion, par exemple) doit être signalée au conducteur dès qu'elle se produit, et l'efficacité prescrite du 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. Cette prescription ne doit pas être interprétée comme une dérogation aux prescriptions relatives au freinage de secours.

² Tant que des procédures d'essai uniformes n'auront 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.

- 5.2.1.35.12 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 affectée de manière perceptible.
- 5.2.1.35.13 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 descend en dessous de la valeur 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 spécifié au paragraphe 5.2.1.29.2.1 doit être utilisé à cette fin.
- 5.2.1.35.14 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.
- 5.2.1.35.15 Si l'équipement auxiliaire est alimenté en énergie par la transmission électrique, les prescriptions suivantes doivent être respectées.
- 5.2.1.35.15.1 En cas de défaillance de la source d'énergie ou du dispositif d'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 actionner les freins lorsque la commande est actionnée.
- 5.2.1.35.15.2 En cas de défaillance de la source d'énergie ou du dispositif d'alimentation électrique, lorsque 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 actionner les feux même lorsque les freins sont actionnés. ».

Annexe 2,

Ajouter un nouveau paragraphe 14.18, libellé comme suit :

- « 14.18 Le véhicule est/n'est pas² équipé d'un système de freinage électromécanique
- 14.18.1 Dans le cas où un véhicule tracteur est équipé d'un système de freinage électromécanique, le véhicule est/n'est pas² autorisé à tracter une remorque équipée d'un système de freinage à air comprimé. ».

Annexe 4,

Paragraphe 1.5.1.7.2, lire :

« Dans le cas d'un véhicule équipé de freins à disque à commande hydraulique ou de mécanismes de réglage à commande électrique, aucune prescription de réglage n'est jugée nécessaire. ».

Ajouter un nouveau paragraphe 4.1.4, libellé comme suit :

- « 4.1.4 Dans le cas d'un véhicule équipé d'un système de freinage électromécanique, les prescriptions du paragraphe 4.1.1 ci-dessus sont considérées comme remplies si, lors d'une manœuvre d'urgence, la décélération du véhicule ou la force de serrage au frein le plus défavorisé atteint la valeur correspondant à l'efficacité prescrite dans un délai de 0,6 s. ».

Annexe 7,

Ajouter une nouvelle section D, libellée comme suit :

« D. Systèmes de freinage électromécaniques

1. **Capacité des dispositifs de stockage d'énergie électrique**

Généralités

 - 1.1 Les véhicules sur lesquels le fonctionnement du système de freinage nécessite l'utilisation d'énergie électrique doivent être munis de dispositifs de stockage d'énergie électrique d'une capacité conforme aux prescriptions du paragraphe 1.2 de la présente section D de l'annexe 7.
 - 1.1.2 Les dispositifs de stockage d'énergie électrique des différents circuits doivent être facilement reconnaissables.
 - 1.2 **Véhicules à moteur**
 - 1.2.1 Les dispositifs de stockage d'énergie électrique des véhicules à moteur doivent être conçus de telle manière qu'après 8 actionnements à fond de course de la commande du système de freinage de service, le niveau de l'énergie résiduelle dans le ou les dispositifs de stockage d'énergie électrique ne doit pas être inférieur au niveau nécessaire pour assurer le freinage de secours avec l'efficacité prescrite. Les actionnements à fond de course doivent durer chacun 7 s et être espacés de 9 s.
 - 1.2.2 Les essais doivent être effectués conformément aux prescriptions suivantes :
 - 1.2.2.1 Le niveau initial de l'énergie dans le ou les dispositifs de stockage d'énergie électrique doit être égal à la valeur déclarée par le constructeur³. Il doit permettre d'atteindre l'efficacité prescrite pour le système de freinage de service ;
 - 1.2.2.2 Le ou les dispositifs de stockage d'énergie électrique ne doivent pas être alimentés en énergie ; en outre, le ou les dispositifs de stockage d'énergie électrique des équipements auxiliaires doivent être isolés ;
 - 1.2.2.3 Sur les véhicules à moteur autorisés à tracter une remorque et équipés d'une conduite de commande pneumatique, la conduite d'alimentation doit être fermée et un réservoir d'air comprimé de 0,5 litre doit être raccordé directement à la tête d'accouplement de la conduite de commande pneumatique. Avant chaque freinage, la pression dans ce réservoir d'air comprimé doit être ramenée à zéro. Après l'essai visé au paragraphe 1.2.1 ci-dessus, lors de l'actionnement supplémentaire (le neuvième) de la commande du système de freinage de service, le niveau de l'énergie alimentant la conduite de commande pneumatique ne doit pas descendre au-dessous de la moitié de la valeur obtenue lors du premier freinage.
 - 1.2.2.4 Il convient de s'assurer que l'énergie utilisée pour le freinage de service n'est pas réduite par les fonctions d'économie d'énergie lors de l'exécution de l'essai à l'arrêt par rapport à une situation de conduite.
2. **Capacité du dispositif d'alimentation électrique**

Les prescriptions relatives à la capacité du dispositif d'alimentation électrique sont considérées comme satisfaites lorsque les prescriptions des paragraphes 5.2.1.35.7 et 5.2.1.35.7.1 du Règlement sont satisfaites.

³ Le niveau initial de l'énergie doit être indiqué dans le dossier d'homologation.

