



Bruxelles, le 15.10.2014  
C(2014) 7410 final

ANNEXES 1 to 7

**ANNEXES**

**au**

**règlement délégué (UE) n° .../.. de la Commission  
du XXX**

**complétant le règlement (UE) n° 167/2013 du Parlement européen et du Conseil en ce  
qui concerne les prescriptions en matière de freinage des véhicules pour la réception des  
véhicules agricoles et forestiers**

## LISTE DES ANNEXES

<b>Annexe n°</b>	<b>Titre de l'annexe</b>	<b>Page n°</b>
I	Prescriptions relatives à la construction et au montage des dispositifs de freinage et des accouplements de freinage de remorque	
II	Prescriptions relatives aux essais et à l'efficacité des systèmes de freinage et des accouplements de freinage de remorque et aux véhicules qui en sont équipés	
III	Prescriptions relatives à la mesure du temps de réponse	
IV	Prescriptions relatives aux sources d'énergie et aux dispositifs de stockage d'énergie des systèmes de freinage et accouplements de freinage de remorque et aux véhicules qui en sont équipés	
V	Prescriptions relatives aux freins à ressort et aux véhicules qui en sont équipés	
VI	Prescriptions relatives aux systèmes de freinage de stationnement équipés d'un dispositif de verrouillage mécanique du cylindre de frein	
VII	Prescriptions d'essais de remplacement concernant les véhicules pour lesquels les essais de type I, de type II ou de type III ne sont pas obligatoires	
VIII	Prescriptions relatives aux essais des systèmes de freinage, dispositifs de freinage et accouplements de freinage de remorque à inertie et des véhicules qui en sont équipés pour ce qui concerne le freinage	
IX	Prescriptions relatives aux véhicules à entraînement hydrostatique et à leurs dispositifs et systèmes de freinage	
X	Prescriptions relatives aux questions de sécurité concernant les systèmes complexes de commande électronique des véhicules	
XI	Prescriptions et procédures d'essais relatives aux systèmes de freinage antiblocage et aux véhicules qui en sont équipés	
XII	Prescriptions relatives au système EBS des véhicules équipés de systèmes de freinage à air comprimé ou des véhicules communiquant des données via les broches 6 et 7 du raccord ISO 7638, ainsi qu'aux véhicules équipés d'un tel système EBS	
XIII	Prescriptions relatives aux liaisons hydrauliques du type à une seule conduite et aux véhicules qui en sont équipés	

## ANNEXE I

### Prescriptions relatives à la construction et au montage des dispositifs de freinage et des accouplements de freinage de remorque

#### 1. Définitions

Aux fins de la présente annexe, on entend:

- 1.1. par «commande en fonction de la force sur l'attelage», un système ou une fonction destiné à équilibrer automatiquement la force de freinage du tracteur et du véhicule tracté;
- 1.2. par «valeur nominale de la demande», une caractéristique de la commande en fonction de la force qui exprime la relation entre le signal au niveau de la tête d'accouplement et la force de freinage, et qui peut être démontrée lors de la réception par type, dans les limites des bandes de compatibilité de l'appendice 1 de l'annexe II;
- 1.3. par «galets de chenille», on entend le système qui transmet le poids du véhicule et du train chenillé au sol via la bande de chenille, qui transmet le couple du système d'entraînement du véhicule à la bande de chenille et qui peut produire un changement de direction de la bande en mouvement;
- 1.4. par «train chenillé», on entend un système comprenant au moins deux galets de chenille espacés d'une certaine distance dans un plan (en ligne) et une bande de chenille continue en métal ou en caoutchouc tournant autour des galets;
- 1.5. par «bande de chenille», on entend une bande flexible continue qui peut absorber des forces de traction longitudinales.

#### 2. Prescriptions concernant la construction et le montage

##### 2.1. Généralités

Dans la présente annexe, sauf mention explicite contraire, la vitesse maximale par construction s'entend comme la vitesse de déplacement du véhicule en marche avant.

##### 2.1.1. Composants, entités techniques distinctes et pièces du système de freinage

2.1.1.1. Les composants, entités techniques distinctes et pièces du système de freinage doivent être conçus, construits et montés de manière à permettre au véhicule, dans des conditions d'utilisation normales et en dépit des vibrations auxquelles il pourrait être soumis, de satisfaire aux exigences mentionnées ci-après.

2.1.1.2. En particulier, les composants, entités techniques distinctes et pièces du système de freinage doivent être conçus, construits et montés de manière à pouvoir résister à la corrosion et aux phénomènes de vieillissement auxquels ils sont exposés.

2.1.1.3. Les garnitures de freins ne doivent pas contenir d'amiante.

2.1.1.4. Il n'est pas permis de monter des composants, des entités techniques distinctes ou des pièces (par exemple des soupapes) qui permettraient à l'utilisateur de modifier l'efficacité du système de freinage du véhicule de telle sorte qu'en service, celui-ci ne respecte pas les prescriptions du présent règlement. Il est permis d'avoir recours à des composants, entités techniques distinctes ou pièces qui ne peuvent être exploités que par le constructeur au moyen d'un outil spécial ou à un scellé inviolable, ou aux deux, pour autant que l'utilisateur du véhicule ne soit pas en mesure de modifier lesdits composants, entités

techniques distinctes ou pièces ou que toute modification apportée par l'utilisateur soit immédiatement identifiable par les autorités chargées de la surveillance de la conformité.

2.1.1.5. Un véhicule tracté doit être équipé d'un dispositif de répartition du freinage en fonction de la charge, sauf dans les cas suivants:

2.1.1.5.1. si un véhicule tracté dont la vitesse maximale par construction ne dépasse pas 30 km/h ne peut, pour des raisons techniques, être équipé d'un dispositif de répartition du freinage en fonction de la charge, il peut être équipé d'un dispositif ayant au moins trois réglages discrets pour le contrôle des forces de freinage;

2.1.1.5.2. dans le cas particulier où un véhicule tracté ne permet, du fait de sa conception, que deux conditions de chargement discrètes («à vide» et «en charge»), il peut n'avoir que deux réglages discrets pour le contrôle des forces de freinage;

2.1.1.5.3. les véhicules de catégorie S dont la machine ne contient pas d'autre charge, matière consommable comprise.

2.1.2. Fonctions du système de freinage

Le système de freinage doit remplir les fonctions suivantes:

2.1.2.1. Système de freinage de service

L'action du système de freinage de service doit être modérable. Le conducteur doit pouvoir obtenir ce freinage de sa place de conduite, sans retirer les mains du dispositif de commande de direction.