- 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 remorque attelée dont la capacité est au moins égale au volume défini au paragraphe 3.2.4.
- 3.1.2** "p₃" = 450 kPa
- 3.1.3** "p₄" = 700 kPa
- 3.1.4** "t₄" est le temps nécessaire pour que la pression relative (du dispositif de stockage d'énergie de la remorque attelée 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 (Conditions de mesure conformément au paragraphe 3.2)**
- 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 de ou plusieurs dispositifs de stockage d'énergie pneumatique destinés aux équipements auxiliaires, un essai complémentaire est 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 électrique 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 t₅ nécessaire pour faire passer la pression de 0 à p₄ dans le dispositif de stockage d'énergie de la remorque attelée est inférieur à :

3.4.3.1 11 min ;

3.4.3.2 Lors de la conduite de l'essai, tous les réservoirs d'air doivent être installés dans le véhicule tracteur, et un dispositif de stockage d'énergie de remorque d'un volume tel que défini au paragraphe 3.2.4 doit leur être adjoint. ».

Annexe 8, titre, lire :

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

Annexe 13, appendice 2,

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... ».

Paragraphe 5.1.1.3, lire :

« 5.1.1.3 **L'alimentation du ou des dispositifs de stockage d'énergie pour la transmission doit alors être coupée.** ».

II. Justification

A. Règlement

a) Paragraphe 2.21.4

1. Le « *niveau de charge* » est communément défini comme le rapport instantané entre la quantité d'énergie électrique stockée dans un dispositif et sa capacité nominale (voir également les définitions du Règlement technique mondial ONU n° 20 et du Règlement ONU n° 100).

2. Afin d'utiliser la définition du niveau de charge dans d'autres dispositions (du Règlement n° 13) non liées à la batterie de traction, le mot « *traction* » est supprimé de la définition du paragraphe 2.21.4.

3. Cette suppression permet d'utiliser cette définition pour des dispositifs autres que la batterie de traction (par exemple, voir la prescription actuelle 5.2.1.7.2.1 et le nouveau tableau du paragraphe 5.1.4.5.3).

b) Paragraphe 2.31

4. En raison des nouvelles prescriptions proposées concernant les systèmes de freinage électromécaniques (voir par. 5.1.4.6.2.2 et 5.1.4.6.2.3), le libellé « ou à la valeur du signal de demande d'actionnement du frein, respectivement » est ajouté.

c) Paragraphe 2.44

5. Cette définition est insérée à titre de précision, afin de distinguer les prescriptions qui concernent l'ensemble du système de freinage électromécanique (voir définition au paragraphe 2.45) et celles qui ne concernent que le frein électromécanique.

d) Paragraphe 2.45

6. Cette définition est ajoutée pour différencier les systèmes de freinage électromécaniques actionnés uniquement par l'énergie électrique des systèmes communément appelés « systèmes de freinage à commande électronique », dans lesquels la commande est générée et traitée comme un signal électrique dans la transmission de la commande et des signaux de sortie électriques vers des dispositifs qui génèrent des forces d'actionnement produites à partir d'une énergie pneumatique stockée ou générée.

e) Paragraphe 2.46

7. La valeur du signal de demande d'actionnement du frein à la roue pour un frein sur une seule roue est dérivée de la valeur de la demande de freinage émise par le conducteur en tenant compte, par exemple, des conditions de chargement du véhicule. Cette valeur détermine la force de freinage réelle (à titre d'exemple, voir également la procédure de mesure k, au paragraphe 1.1.3 de l'appendice 2 de l'annexe 2).

f) Paragraphe 2.47

8. Ce niveau d'alerte est requis par le paragraphe 5.2.1.35.7 et doit être mis à disposition par le constructeur du véhicule conformément au paragraphe 5.1.4.5.3.

g) Paragraphe 2.48

9. Ce niveau d'alerte est requis par le paragraphe 5.2.1.35.8 et doit être mis à disposition par le constructeur du véhicule conformément au paragraphe 5.1.4.5.3.

h) Paragraphe 2.49

10. Bien que le terme « *source d'énergie* » soit souvent utilisé dans la version actuelle du Règlement ONU n° 13, il n'est pas défini (il est toutefois défini dans le règlement (UE) 2015/68 sur le freinage des véhicules agricoles). Avec l'introduction du nouveau terme « *dispositif d'alimentation électrique* » (par. 2.51), il est jugé nécessaire de faire une distinction claire entre les deux. Toutefois, cette définition ne doit pas impliquer que la « *source d'énergie* » dans un système de freinage électromécanique est un équipement nécessaire (voir également « *dispositif d'alimentation électrique* », par. 2.51) ; c'est-à-dire qu'un système de freinage électromécanique peut comprendre ou non une « *source d'énergie* » en plus d'un « *dispositif d'alimentation électrique* ».

i) Paragraphe 2.50

11. Contrairement aux dispositifs de stockage d'énergie pneumatiques ou hydrauliques, il existe dans les systèmes de freinage électromécaniques différents types de dispositifs de stockage d'énergie. Par conséquent, l'expression « *dispositif de stockage d'énergie électrique* » désigne les dispositifs de stockage qui sont uniquement utilisés pour générer la force de freinage.

j) Paragraphe 2.51

12. La définition de « *dispositif d'alimentation électrique* » est introduite pour préciser l'interface avec le système de freinage. Cela signifie que ce dispositif ne fait pas partie du système de freinage mais d'un autre système du véhicule (toutefois, le paragraphe 5.2.1.35.8 prescrit que l'alimentation fournie par le dispositif d'alimentation électrique au système de freinage soit contrôlée, mais aucune prescription n'est stipulée pour le dispositif lui-même).

k) Paragraphe 5.1.4.5.1

13. Les mots « *ou électromécanique* » sont ajoutés. Il est précisé que les données relatives à l'essai de fonctionnement et d'efficacité doivent également être disponibles pour un système de freinage électromécanique.

l) Paragraphe 5.1.4.5.3

14. Dans le cas des véhicules conventionnels, le bon fonctionnement des systèmes de freinage à air comprimé peut être contrôlé de manière concrète. Par exemple, la pression dans les réservoirs d'air peut être réduite (par exemple, par évacuation du gaz ou par des freinages successifs lorsque le moteur est à l'arrêt) et augmentée. Des outils externes permettent de mesurer les pressions respectives et d'observer les réactions du système de freinage (l'affichage de signaux d'avertissement, par exemple).

15. Cependant, dans le cas des véhicules à système de freinage électromécanique, il n'est pas possible d'appliquer une procédure similaire à celle des véhicules conventionnels équipés d'un système de freinage pneumatique sans avoir un accès direct au dispositif de stockage

d'énergie électrique et au dispositif d'alimentation électrique et sans pouvoir contrôler le niveau d'énergie de ces dispositifs lors d'un contrôle technique périodique.

16. Par conséquent, pour vérifier le système de freinage pendant le contrôle technique périodique, il est proposé d'appliquer une procédure permettant de vérifier que les signaux d'avertissement des niveaux d'alerte e_w et P_w sont en état de marche et satisfont aux prescriptions du présent Règlement. Il s'agit de vérifier que :

a) Les signaux d'avertissement des niveaux d'alerte e_w et P_w ne sont pas défectueux et s'allument quand cela est nécessaire (c'est-à-dire qu'ils fonctionnent) ;

b) Les signaux d'avertissement s'activent correctement, conformément aux dispositions des paragraphes 5.2.1.35.7 et 5.2.1.35.8 respectivement (c'est-à-dire qu'ils satisfont aux prescriptions du présent Règlement).

17. Cela peut être fait au moyen d'un contrôle visuel des signaux d'avertissement sur le tableau de bord, après le lancement d'une procédure de contrôle particulière (par exemple, une procédure d'essai statique) au cours du contrôle technique périodique (par exemple, par un ou plusieurs actionnements du frein de service par le conducteur).

m) Paragraphes 5.1.4.6.1.1 et 5.1.4.6.1.2

18. Ces paragraphes renumérotés sont identiques aux anciens paragraphes 5.1.4.6.2 et 5.1.4.6.3.

n) Paragraphes 5.1.4.6.2 à 5.1.4.6.2.3

19. Pour un système de freinage électromécanique, la relation entre la pression de l'actionneur de frein et la force de freinage n'existe pas. Au lieu de la « pression de l'actionneur de frein », le paramètre « valeur du signal de demande d'actionnement du frein à la roue » est utilisé pour déterminer les forces de freinage de référence lors d'un essai au banc à rouleaux.

20. Le constructeur doit déclarer la relation entre les forces de freinage et la valeur du signal de demande d'actionnement du frein à la roue, par exemple en pourcentage ou en tension.

21. Lors du contrôle périodique, il doit être possible pour le contrôleur de contrôler la valeur du signal de demande d'actionnement du frein à la roue sur le véhicule lui-même. Cela peut se faire, par exemple, en affichant cette valeur sur le tableau de bord de la cabine.

22. Outre le paramètre différent « valeur du signal de demande d'actionnement du frein » au lieu de « pression de l'actionneur de frein » et la suppression des véhicules de la catégorie O, les prescriptions du nouveau paragraphe 5.1.4.6.2 concernant les systèmes de freinage électromécaniques sont les mêmes que pour les systèmes de freinage à air comprimé.

o) Paragraphe 5.2.1.5

23. Le paragraphe 5.2.1.5 précise qu'une seule source d'énergie est nécessaire pour le système de freinage. Étant donné que cette source d'énergie n'était jusqu'à présent qu'un dispositif entraîné, l'actuel paragraphe 5.2.1.5 prescrit que l'entraînement de cette source d'énergie « doit être aussi sûr que possible ».

24. Avec les systèmes de freinage électromécaniques, une telle source d'énergie entraînée pourrait ne pas être installée. Afin de préciser que dans le cas d'un « dispositif d'alimentation électrique non entraîné », aucune autre prescription ne doit être respectée hormis la conformité à la prescription générale concernant la « défaillance de la transmission électrique » énoncée au paragraphe 5.2.1.35.11.

p) Paragraphe 5.2.1.5.1

25. Le libellé actuel du paragraphe 5.2.1.5.1 a été formulé il y a environ cinquante ans. La possibilité facultative autorisée de régler le système de freinage **lorsque le véhicule est à l'arrêt après une défaillance** ne correspond pas aux dernières évolutions techniques et ne devrait donc plus être autorisée.