2.1.2.2. Système de freinage de secours

Le système de freinage de secours doit permettre d'arrêter le véhicule sur une distance raisonnable en cas de défaillance du système de freinage de service. Sur les tracteurs, cette action de freinage doit être modérable. Le conducteur doit pouvoir obtenir ce freinage de sa place de conduite, tout en gardant au moins une main sur le dispositif de commande de direction. Aux fins des présentes prescriptions, il est supposé qu'il ne peut se produire à la fois plus d'une défaillance du système de freinage de service.

2.1.2.3. Système de freinage de stationnement

Le système de freinage de stationnement doit permettre de maintenir le véhicule immobile sur une pente ascendante ou descendante, même en l'absence du conducteur, les éléments actifs du système de freinage restant alors maintenus en position de serrage au moyen d'un dispositif à action purement mécanique. Le conducteur doit pouvoir obtenir cette action de freinage depuis sa position de conduite, sous réserve, dans le cas d'un véhicule tracté, des prescriptions du point 2.2.2.11.

Le système de freinage de service (pneumatique ou hydraulique) du véhicule tracté et le système de freinage de stationnement du tracteur peuvent être actionnés simultanément, pour autant que le conducteur puisse vérifier, à tout moment, que l'efficacité du système de freinage de stationnement de l'ensemble, obtenue par l'action purement mécanique du système de freinage de stationnement, est suffisante.

2.1.3. Les prescriptions correspondantes de l'appendice 1 de l'annexe II s'appliquent aux véhicules et à leurs systèmes de freinage.

- 2.1.4. Liaisons, pour les systèmes de freinage à air comprimé, entre tracteurs et véhicules tractés
- 2.1.4.1. Les liaisons des systèmes de freinage à air comprimé entre tracteurs et véhicules tractés doivent être conformes aux points 2.1.4.1.1, 2.1.4.1.2 ou 2.1.4.1.3 suivants:
- 2.1.4.1.1. une conduite d'alimentation pneumatique et une conduite de commande pneumatique;
- 2.1.4.1.2. une conduite d'alimentation pneumatique, une conduite de commande pneumatique et une ligne de commande électrique;
- 2.1.4.1.3. une conduite d'alimentation pneumatique et une ligne de commande électrique; tant que des normes techniques uniformes garantissant la compatibilité et la sécurité n'ont pas été arrêtées, les liaisons entre tracteurs et remorques conformément au présent point ne sont pas autorisées.

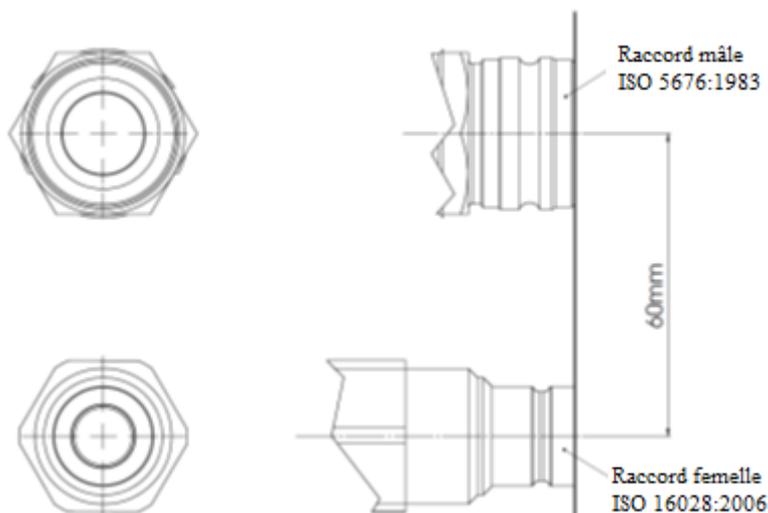
2.1.5. Liaisons entre tracteurs et véhicules tractés avec systèmes de freinage hydrauliques.

2.1.5.1. Types de liaisons

- 2.1.5.1.1. Conduite de commande hydraulique: il s'agit de la conduite de liaison avec le raccord mâle sur le tracteur et le raccord femelle sur le véhicule tracté. Les raccords doivent être conformes à la norme ISO 5676:1983.
- 2.1.5.1.2. Conduite hydraulique supplémentaire: il s'agit de la conduite de liaison avec le raccord mâle sur le tracteur et le raccord femelle sur le véhicule tracté. Les raccords doivent être conformes à la norme ISO 16028:2006, taille 10.
- 2.1.5.1.3. Raccord ISO 7638:2003 (en option). Le raccord ISO 7638:2003 peut être utilisé pour des applications à 5 ou 7 broches, au besoin.

Le positionnement des raccords visés aux points 2.1.5.1.1 et 2.1.5.1.2 doit être effectué sur le tracteur comme illustré à la figure 1.

Figure 1: Conduites de liaison hydrauliques



2.1.5.2. Le moteur tournant et le système de freinage de stationnement du tracteur étant serré à fond:

- 2.1.5.2.1. une pression de  $0^{+100}$  kPa est présente sur la conduite supplémentaire et/ou