26. Cet amendement reflète également la situation dans laquelle un système de freinage électromécanique peut, par exemple, comporter une « électronique de protection de l'alimentation à plusieurs circuits » satisfaisant au paragraphe 5.2.1.5.1 par des moyens automatiques (comme c'est le cas des systèmes de freinage à air comprimé classiques).

q) Paragraphe 5.2.1.5.4

27. Les systèmes de freinage électromécaniques (tels que les systèmes de freinage hydrauliques) ne sont pas pourvus de soupapes multiprotection qui sont normalement montées sur les systèmes de freinage à air comprimé pour lesquels les prescriptions des paragraphes 5.2.1.5.1 et 5.2.1.5.2 s'appliquent. Par conséquent, par analogie avec le paragraphe 5.2.1.5.3 (systèmes de freinage hydrauliques), les prescriptions des paragraphes 5.2.1.5.4 et 5.2.1.5.4.1 sont ajoutées. Par analogie avec le paragraphe 5.2.1.27.3, la dernière phrase a été ajoutée pour préciser la procédure d'essai (voir également les prescriptions relatives aux essais énoncées au paragraphe 1.2.1 de la partie D de l'annexe 7).

r) Paragraphe 5.2.1.2.7.2

28. L'ajout, dans la dernière phrase, de la mention « *dans le cas des systèmes de freinage à air comprimé* » vise seulement à préciser le fait que cette prescription n'est applicable qu'à ces types de systèmes de freinage.

s) Paragraphe 5.2.1.8.1.1

29. Étant donné qu'un système de freinage électromécanique n'est pas un système de freinage à air comprimé, il n'utilise pas de pressions de freinage différentes pour compenser la force de freinage. Un système de freinage utilisant d'autres sources d'énergie comme l'air doit également être capable de déterminer le déséquilibre de la force de freinage (causé par la détérioration ou un défaut du système de freinage) en contrôlant la différence transversale des valeurs du signal de demande d'actionnement du frein à la roue.

t) Paragraphe 5.2.1.13.2

30. Le paragraphe 5.2.1.13.1 concerne les véhicules dont le dispositif de stockage d'énergie est alimenté par une source d'énergie pendant la conduite.

31. Les systèmes de freinage électromécaniques ne disposent pas de tels réservoirs d'énergie pneumatique ou hydraulique classiques. Par conséquent, les prescriptions pertinentes correspondant au paragraphe 5.2.1.13.1 appropriées pour ces systèmes de freinage sont traitées au sous-paragraphe 5.2.1.35.7 du paragraphe 5.2.1.35 énonçant des dispositions spéciales pour les systèmes de freinage électromécaniques.

32. La deuxième phrase vise à garantir que si les dispositifs de stockage d'énergie électrique sont également utilisés par d'autres systèmes du véhicule (par exemple, les systèmes de freinage et de direction), la consommation d'énergie de ces systèmes ne doit pas faire tomber les réserves d'énergie au-dessous d'un niveau garantissant l'efficacité du freinage de service prescrite conformément aux prescriptions minimales d'efficacité définies par le présent Règlement.

u) Paragraphe 5.2.1.18

33. L'ajout de l'expression « *équipée d'un système de freinage à air comprimé* » est nécessaire car un véhicule à moteur ne peut être autorisé à tracter une remorque de la catégorie O₃ ou O₄ équipée d'un système de freinage électromécanique, car pour ces types de systèmes de freinage de remorque, il n'existe ni les prescriptions pertinentes en matière de freinage ni une interface normalisée appropriée.

v) Paragraphe 5.2.1.26.3

34. Le paragraphe 5.2.1.27 ne traite pas des systèmes de freinage électromécaniques. En raison des nouvelles prescriptions proposées concernant ces systèmes, a été ajoutée la formulation « *, ou celles du paragraphe 5.2.1.35.10 dans le cas des systèmes de freinage électromécaniques* ».

w) Paragraphe 5.2.1.27

35. Étant donné que de nombreuses prescriptions de ce paragraphe ne peuvent pas être pleinement appliquées aux véhicules à système de freinage électromécanique, l'actuel paragraphe 5.2.1.27 est divisé en deux parties, à savoir un paragraphe traitant des systèmes de freinage à transmission d'énergie non électrique (par exemple les systèmes de freinage à air comprimé – le paragraphe 5.2.1.27 actuel) et le nouveau paragraphe 5.2.1.35 « *Dispositions supplémentaires spéciales pour les systèmes de freinage de service électromécaniques à transmission de commande électrique* » (comprenant à la fois la commande électrique et la transmission d'énergie).

x) Paragraphe 5.2.1.35

36. Voir ci-dessus la justification du paragraphe 5.2.1.27.

y) Paragraphe 5.2.1.35.2

37. Cette prescription garantit qu'il n'est pas possible qu'un véhicule équipé d'un système de freinage électromécanique puisse être conduit sur la voie publique sans aucune capacité de freinage de service. Ainsi, cette prescription reflète la règle interdisant d'utiliser sur la voie publique un véhicule à moteur équipé d'un système de freinage conventionnel dont le système de freinage de service a perdu la totalité de son efficacité.

z) Paragraphe 5.2.1.35.3

38. Afin d'éviter des prescriptions restrictives en matière de conception, les constructeurs sont tenus de fournir des documents sur les paramètres et une description de la fonction déclenchant ces alertes.

aa) Paragraphe 5.2.1.35.4

39. Ce paragraphe correspond au paragraphe 5.2.1.27.1. L'ajout des mots « *équipés d'une interface conformément au paragraphe 5.1.3 et* » précise que les véhicules à moteur équipés d'un système de freinage électromécanique ne sont autorisés à tracter des remorques que lorsqu'ils sont équipés d'une interface pour les remorques ayant un système de freinage à air comprimé. Voir également le commentaire concernant le paragraphe 5.2.1.18.

ab) Paragraphe 5.2.1.35.5

40. Cette prescription est similaire à celle du paragraphe 5.2.1.27.5 mais est adaptée aux systèmes de freinage électromécaniques. Ainsi, au début de ce paragraphe 5.2.1.35.5, l'application de cette prescription est précisée : « *Dans le cas d'une alimentation en énergie électrique alimentant uniquement la transmission de commande électrique et en cas de...* ». Les termes « *source d'énergie* » sont remplacés par « *alimentation en énergie électrique* », étant donné qu'une « *source d'énergie* » ne peut pas être installée sur un système de freinage électromécanique.