- 2.1.5.2.2. une pression comprise entre 11 500 kPa et 15 000 kPa est générée sur la conduite de commande.
- 2.1.5.3. Le moteur tournant et le système de freinage de stationnement du tracteur étant entièrement desserré, une pression comprise entre les valeurs indiquées au point 2.2.1.18.3 doit être présente sur la conduite supplémentaire.
- 2.1.5.4. Le moteur tournant et aucune commande de frein n'étant actionnée sur le tracteur (condition de conduite ou de surplace), la pression fournie à la tête d'accouplement de la conduite de commande doit être celle indiquée au point 2.2.1.18.2.
- 2.1.5.5. Le moteur tournant et le dispositif de commande du frein de service sur le tracteur étant actionné à fond, une pression comprise entre 11 500 kPa et 15 000 kPa doit être générée dans la conduite de commande. Pour mettre sous pression la conduite de commande lors de l'actionnement du frein de service, le tracteur doit être en mesure de satisfaire à la prescription du point 3.6 de l'annexe III.
- 2.1.6. Les conduites flexibles et les câbles reliant les tracteurs et les véhicules tractés font partie du véhicule tracté.
- 2.1.7. Les dispositifs de désactivation qui ne sont pas actionnés automatiquement ne sont pas autorisés.
- 2.1.8. Raccords de contrôle de pression
  - 2.1.8.1. Afin de déterminer les forces de freinage en service de chaque essieu d'un véhicule équipé d'un système de freinage pneumatique, des raccords de contrôle doivent être prévus:
    - 2.1.8.1.1. sur chaque circuit indépendant du système de freinage, en un point facilement accessible et aussi proche que possible du cylindre de frein le plus défavorisé en ce qui concerne le temps de réponse tel que défini dans l'annexe III;
    - 2.1.8.1.2. dans les systèmes de freinage comportant un dispositif de modulation de la pression pneumatique ou hydraulique dans la transmission des freins, comme indiqué au point 6.2 de l'appendice I de l'annexe II, sur la conduite de pression en amont et en aval du dispositif, en des points aussi proches de celui-ci que possible. Si ce dispositif est pneumatique, un raccord de contrôle de pression supplémentaire est exigé en vue de simuler les conditions en charge. En l'absence d'un tel dispositif, un seul raccord de contrôle de pression, équivalant au raccord en aval susmentionné, est exigé. Ces raccords doivent être disposés de manière à être facilement accessibles du sol ou de l'intérieur du véhicule;
    - 2.1.8.1.3. à l'emplacement facilement accessible le plus proche du dispositif de stockage d'énergie le moins favorablement placé au sens du point 2.4 de l'annexe IV, section A;
    - 2.1.8.1.4. sur chaque circuit indépendant du système de freinage de manière qu'il soit possible de contrôler les pressions d'entrée et de sortie de l'ensemble de la conduite de transmission;
    - 2.1.8.1.5. les raccords de contrôle de pression doivent être conformes au paragraphe 4 de la norme ISO 3583:1984.
- 2.2. Exigences des systèmes de freinage
  - 2.2.1. Véhicules des catégories T et C
    - 2.2.1.1. L'ensemble des systèmes de freinage dont est équipé le véhicule doit satisfaire aux conditions exigées pour les systèmes de freinage de service, de secours et de stationnement.

Afin d'aider le conducteur à virer (pour permettre un freinage différentiel sur le terrain), le système de freinage de service du tracteur peut consister en deux circuits de freinage indépendants, chacun relié à une pédale de frein droite ou gauche séparée.

Si la fonction de freinage différentiel est activée, il ne doit pas être possible de se déplacer à des vitesses supérieures 40 km/h ou bien, lorsque la vitesse dépasse 40 km/h, la fonction de freinage différentiel doit se désactiver. Ces deux opérations doivent s'effectuer automatiquement.

Si le mode différentiel est activé, l'actionnement du système de freinage de service du véhicule tracté n'est pas requis jusqu'à une vitesse de 12 km/h.

Dans les tracteurs dont les pédales séparées peuvent être reliées manuellement, le conducteur doit pouvoir vérifier facilement depuis sa place de conduite si ces pédales sont reliées ou non.

2.2.1.2. L'équipement assurant le freinage de service, de secours et de stationnement peut avoir des composants communs, pour autant que ceux-ci remplissent les conditions suivantes:

- 2.2.1.2.1. il doit y avoir au moins deux commandes, chacune correspondant à un système de freinage différent, indépendantes l'une de l'autre, aisément accessibles au conducteur de sa place de conduite normale. Pour toutes les catégories de véhicules, tout dispositif de commande de frein (à l'exclusion du dispositif de commande d'un système de freinage d'endurance) doit être conçu de telle sorte qu'il revienne à sa position inactive lorsqu'il est relâché. Cette prescription ne s'applique pas au dispositif de commande de frein de stationnement (ou à la partie correspondante d'un dispositif de commande commun) quand il est verrouillé mécaniquement en position ou est utilisé pour le freinage de secours, ou dans les deux cas;
- 2.2.1.2.2. le dispositif de commande du système de freinage de service doit être indépendant du dispositif de commande du système de freinage de stationnement;
- 2.2.1.2.3. si les systèmes de freinage de service et de secours ont le même dispositif de commande, l'efficacité de la liaison entre ce dispositif de commande et les différents composants des systèmes de transmission ne doit pas pouvoir être altérée après une certaine période d'utilisation;
- 2.2.1.2.4. si les systèmes de freinage de service et de secours ont le même dispositif de commande, le système de freinage de stationnement doit être conçu de telle sorte qu'il puisse être actionné lorsque le véhicule est en mouvement. Cette prescription ne s'applique pas s'il est possible d'actionner, même partiellement, le système de freinage de service du véhicule au moyen d'une commande auxiliaire;
- 2.2.1.2.5. toute rupture d'un élément autre que les freins ou les éléments visés au point 2.2.1.2.7, ou toute autre défaillance dans le système de freinage de service (défaut de fonctionnement, épuisement partiel ou total d'une réserve d'énergie) ne doit pas empêcher le système de freinage de secours, ou la partie du système de freinage de service qui n'est pas affectée par la défaillance, de pouvoir arrêter le véhicule dans les conditions requises pour le freinage de secours;
- 2.2.1.2.6. en particulier, lorsque la commande et la transmission du système de freinage de secours sont communes au système de freinage de service:
  - 2.2.1.2.6.1. si le système de freinage de service est actionné par l'énergie musculaire du conducteur avec l'assistance d'une ou de plusieurs réserves d'énergie, le freinage de secours doit, en cas de défaillance de cette assistance, pouvoir être assuré par l'énergie musculaire du conducteur, avec l'assistance, le cas échéant, des réserves

d'énergie non affectées par la défaillance, la force appliquée sur le dispositif de commande ne dépassant pas les maxima prescrits;