41. Le paragraphe 5.2.1.35.5 traite d'une configuration d'un système de freinage électromécanique dans laquelle un dispositif de stockage d'énergie électrique (par exemple une batterie) ne fournit de l'énergie qu'à la transmission de commande (mais pas à la transmission d'énergie électrique comme dans le cas d'un système de freinage à commande électronique, qui doit être conforme au paragraphe 5.2.1.27.5) ; à titre d'exemple de système de freinage, voir la figure du paragraphe 5.2.1.35.5).

ac) Paragraphe 5.2.1.35.6

42. Contrairement au paragraphe 5.2.1.35.5, cette prescription concerne une configuration d'un système de freinage électromécanique où les dispositifs de stockage d'énergie fournissent l'énergie électrique pour la commande électrique et la transmission de l'énergie électrique (à titre d'exemple de système de freinage, voir la figure du paragraphe 5.2.1.35.6).

ad) Paragraphe 5.2.1.35.7

43. Le paragraphe 5.2.1.35.7 se fonde sur les prescriptions énoncées au paragraphe 5.2.1.13.1 qui prévoient qu'un avertissement doit être émis lorsque le niveau d'énergie tombe en dessous d'une valeur limite. Toutefois, le niveau d'alerte requis par le paragraphe 5.2.1.35.7 est différent de celui prévu au paragraphe 5.2.1.13.1.

44. Le niveau d'alerte prévu au paragraphe **5.2.1.13.1** peut être choisi librement par le constructeur du véhicule pour autant que les conditions d'essai prescrites soient respectées (à savoir : « ...un dispositif d'avertissement, donnant un signal lumineux ou sonore lorsque l'énergie accumulée, dans une partie quelconque du système, est descendue à une valeur à laquelle, sans réalimentation du réservoir et quel que soit l'état de charge du véhicule, il est encore possible après quatre manœuvres à fond de la commande du frein de service d'obtenir à la cinquième manœuvre l'efficacité prescrite pour le freinage de secours... »).

45. En conséquence, un constructeur de véhicules peut déterminer qu'un signal d'avertissement rouge est activé :

a) Lorsque l'efficacité prescrite pour le freinage de service ne doit plus être assurée (ce qui semble être le cas en général), **ou**

b) Le constructeur du véhicule fixe un niveau d'alerte inférieur au niveau visé en a). Dans ce cas, même si l'efficacité du freinage de service prescrite n'est plus assurée, aucun avertissement ne peut être émis à l'intention du conducteur. Dans le cas des systèmes de freinage électromécaniques classiques, les prescriptions énoncées au paragraphe 5.2.1.13.1 seraient donc également satisfaites si un véhicule devait rouler pendant des heures avec le signal d'avertissement rouge activé en raison d'un niveau d'énergie insuffisant.

46. Pour que ce scénario **b)** ne se produise pas, il convient d'appliquer les prescriptions « complémentaires » énoncées à l'annexe 7 (par exemple, dans la partie A), qui garantissent que, dans de tels cas où le niveau d'énergie est faible, celui-ci est au moins rétabli au niveau nécessaire pour assurer l'efficacité prescrite du système de freinage de service dans une certaine limite de « temps de charge ».

47. Dans le cas des systèmes de freinage électromécaniques, l'approche consistant à garantir le rétablissement du niveau d'énergie « nécessaire pour assurer l'efficacité prescrite du système de freinage de service » dans une certaine limite de temps de charge ne semble pas appropriée. Le temps de charge des différents types de dispositifs de stockage d'énergie (supercondensateurs ou batteries) pouvant varier d'un facteur supérieur à 100 et dépendant également d'autres conditions liées à l'environnement (par exemple, la température, la vétusté), une autre approche est proposée.

48. Au paragraphe 2 de la partie D de l'annexe 7, la prescription relative au temps de charge (analogue aux prescriptions relatives au temps de charge énoncées dans les parties A à C) concernant la capacité du dispositif d'alimentation électrique est remplacée par la prescription énoncée au paragraphe 5.2.1.35.7, qui prévoit que, lorsque le véhicule roule, tout niveau d'énergie ne garantissant pas l'efficacité prescrite pour le freinage de service doit être signalé au conducteur par un signal d'avertissement optique ou acoustique. Ainsi, contrairement au paragraphe 5.2.1.13.1, le paragraphe 5.2.1.35.7 ne permet pas de déterminer un niveau d'alerte inférieur au niveau auquel l'efficacité prescrite pour le freinage de service n'est plus assurée.

ae) Paragraphes 5.2.1.35.7.1 à 5.2.1.35.7.3

49. Les prescriptions, dont le libellé a été modifié, énoncées aux paragraphes 5.2.1.35.7.1 à 5.2.1.35.7.3 sont comparables aux prescriptions énoncées dans l'avant-dernière phrase du paragraphe 5.2.1.13.1. La prescription « comme c'est le cas lors des essais d'homologation de type » a été précisée de manière à indiquer clairement que, par exemple, l'essai portant sur la consommation d'énergie de l'ABS (par. 5 de l'annexe 13) n'est pas visé par ce libellé (voir par. 5.2.1.35.7.2).

af) Paragraphe 5.2.1.35.8

50. Ce paragraphe requiert l'émission d'un avertissement supplémentaire (par rapport aux systèmes de freinage conventionnels) à l'intention du conducteur au cas où l'alimentation en énergie serait insuffisante.

ag) Paragraphe 5.2.1.35.9

51. Cette prescription est essentiellement une copie du paragraphe 5.2.1.27.6. Cette prescription a été introduite dans le Règlement ONU n° 13 dans les années 1990 (à l'initiative de l'industrie automobile) pour éviter qu'un conducteur ne reçoive aucun avertissement lorsqu'un véhicule (dont l'essieu avant est fortement sollicité pour le freinage) atteint l'efficacité de freinage de service prescrite, même en cas de défaillance complète d'un circuit de freinage.

ah) Paragraphe 5.2.1.35.10

52. Cette prescription est similaire à celle du paragraphe 5.2.1.27.7. Toutefois, étant donné que le paragraphe 5.2.1.35 traite non seulement de la transmission de commande (qui n'est traitée que par le paragraphe 5.2.1.27) mais aussi de la transmission électrique, le dispositif de stockage d'énergie électrique pour l'ensemble de la transmission du système de freinage de service doit être traité dans ce paragraphe. En conséquence, le niveau d'alerte requis est celui qui est prescrit au paragraphe 5.2.1.35.7 (analogue au paragraphe 5.2.1.13 qui traite du dispositif de stockage d'énergie électrique pour l'ensemble de la transmission du système de freinage de service).

53. La consommation d'énergie de la remorque n'est prise en compte que si elle est fournie par le ou les dispositifs de stockage d'énergie électrique.

ai) Paragraphe 5.2.1.35.11

54. Cette prescription est identique à celle du paragraphe 5.2.1.27.3, à ceci près qu'elle concerne l'ensemble de la transmission électrique et non pas seulement la transmission de commande électrique telle que visée audit paragraphe 5.2.1.27.3.

aj) Paragraphe 5.2.1.35.12

55. Cette prescription est identique à celle du paragraphe 5.2.1.27.2.

56. Étant donné que cette prescription ne concerne qu'une défaillance ou une interruption de la transmission de données du signal de commande, une telle défaillance ou interruption de la transmission de données ne doit pas être prise en compte pour la transmission d'énergie.

ak) Paragraphe 5.2.1.35.13

57. À l'exception de la formulation ajoutée et précisée « *Dans le cas de* » au début du texte, cette prescription est identique à celle du paragraphe 5.2.1.27.4.

al) Paragraphe 5.2.1.35.14

58. Cette prescription est identique à celle du paragraphe 5.2.1.27.9. Contrairement au paragraphe 5.2.1.18.2 qui prescrit un actionnement partiel ou **complet** des freins de la remorque, ce paragraphe prescrit que l'actionnement **complet** des freins de la remorque reste assuré en cas de défaillance de la transmission de commande électrique du système de freinage de service.

am) Paragraphe 5.2.1.35.15

59. Cette prescription est une adaptation du paragraphe 5.2.1.27.8. Cependant, ce paragraphe se réfère à l'**ensemble de** la transmission électrique (et **pas seulement** à la transmission de **commande** électrique). Au lieu d'une source d'énergie (véhicules équipés d'un système de freinage à commande électronique), l'énergie électrique peut être fournie dans le cas d'un système de freinage électromécanique par le « *dispositif d'alimentation*

électrique ». Par conséquent, la formulation du paragraphe 5.2.1.27.8 a également été modifiée.

B. Annexe 2

Paragraphe 14.18

60. Le nouveau paragraphe 14.18 est ajouté en raison des nouvelles prescriptions relatives aux systèmes de freinage électromécaniques.

C. Annexe 4

a) Paragraphe 1.5.1.7.2

61. Des mécanismes de réglage à commande électrique mesurent et contrôlent en permanence l'espace entre la plaquette et le disque.

c) Paragraphe 4.1.4

62. Étant donné que, pour les systèmes de freinage électromécaniques, le temps de réaction spécial de l'annexe 6 n'est pas applicable, le paragraphe 4.1.4 est formulé comme le paragraphe 4.1.3 pour les systèmes hydrauliques qui ne relèvent pas non plus de l'annexe 6.

D. Annexe 7

a) Partie D

63. Le développement des freins électromécaniques fait apparaître la nécessité de pouvoir homologuer des systèmes utilisant l'énergie électrique stockée.

64. Dans l'annexe 7, il n'existe actuellement que des prescriptions relatives aux systèmes à air comprimé, à dépression et hydrauliques (parties A à C) utilisant de l'énergie stockée, mais il n'existe pas de prescriptions correspondantes pour les systèmes de freinage utilisant des dispositifs de stockage d'énergie électrique.