- 2.2.1.2.6.2. si la force et la transmission du freinage de service dépendent exclusivement de l'utilisation, commandée par le conducteur, d'une réserve d'énergie, il doit exister au moins deux réserves d'énergie complètement indépendantes et munies de leurs propres transmissions également indépendantes; chacune d'elles peut n'agir que sur les freins de deux ou plus de deux roues choisies de façon qu'elles puissent assurer, seules, le freinage de secours dans les conditions prescrites et sans compromettre la stabilité du véhicule pendant le freinage; en outre, chacune de ces réserves d'énergie doit être munie d'un dispositif d'alarme. 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;
- 2.2.1.2.6.3. si la force et la transmission du freinage de service sont exclusivement dépendantes d'une réserve d'énergie, une seule réserve d'énergie pour la transmission peut être jugée suffisante, à condition que le freinage de secours prescrit soit assuré par l'énergie musculaire du conducteur agissant sur la commande du frein de service et que les prescriptions du point 2.2.1.5 soient respectées;
- 2.2.1.2.7. certaines pièces, comme la pédale et son support, le maître-cylindre et son ou ses pistons (cas des systèmes hydrauliques), le distributeur (cas des systèmes hydrauliques ou pneumatiques), la timonerie entre la pédale et le maître-cylindre ou le distributeur, les cylindres de freins et leurs pistons (systèmes hydrauliques ou pneumatiques) et les ensembles leviers-cames des freins, ne sont pas considérées comme éléments sujets à rupture si elles sont largement dimensionnées, si elles sont facilement accessibles pour l'entretien et si elles présentent des caractéristiques de sécurité au moins équivalentes à celles requises pour d'autres organes essentiels du véhicule (par exemple, pour la timonerie de direction). Si la défaillance d'une seule de ces pièces peut rendre impossible le freinage du véhicule avec une efficacité au moins égale à celle prescrite pour le freinage de secours, cette pièce doit être en métal ou en un matériau de caractéristiques équivalentes et ne doit pas subir de déformation notable au cours du fonctionnement normal des systèmes de freinage.
- 2.2.1.3. En cas de commandes distinctes pour le système de freinage de service et le système de freinage de secours, la manœuvre simultanée des deux commandes ne doit pas avoir pour résultat de rendre inopérants à la fois le système de freinage de service et le système de freinage de secours, que ce soit lorsque les deux systèmes de freinage sont en bon état de fonctionnement, ou lorsque l'un d'eux a une défaillance.
- 2.2.1.4. Lorsqu'il est fait appel à une énergie autre que l'énergie musculaire du conducteur, la source d'énergie (pompe hydraulique, compresseur d'air, etc.) peut être unique, mais le mode d'entraînement du dispositif constituant cette source doit être aussi sûr que possible.
- 2.2.1.4.1. En cas de défaillance de toute partie de la transmission des systèmes de freinage d'un véhicule comprenant deux circuits de freinage de service satisfaisant aux prescriptions du point 2.2.1.25, 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 et/ou de secours. Cette condition doit être réalisée au moyen de dispositifs automatiques.
- 2.2.1.4.2. En outre, les réservoirs situés en aval de ce dispositif doivent être tels qu'en cas de défaillance dans l'alimentation en énergie, après quatre actionnements à fond de course du dispositif de commande du frein de service, dans les conditions prescrites

au point 1.2 de la section A ou au point 1.2 de la section B ou au point 1.2 de la section C de l'annexe IV, selon le genre de système de freinage, il soit encore possible d'arrêter le véhicule au cinquième actionnement avec l'efficacité prescrite pour le freinage de secours.

- 2.2.1.4.3. Dans le cas des systèmes de freinage hydrauliques avec énergie accumulée, les prescriptions des points 2.2.1.4.1 et 2.2.1.4.2 sont considérées comme respectées lorsqu'il est satisfait aux prescriptions du point 1.2.2 de la partie C de l'annexe IV du présent règlement.
- 2.2.1.4.4. Dans le cas d'un système de freinage de service ne comprenant qu'un seul circuit de freinage de service, il est exigé qu'en cas de défaillance ou d'indisponibilité de la source d'énergie, il soit possible d'arrêter le véhicule au moyen de la commande de freinage de service avec le degré d'efficacité prescrit pour le freinage de secours.
- 2.2.1.5. Les prescriptions des points 2.2.1.2, 2.2.1.4 et 2.2.1.25 doivent être respectées sans recours à un dispositif automatique d'un type tel que son inefficacité risque de ne pas être remarquée du fait qu'il comporte des pièces qui sont normalement au repos et n'ont à fonctionner que lors d'une défaillance dans le système de freinage.
- 2.2.1.6. Sur les véhicules dont la vitesse maximale par construction ne dépasse pas 30 km/h, le système de freinage de service doit agir sur toutes les roues d'au moins un essieu. Dans tous les autres cas, le système de freinage de service doit agir sur toutes les roues du véhicule. Toutefois, dans le cas des véhicules équipés d'un essieu freiné et d'un engagement automatique de la transmission à tous les autres essieux lors du freinage, toutes les roues sont censées être freinées.

Pour les véhicules de catégorie C, cette condition est réputée remplie si tous les galets de chenille du véhicule sont freinés. Pour les véhicules de catégorie C dont la vitesse maximale par construction est inférieure à 30 km/h, cette condition est réputée remplie si au moins un galet de chenille de chaque côté du véhicule est freiné.

Pour les véhicules équipés d'un siège à enfourcher et d'un guidon, le freinage de service peut agir soit sur l'essieu avant, soit sur l'essieu arrière, à condition que toutes les exigences de performances prescrites au point 2 de l'annexe II du présent règlement soient satisfaites.

Pour les tracteurs articulés de catégorie Ta, si un essieu est soumis au freinage et le différentiel est monté entre le frein de service et les roues, toutes les roues de cet essieu sont réputées freinées lorsque l'activation du système de freinage de service verrouille automatiquement le différentiel sur cet essieu.

- 2.2.1.6.1. Efficacité des conduites hydrauliques et de leurs raccords flexibles dans le cas de véhicules ayant un essieu freiné et un enclenchement automatique de la transmission à tous les autres essieux lors du freinage.  
Les conduites des transmissions hydrauliques doivent être capables de résister à une pression de rupture d'au moins quatre fois la pression de service normale maximale (T) spécifiée par le constructeur du véhicule. Les raccords flexibles doivent satisfaire aux normes ISO suivantes: 1402:1994, 6605:1986 et 7751: 1991.
- 2.2.1.7. Si le système de freinage de service agit sur l'ensemble des roues ou galets de chenille du véhicule, l'action doit être adéquatement répartie entre les essieux. Lorsque cette répartition est obtenue par un dispositif qui module la pression dans la transmission des freins, elle doit être conforme aux prescriptions du point 6 de l'appendice 1 de l'annexe II et au point 2.1.8.

- 2.2.1.7.1. Dans le cas de véhicules à plus de deux essieux, afin d'éviter un blocage des roues ou un glaçage des garnitures de frein, la force de freinage sur certains essieux peut être automatiquement ramenée à zéro lors du transport d'une charge très réduite, à condition que le véhicule réponde à toutes les prescriptions d'efficacité stipulées dans l'annexe II.
- 2.2.1.8. L'action du dispositif de freinage de service doit être répartie symétriquement entre les roues ou galets de chenille du même essieu symétriquement par rapport au plan longitudinal médian du véhicule.
- 2.2.1.9. Les systèmes de freinage de service, de secours et de stationnement doivent agir sur des surfaces freinées reliées aux roues de façon permanente par des pièces suffisamment robustes. Aucune surface freinée ne doit pouvoir être désaccouplée des roues; toutefois, un tel désaccouplement est admis dans le cas du système de freinage de stationnement pour autant qu'il soit contrôlé exclusivement par le conducteur depuis son siège de conduite au moyen d'un système ne pouvant entrer en action à cause d'une fuite. Lorsque plus d'un essieu est normalement soumis au freinage dans le cas de véhicules de catégories T et C ayant une vitesse maximale par construction ne dépassant pas 60 km/h, un essieu peut être désaccouplé pour autant que l'activation du système de freinage de service ré-accouple automatiquement cet essieu et qu'en cas de défaillance de l'apport d'énergie ou de défaillance dans la transmission de la commande du dispositif de commande de ré-accouplement, celui-ci se fasse automatiquement.
- 2.2.1.10. Il doit être possible de compenser l'usure des freins de service par un système de rattrapage manuel. Pour les véhicules de catégories Tb et Cb, l'usure des freins de service doit être compensée par un système de rattrapage automatique. En outre, la commande et les éléments de la transmission et des freins doivent posséder une réserve de course et, si nécessaire, des moyens de compensation appropriés tels que, lors d'un échauffement des freins ou après un certain degré d'usure des garnitures, l'efficacité du freinage soit assurée sans nécessité d'un réglage immédiat.

Les véhicules de catégories Ta et Ca ne doivent pas obligatoirement être équipés d'un système de rattrapage automatique de l'usure des freins. Toutefois, si des véhicules de ces catégories sont équipés d'un système de rattrapage automatique de l'usure des freins, ce système doit satisfaire aux mêmes exigences que ceux équipant les véhicules de catégories Tb et Cb.

- 2.2.1.10.1. Les dispositifs de rattrapage automatique d'usure, lorsqu'ils sont présents, doivent être tels qu'après échauffement et refroidissement des freins, ils permettent le roulement libre du véhicule, comme indiqué au point 2.3.4 de l'annexe II, à la suite de l'essai de type I également spécifié au point 1.3 de ladite annexe.

Il doit être possible de contrôler aisément cette usure sur les garnitures des freins de service depuis l'extérieur ou le dessous du véhicule, en n'utilisant que les outils ou l'équipement normalement fournis avec le véhicule, par exemple par les trous de visite prévus à cet effet ou par tout autre moyen. Un signal sonore ou lumineux avertissant le conducteur, à sa place de conduite, que les garnitures ont besoin d'être remplacées est également acceptable.

- 2.2.1.10.2. Les prescriptions des points 2.2.1.10 et 2.2.1.10.1 ne sont pas applicables aux freins à bain d'huile qui sont conçus pour la durée de vie entière du véhicule sans entretiens.

- 2.2.1.11. Dans les systèmes de freinage hydrauliques:

- 2.2.1.11.1. les orifices de remplissage des réservoirs de liquide doivent être aisément accessibles; en outre, les récipients contenant la réserve de liquide doivent être

construits de manière à permettre un contrôle aisé du niveau de la réserve sans qu'il soit nécessaire de les ouvrir. Si cette dernière condition n'est pas remplie, le voyant rouge défini au point 2.2.1.29.1.1 doit appeler l'attention du conducteur sur toute baisse de la réserve de liquide susceptible d'entraîner une défaillance du système de freinage.

- 2.2.1.11.2. Une défaillance dans la transmission hydraulique ayant pour conséquence que l'efficacité prescrite du freinage de service ne peut être assurée doit être signalée au conducteur par un dispositif comprenant un signal d'avertissement, comme spécifié au point 2.2.1.29.1.1. À défaut, l'allumage de ce signal lorsque le liquide contenu dans le réservoir de frein descend en dessous d'un certain niveau défini par le constructeur est permis.
- 2.2.1.11.3. Le type de liquide à utiliser pour les systèmes de freinage à transmission hydraulique doit être indiqué par le symbole représenté à la figure 1 ou 2 de la norme ISO 9128:2006. Le symbole doit être apposé à 100 mm au plus de l'orifice de remplissage des réservoirs de liquide de frein, conformément aux exigences établies sur la base de l'article 17, paragraphe 2, point k, et paragraphe 5, du règlement (UE) n° 167/2013. Des informations supplémentaires peuvent être fournies par les constructeurs. Cette exigence s'applique uniquement aux véhicules ayant un orifice de remplissage séparé pour le liquide du système de freinage.

#### 2.2.1.12. Dispositif d'avertissement

- 2.2.1.12.1. Tout véhicule équipé d'un système de freinage de service alimenté par un réservoir d'énergie doit être muni, s'il est impossible d'obtenir avec ce frein l'efficacité prescrite pour le freinage de secours sans faire usage de l'énergie accumulée, d'un dispositif d'alarme en sus du manomètre éventuel. Ce dispositif d'alarme signale optiquement ou acoustiquement que, dans une partie de l'installation, l'énergie accumulée est tombée à une valeur telle que, sans réalimentation du réservoir et quel que soit l'état de charge du véhicule, il doit rester possible, après quatre actionnements à fond de la commande du frein de service, d'obtenir au cinquième actionnement l'efficacité prescrite pour le freinage de secours (la transmission du frein de service fonctionnant normalement et les freins étant réglés au plus près). Le dispositif d'avertissement doit être raccordé directement et de façon permanente au circuit. Lorsque le moteur fonctionne dans des conditions normales et qu'il n'y a pas de défaillance du système de freinage, le dispositif d'avertissement ne doit pas émettre de signal en dehors de la période nécessaire pour réalimenter le ou les réservoirs d'énergie après le démarrage du moteur.
  - 2.2.1.12.1.1. Toutefois, dans le cas des véhicules qui sont considérés comme satisfaisant aux prescriptions du point 2.2.1.4.1 du seul fait qu'ils satisfont aux prescriptions du point 1.2.2 de la section C de l'annexe VI, le dispositif d'avertissement doit comprendre un signal sonore en plus du signal optique. Il n'est pas nécessaire que ces dispositifs fonctionnent simultanément, pourvu que tous deux soient conformes aux prescriptions ci-dessus et que le signal sonore ne se déclenche pas avant le signal optique.
- 2.2.1.12.2. Ce dispositif acoustique peut être rendu inopérant lorsque le frein de stationnement est actionné ou, au gré du constructeur, lorsque, dans le cas d'une transmission automatique, le sélecteur est placé en position «P», ou dans les deux cas.

2.2.1.13. Sans préjudice des prescriptions du point 2.1.2.3, lorsqu'une source d'énergie auxiliaire est indispensable au fonctionnement d'un système de freinage, la réserve d'énergie doit être telle qu'en cas d'arrêt du moteur ou de défaillance du mode d'entraînement de la source d'énergie, l'efficacité du freinage reste suffisante pour permettre l'arrêt du véhicule dans les conditions prescrites. En outre, si l'action musculaire du conducteur sur le système de freinage de stationnement est renforcée par un dispositif d'assistance, il doit être possible d'actionner le frein de stationnement en cas de défaillance de l'assistance, au besoin en utilisant une réserve d'énergie indépendante de celle assurant normalement cette assistance. Cette réserve d'énergie peut être celle destinée au système de freinage de service.