65. Dans la partie D, les principes de base des parties A à C sont appliqués. Toutefois, en raison des différences importantes entre les systèmes de freinage électromécaniques et les systèmes de freinage conventionnels (par exemple non-prise en compte de l'interface entre l'EMB et une remorque et de la possibilité pour les véhicules d'être équipés sans générateur), certaines modifications ont été introduites dans cette partie D.

b) Paragraphe 1.2

66. Le paragraphe 1.2 est fondé sur le paragraphe 1.2 de la partie A. Toutefois, par analogie avec le paragraphe 5.2.1.27.5, la dernière phrase a été ajoutée afin de prescrire une méthode d'essai objective qui puisse avoir une influence sur le résultat de l'essai.

67. Au lieu de la durée d'actionnement à fond de course de 20 s prévue au paragraphe 5.2.1.27.5, une durée de 7 s est proposée car elle est plus réaliste.

68. Le chiffre « 20 » a été placé entre crochets pendant longtemps dans les années 1990, lorsque le paragraphe 5.2.1.27.5 était examiné. Personne – à cette époque – n'avait une idée du chiffre qui serait approprié.

69. La consommation d'énergie électrique pour la transmission de la commande électrique d'un véhicule équipé d'un système de freinage à commande électronique « classique » étant comparativement faible par rapport à l'énergie électrique disponible, le chiffre « 20 », relativement élevé, a été choisi pour éviter toute discussion.

70. Cependant, la situation est tout à fait différente dans le cas du système de freinage électromécanique, qui nécessite également de l'énergie pour l'actionnement des freins, lequel peut requérir une consommation d'énergie considérable.

71. En outre, la procédure d'essai consistant à effectuer les huit actionnements à fond de course visés au paragraphe 1.2.1 avec un système de freinage électromécanique ne peut pas être comparée directement à celle utilisée pour un système de freinage pneumatique conventionnel dans lequel :

a) Aucune énergie supplémentaire n'est nécessaire pour maintenir à un niveau constant la force de freinage, ce qui, en revanche, peut être le cas avec un système de freinage électromécanique ;

b) L'efficacité du freinage est réduite à chaque actionnement du frein, contrairement à un système de freinage électromécanique où la force de freinage au premier actionnement du frein est semblable à celle obtenue au neuvième actionnement.

72. Afin de définir une prescription justifiable concernant la durée, un scénario tout à fait extrême et même irréaliste est envisagé : un véhicule à moteur roulant à une vitesse de 80 km/h, équipé d'un système de freinage dont l'efficacité minimale prescrite pour le freinage de service n'est que de 5 m/s², est freiné jusqu'à l'arrêt dans une descente présentant une inclinaison de 18 % (la plus forte pente envisagée dans le Règlement ONU n° 13). Dans ces conditions extrêmes, la décélération réelle (sans tenir compte des résistances inhérentes au mouvement) serait de 3,26 m/s², ce qui correspond à une durée de freinage de 6,81 s (contre 4,44 s sur une route plane).

73. En supposant les deux cas suivants :

a) Un véhicule unique dont le poids total autorisé en charge (PTAC) est de 26 t (puissance du moteur de 330 kW) ;

b) Un attelage de véhicules de 40 t (puissance du moteur de 500 kW),

Si les véhicules descendent une pente de 18 % et sont accélérés par le moteur à raison d'une accélération d'environ 1,1 m/s² et si l'on considère – dans le scénario le plus défavorable – que les résistances au mouvement sont de l'ordre de 0,14 m/s², le temps nécessaire pour accélérer à nouveau ces véhicules jusqu'à une vitesse de 80 km/h serait respectivement de **8,1 s** (a) et **8,2 s** (b).

74. En prenant en compte ces scénarios les plus défavorables, une durée d'actionnement des freins de 7 s suivie d'un intervalle sans freinage de 9 s est donc proposée pour la procédure d'essai décrite au paragraphe 1.2.1.

75. Le temps d'actionnement réduit de 7 s est proposé pour prendre en compte également le système de freinage électromécanique qui, contrairement à un système de freinage pneumatique classique, consomme également de l'énergie pendant la durée de fonctionnement du frein, après l'application complète de la force de freinage.

76. Étant donné que, dans un système de freinage électromécanique, l'énergie stockée ne fournit pas seulement de l'énergie pour la commande mais aussi pour la transmission d'énergie, laquelle est beaucoup plus consommatrice d'énergie, la durée d'actionnement réduite de 7 s est considérée comme une valeur plus réaliste que celle de 20 s.

c) Paragraphe 1.2.2

77. Les conditions d'essai du paragraphe 1.2.2 sont les mêmes que celles du paragraphe 1.2.2 de la partie A.

d) Paragraphe 1.2.2.3

78. Le paragraphe 1.2.2.3 (partie D) correspond à la version du paragraphe 1.2.2.3 de la partie A de l'annexe 7 telle que modifiée à la cinquième session du Groupe de travail des véhicules automatisés/autonomes et connectés (GRVA), en février 2020.

e) Paragraphe 1.2.2.4

79. Les systèmes de freinage électromécaniques, qui consomment également de l'énergie lorsqu'ils maintiennent à un niveau constant la force de freinage, peuvent réduire ou désactiver la consommation d'énergie du système de freinage de service lorsque le frein de

stationnement est actionné. Par conséquent, au cours de cette procédure d'essai, si le système est doté d'une fonction d'économie d'énergie, celle-ci doit être désactivée.