2.2.1.14. Dans le cas d'un tracteur auquel l'accouplement d'un véhicule tracté équipé d'un frein commandé par le conducteur du tracteur est autorisé, le système de freinage de service du tracteur doit être équipé d'un dispositif conçu de telle façon que si le système de freinage du véhicule tracté est défaillant ou si la conduite d'alimentation (ou tout autre type de raccordement susceptible d'être adopté) entre le tracteur et le véhicule tracté se rompt, il restera possible de freiner le tracteur avec l'efficacité prescrite pour le système de freinage de secours; il est également prescrit, en particulier, que ce dispositif soit monté sur le système de freinage de service du tracteur de manière à s'assurer que le tracteur puisse toujours être freiné par le système de freinage de service avec l'efficacité prescrite pour le système de freinage de secours.

2.2.1.15. L'équipement auxiliaire pneumatique ou hydraulique doit être automatiquement alimenté en énergie de telle façon que, durant son fonctionnement, les valeurs d'efficacité prescrites puissent être atteintes et que même en cas d'endommagement de la source d'énergie, le fonctionnement de l'équipement auxiliaire ne puisse amener les réserves d'énergie alimentant les systèmes de freinage à descendre en dessous du niveau indiqué au point 2.2.1.12.

2.2.1.16. Un tracteur autorisé à remorquer un véhicule de catégorie R2, R3, R4 ou S2 doit remplir les conditions suivantes:

2.2.1.16.1. lorsque le système de freinage de service du tracteur est actionné, un freinage modérable doit également être assuré sur le véhicule tracté (voir également point 2.2.1.18.4);

2.2.1.16.2. lorsque le système de freinage de secours du tracteur entre en action, un freinage du véhicule tracté doit également être assuré. Dans le cas de tracteurs de catégories Tb et Cb, cette action de freinage doit être modérable;

2.2.1.16.3. En cas de défaillance du système de freinage de service du tracteur et si ce système est constitué d'au moins deux parties indépendantes, la ou les parties qui ne sont pas affectées par cette défaillance doivent pouvoir actionner complètement ou partiellement les freins du véhicule tracté. Cette prescription ne s'applique pas lorsque les deux parties indépendantes consistent en une partie freinant les roues de gauche et une partie freinant les roues de droite, une telle configuration visant à permettre un freinage différentiel pour le virage sur le terrain. Si, dans ce dernier cas, le système de freinage de service du tracteur subit une défaillance, alors le système de freinage de secours doit être capable d'actionner complètement ou partiellement les freins du véhicule tracté. Si cette fonction est assurée par une soupape qui est normalement en position repos, l'utilisation d'une telle soupape n'est admise que si

son bon fonctionnement peut être facilement contrôlé par le conducteur sans l'utilisation d'outils, soit de l'intérieur de la cabine, soit de l'extérieur du véhicule.

- 2.2.1.17. Exigences supplémentaires dans le cas de tracteurs autorisés à tracter des véhicules équipés d'un système de freinage à air comprimé.
- 2.2.1.17.1. En cas de défaillance (rupture, par exemple) de l'une des conduites de liaison pneumatique, ou d'interruption ou de défaut de la ligne de commande électrique, il doit néanmoins être possible au conducteur d'actionner complètement ou partiellement les freins du véhicule tracté au moyen de la commande du frein de service, de la commande du frein de secours ou de la commande du frein de stationnement, sauf si ladite défaillance cause automatiquement le freinage du véhicule tracté avec l'efficacité prescrite au point 3.2.3 de l'annexe II.
- 2.2.1.17.2. Le freinage automatique défini au point 2.2.1.17.1 est considéré comme satisfaisant lorsque les conditions suivantes sont remplies:
- 2.2.1.17.2.1. lorsque le dispositif de commande de frein utilisé parmi ceux mentionnés au point 2.2.1.17.1 est actionné à fond, la pression dans la conduite d'alimentation doit tomber à 150 kPa dans les deux secondes qui suivent; de plus, lorsque la commande de frein est relâchée, la pression dans la conduite d'alimentation doit être rétablie;
- 2.2.1.17.2.2. lorsque la conduite d'alimentation est vidée à un taux égal ou supérieur à 100 kPa par seconde, le freinage automatique du véhicule tracté doit commencer à entrer en action avant que la pression dans la conduite d'alimentation soit tombée à 200 kPa.
- 2.2.1.17.3. En cas de défaillance de l'une des conduites de commande reliant deux véhicules équipés conformément au point 2.1.4.1.2, la conduite de commande non affectée doit automatiquement assurer le freinage avec l'efficacité prescrite pour le véhicule tracté au point 3.2.3 de l'annexe II.
- 2.2.1.17.4. Dans le cas d'un système de freinage de service pneumatique comprenant deux parties indépendantes ou plus, toute fuite entre ces parties au niveau de la commande ou en aval de celle-ci doit être évacuée dans l'atmosphère de façon continue.
- 2.2.1.18. Exigences supplémentaires dans le cas de tracteurs autorisés à tracter des véhicules équipés d'un système de freinage hydraulique.
- 2.2.1.18.1. La pression fournie aux deux têtes d'accouplement lorsque le moteur ne tourne pas doit toujours être égale à 0 kPa.
- 2.2.1.18.2. La pression fournie à la tête d'accouplement de la conduite de commande alors que le moteur tourne et qu'aucune force de commande de freinage n'est appliquée doit être de  $0^{+200}$  kPa.
- 2.2.1.18.3. Lorsque le moteur tourne, il doit être possible de générer, à la tête d'accouplement de la conduite supplémentaire, une pression d'au moins 1 500 kPa, mais n'excédant pas 3 500 kPa.
- 2.2.1.18.4. Par dérogation aux prescriptions du point 2.2.1.16.1, une action de freinage modérable sur le véhicule tracté n'est requise que lorsque le système de freinage de service du tracteur est actionné alors que le moteur tourne.
- 2.2.1.18.5. En cas de défaillance (rupture ou fuite, par exemple) dans la conduite supplémentaire, il doit néanmoins être possible au conducteur d'actionner complètement ou partiellement les freins du véhicule tracté au moyen de la commande du système de freinage de service ou de celle du système de freinage de

stationnement, sauf si ladite défaillance cause automatiquement le freinage du véhicule tracté avec l'efficacité prescrite au point 3.2.3 de l'annexe II.