f) Paragraphe 2 (Capacité du dispositif d'alimentation électrique)

80. La justification de cette proposition ressort de la justification du paragraphe 5.2.1.35.7.

g) Paragraphe 3.1

81. Dans la partie A, la pression « p_2 » correspond à la pression nécessaire pour obtenir l'efficacité prescrite du système de freinage de service lors de l'essai de type 0. Cette pression n'étant pas disponible pour un système de freinage électromécanique, la pression maximale prescrite de 700 kPa dans la conduite d'alimentation à laquelle l'essai du type 0 doit être effectué (voir annexe 4, par. 3.1.3.2) a été prise comme étant la pression p_4 . Avec une pression de 700 kPa dans la conduite d'alimentation, l'efficacité prescrite du freinage de service doit être atteinte. Cette pression est donc l'hypothèse la plus défavorable pour obtenir l'efficacité prescrite du freinage de service.

82. La pression p_3 est la valeur arrondie à 65 % de p_4 .

h) Paragraphe 3.1.4

83. Contrairement à un système de freinage à air comprimé, un système de freinage électromécanique ne possède pas de réservoirs d'air fournissant de l'énergie au système de freinage de service du véhicule automobile. Par conséquent, pour le Règlement ONU n° 13 relatif au freinage, seuls les temps de remplissage respectifs des réserves d'énergie du système de freinage de la remorque (représentées par le dispositif de stockage d'énergie de la remorque attaché) doivent être pris en compte. Le comportement de remplissage d'un éventuel réservoir d'air existant dans le véhicule à moteur est indirectement pris en compte par les temps de remplissage maximums prescrits t_4 et t_5 (étant donné que les symboles t_1 à t_3 sont déjà utilisés dans la partie A de l'annexe 7, les indices suivants « 4 » et « 5 » sont utilisés dans ce paragraphe).

i) Paragraphe 3.3

84. Les prescriptions correspondantes, telles que définies dans la partie A (par. 2.4) concernant les temps de remplissage pour le volume de la remorque attelée, telles que définies au paragraphe 3.2.4 sont reprises.

j) Paragraphe 3.4

85. Au paragraphe 2.5 de la partie A de l'annexe 7, un essai complémentaire est prescrit dans le cas où le véhicule à moteur est équipé d'un ou plusieurs dispositifs de stockage d'énergie pour les équipements auxiliaires dont la capacité totale dépasse 20 % de la capacité totale des dispositifs de stockage d'énergie de freinage pneumatique. Pour un système de freinage électromécanique, la prescription analogue d'un « *essai supplémentaire* » est exigée par le nouveau paragraphe 3.4 de la partie D de l'annexe 7.

86. Ce nouvel « essai complémentaire » du paragraphe 3.4 figure dans la partie D de l'annexe 7, étant donné qu'un système de freinage **électromécanique** peut également comporter des dispositifs de stockage d'énergie **pneumatique** pour les équipements **auxiliaires** alimentés par le même compresseur d'air qui fournit l'air pour le système de freinage à air comprimé de la remorque. Cet essai est donc ajouté (indépendamment de la taille des réservoirs d'air des équipements auxiliaires) pour limiter le temps de remplissage maximal autorisé lorsque **tous** les réservoirs d'air d'un ensemble de véhicules sont remplis.

k) Paragraphe 3.4.2

87. Les prescriptions d'efficacité du freinage énoncées dans le Règlement ONU n° 13 supposent une pression d'au moins 650 kPa dans la conduite d'alimentation. Par conséquent, une défaillance d'un autre système du véhicule (par exemple, une suspension pneumatique)

ne doit pas entraîner l'indisponibilité de ce niveau de pression minimum pour le système de freinage.

88. Le principe général qui sous-tend cette prescription est semblable à celui sur lequel repose la prescription énoncée au paragraphe 5.2.1.15 du Règlement ONU n° 13, selon laquelle une défaillance du système de freinage de la remorque ou l'interruption de la conduite d'alimentation ne peut faire tomber l'efficacité du système de freinage de service du véhicule **à moteur** en dessous d'un certain niveau.

l) Paragraphe 3.4.3.1

89. Les prescriptions correspondantes telles que définies dans la partie A (par. 2.5.2.2) concernant les temps de remplissage sont reprises (voir aussi les conditions d'essai définies au paragraphe 3.4.3.2).

E. Annexe 8

Titre de l'annexe 8

90. Les prescriptions de l'annexe 8 supposent un fluide pour comprimer le ressort afin de desserrer un frein. Par conséquent le champ d'application de cette section est précisé par l'ajout dans le titre des mots « *systèmes de freinage à air comprimé équipés de* ».

F. Annexe 13

a) Paragraphe 1.1.3

91. Au lieu de la « pression dans la conduite de freinage », le paramètre « valeur du signal de demande d'actionnement du frein à la roue » sera utilisé pour modifier les forces de freinage individuelles dans le cadre de la procédure de mesure k.

b) Paragraphe 5.1.1.3

92. La principale prescription prévue par cette disposition est qu'« *aucun dispositif de stockage d'énergie pour la transmission ne doit être chargé* ». La modification rédactionnelle de ce paragraphe indique clairement que cette prescription doit également être satisfaite pour les systèmes de freinage électromécaniques et que cette prescription ne peut être contournée par ces systèmes de freinage par la seule commutation du moteur.