2.2.1.18.6. En cas de défaillance (rupture ou fuite, par exemple) dans la conduite de commande, la pression dans la conduite supplémentaire doit tomber à 1 000 kPa dans les deux secondes qui suivent le moment où la commande du frein de service a été actionnée à fond; de plus, lorsque la commande du frein de service est relâchée, la pression dans la conduite supplémentaire doit être rétablie (voir également point 2.2.2.15.3).

2.2.1.18.7. La pression dans la conduite supplémentaire doit tomber de sa valeur maximale à  $0^{+300}$  kPa dans la seconde qui suit le moment où la commande de freinage de stationnement a été actionnée à fond.

Afin de vérifier le temps d'évacuation, la conduite supplémentaire du simulateur de véhicule tracté, conforme au point 3.6.2.1 de l'annexe III est raccordée à la ligne supplémentaire du tracteur.

Les accumulateurs du simulateur sont ensuite chargés à la valeur maximale générée par le tracteur, moteur tournant et dispositif de purge (point 1.1 de l'appendice 2 de l'annexe III) fermé à fond.

2.2.1.18.8. Afin de pouvoir brancher et débrancher les conduites de liaison hydrauliques même lorsque le moteur tourne et que le système de freinage de stationnement est engagé, un dispositif approprié peut être monté sur le tracteur.

Ce dispositif doit être conçu et construit de telle sorte que la pression dans les conduites de liaison revienne positivement à la position de repos dès que la commande (un bouton-poussoir, par exemple) du dispositif est automatiquement relâchée (par exemple, la soupape revient automatiquement à sa position de fonctionnement normal).

2.2.1.18.9. Les tracteurs remorquant un véhicule de catégorie R ou S qui ne peut satisfaire aux exigences d'efficacité de freinage du système de freinage de service et/ou du système de freinage de stationnement et/ou du système de freinage automatique qu'avec l'assistance de l'énergie accumulée dans un dispositif de stockage d'énergie hydraulique doivent être équipés d'un raccord ISO 7638:2003 afin de pouvoir indiquer le niveau bas de la réserve d'énergie sur le véhicule tracté, reçue par ce dernier, comme indiqué au point 2.2.2.15.1.1 par le signal d'avertissement distinct via la broche 5 du raccord électrique conforme à la norme ISO 7638:2003 spécifié au point 2.2.1.29.2.2 (voir également point 2.2.2.15.1). Le raccord ISO 7638:2003 peut être utilisé pour des applications à 5 ou 7 broches, selon le cas.

2.2.1.19. Dans le cas d'un tracteur autorisé à tracter un véhicule de catégorie R3, R4 ou S2, le système de freinage de service du véhicule tracté ne peut être actionné que conjointement avec le système de freinage de service, de secours ou de stationnement du tracteur. L'actionnement automatique des seuls freins du véhicule tracté est toutefois permis s'il est commandé automatiquement par le tracteur à seule fin de stabiliser le véhicule.

2.2.1.19.1. Par dérogation au point 2.2.1.19, afin d'améliorer la conduite de l'ensemble de véhicules en modifiant la force de l'accouplement entre le tracteur et le véhicule tracté, il est permis que les freins du véhicule tracté soient actionnés automatiquement pendant un laps de temps de 5 secondes maximum sans que le système de freinage de service, de secours ou de stationnement du tracteur soit actionné.

2.2.1.20. Si les prescriptions du point 3.1.3 de l'annexe II ne peuvent être respectées qu'en satisfaisant aux conditions spécifiées au point 3.1.3.4.1.1 de l'annexe II, alors:

2.2.1.20.1. dans le cas d'un système de freinage à air comprimé, une pression dans la conduite de commande (ou la valeur numérique équivalente) d'au moins 650 kPa doit être transmise lorsqu'un unique dispositif de commande est actionné à fond et qu'il engage également le système de freinage de stationnement du tracteur. Ce sera également le cas lorsque le commutateur d'allumage/démarrage a été éteint et/ou la clé a été retirée;

2.2.1.20.2. dans le cas d'un système de freinage hydraulique, lorsqu'un unique dispositif de commande est actionné à fond, une pression de  $0^{+100}$  kPa doit être générée sur la conduite supplémentaire.

2.2.1.21. Systèmes de freinage antiblocage pour tracteurs de catégorie Tb

2.2.1.21.1. Les tracteurs de catégorie Tb dont la vitesse maximale par construction est supérieure à 60 km/h doivent être équipés de systèmes de freinage antiblocage de catégorie 1 conformément aux prescriptions de l'annexe XI.

2.2.1.21.2. Les tracteurs de catégorie Tb dont la vitesse maximale par construction est supérieure à 40 km/h et ne dépasse pas 60 km/h doivent être équipés de systèmes de freinage antiblocage de catégorie 1 conformément aux prescriptions de l'annexe XI.

a) pour les nouveaux types de véhicule à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2020 et

b) pour les nouveaux véhicules à partir du 1<sup>er</sup> janvier 2021.

2.2.1.22. Les tracteurs autorisés à tracter un véhicule équipé d'un système de freinage antiblocage doivent être équipés d'un raccord électrique spécial, conforme à la norme ISO 7638:2003, pour la transmission de commande électrique. Le raccord ISO 7638:2003 peut être utilisé pour des applications à 5 ou 7 broches, selon le cas.

2.2.1.23. Si des tracteurs non mentionnés aux points 2.2.1.21.1 et 2.2.1.21.2 sont équipés de systèmes de freinage antiblocage, ils doivent être conformes aux prescriptions de l'annexe XI.

2.2.1.24. Les prescriptions de l'annexe X s'appliquent pour les questions de sécurité relatives à tous les systèmes complexes de commande électronique du véhicule qui assurent la transmission de commande de la fonction de freinage ou en font partie, y compris ceux qui utilisent le ou les systèmes de freinage pour le freinage à commande automatique ou le freinage sélectif.

2.2.1.25. Dans le cas des tracteurs de catégorie Tb dont la vitesse maximale par construction est supérieure à 60 km/h, le système de freinage de service doit, qu'il soit ou non combiné au système de freinage de secours, être tel qu'en cas de défaillance d'une partie de sa transmission, il reste possible de freiner un nombre suffisant de roues par action sur la commande du système de freinage de service; ces roues doivent être choisies de façon que l'efficacité résiduelle du système de freinage de service satisfasse aux prescriptions du point 3.1.4 de l'annexe II.

La ou les parties qui ne sont pas affectées par cette défaillance doivent pouvoir actionner complètement ou partiellement les freins du véhicule tracté.

2.2.1.25.1. La défaillance d'une partie d'un système de transmission hydraulique doit être signalée au conducteur par un dispositif comprenant un signal d'avertissement rouge comme défini au point 2.2.1.29.1.1. À défaut, l'allumage de ce signal lorsque le

liquide contenu dans le réservoir de frein descend en dessous d'un certain niveau défini par le constructeur est permis.

#### 2.2.1.26. Dispositions supplémentaires spéciales pour la transmission électrique du système de freinage de stationnement

- 2.2.1.26.1. Tracteurs dont la vitesse maximale par construction est supérieure à 60 km/h
  - 2.2.1.26.1.1. En cas de défaillance de la transmission électrique, tout actionnement involontaire du système de freinage de stationnement doit être évité.
  - 2.2.1.26.1.2. En cas de défaillance électrique de la commande ou de rupture du câblage de la transmission de commande électrique en dehors de l'unité (des unités) de commande électronique, à l'exclusion de la réserve d'énergie, il doit encore être possible d'actionner le frein de stationnement depuis le siège du conducteur et donc de maintenir immobile le véhicule chargé sur une pente de 8 %.
- 2.2.1.26.2. Tracteurs dont la vitesse maximale par construction ne dépasse pas 60 km/h
  - 2.2.1.26.2.1. En cas de défaillance électrique de la commande ou de rupture du câblage de la transmission de commande électrique en dehors de l'unité (des unités) de commande, à l'exclusion de la réserve d'énergie,
    - 2.2.1.26.2.1.1. tout actionnement involontaire du système de freinage de stationnement doit être évité lorsque la vitesse du véhicule dépasse 10 km/h;
    - 2.2.1.26.2.1.2. il doit encore être possible d'actionner le frein de stationnement à partir du siège du conducteur et donc de maintenir le véhicule chargé immobile sur une pente de 8 %.
- 2.2.1.26.3. À titre de variante aux prescriptions concernant l'efficacité du frein de stationnement conformément aux points 2.2.1.26.1.2 et 2.2.1.26.2.1, l'actionnement automatique du frein de stationnement est admis lorsque le véhicule est à l'arrêt, à condition que le niveau d'efficacité ci-dessus soit atteint et que le frein de stationnement reste serré quelle que soit la position du contacteur d'allumage (de démarrage). Le frein de stationnement doit automatiquement se desserrer lorsque le conducteur remet le véhicule en marche.
- 2.2.1.26.4. Il doit également 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.
- 2.2.1.26.5. Toute rupture du câblage de la transmission électrique ou toute défaillance électrique de la commande du frein de stationnement doit être signalée au conducteur au moyen du signal d'avertissement jaune défini au point 2.2.1.29.1.2. Lorsque la cause est une rupture du câblage de la transmission de commande électrique du frein de stationnement, le signal d'avertissement jaune doit s'allumer instantanément ou, dans le cas de tracteurs dont la vitesse maximale par construction ne dépasse pas 60 km/h, au plus tard au moment de l'actionnement de la commande du frein concerné. En outre, toute défaillance électrique de la commande ou rupture du câblage en dehors de l'unité (des unités) de commande électronique, à l'exclusion de la réserve d'énergie, doit être indiquée au conducteur par le clignotement du signal d'avertissement défini au point 2.2.1.29.1.1, aussi longtemps que le contact d'allumage (démarrage) est mis, et au moins encore 10 secondes après la coupure du contact, et aussi longtemps que la commande est sur la position «en fonction».

Cependant, si le système du frein de stationnement détecte que le frein de stationnement est correctement activé, le clignotement du signal d'avertissement peut

être supprimé et un signal d'avertissement non clignotant sera utilisé pour indiquer «frein de stationnement serré».

Si l'actionnement du système de freinage de stationnement est normalement indiqué au moyen d'un signal d'avertissement distinct, satisfaisant à toutes les prescriptions du point 2.2.1.29.3, ledit signal doit être utilisé de façon à satisfaire aux prescriptions ci-dessus applicables au signal de couleur rouge.

2.2.1.26.6. 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 cette réserve d'énergie est aussi utilisée par le frein de service, les dispositions du point 4.1.7 de l'annexe XII s'appliquent.

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

Le desserrage du système de freinage de stationnement est permis si la commande doit être été déverrouillée mécaniquement afin de pouvoir desserrer le système de freinage de stationnement.

2.2.1.27. Les prescriptions de l'annexe XII s'appliquent aux véhicules équipés de système de frein à commande électronique (EBS) ou aux véhicules avec «communication de données» via les broches 6 et 7 du raccord ISO 7638.

2.2.1.28. Prescriptions spéciales concernant la commande du freinage en fonction de la force sur l'attelage

2.2.1.28.1. La commande du freinage en fonction de la force sur l'attelage n'est permise que sur le tracteur.

2.2.1.28.2. La commande de freinage en fonction de la force sur l'attelage doit avoir pour effet de réduire l'écart entre le taux de freinage dynamique du véhicule tracteur et celui du véhicule tracté. Le fonctionnement de cette commande doit être vérifié au moment de la réception par type selon une méthode à convenir entre le constructeur du véhicule et le service technique. Des informations sur la méthode utilisée et les résultats de la vérification doivent être annexés au procès-verbal de réception par type.

2.2.1.28.2.1. La commande de freinage en fonction de la force sur l'attelage peut commander le taux de freinage TM/FM (point 2 de l'appendice 1 de l'annexe II) et/ou la ou les valeurs de freinage demandées pour le véhicule tracté. Dans le cas d'un tracteur équipé de deux conduites de commande conformément au point 2.1.4.1.2 de la présente annexe, les deux signaux doivent faire l'objet de réglages de commande analogues.

2.2.1.28.2.2. La commande de freinage en fonction de la force sur l'attelage ne doit pas empêcher l'utilisation de la pression maximale possible de freinage.

2.2.1.28.3. Le véhicule doit satisfaire aux prescriptions de compatibilité en charge de l'appendice 1 de l'annexe II, mais pour satisfaire aux dispositions du point 2.2.1.28.2, le véhicule peut déroger à ces prescriptions lorsque la commande du freinage en fonction de la force sur l'attelage est en action.

- 2.2.1.28.4. Toute défaillance de la commande du freinage en fonction de la force sur l'attelage doit être détectée et signalée au conducteur au moyen du signal d'avertissement jaune défini au point 2.2.1.29.1.2. En cas de défaillance, les dispositions pertinentes de l'appendice 1 de l'annexe II doivent être respectées.
- 2.2.1.28.5. L'action de compensation par le système de commande du freinage en fonction de la force sur l'attelage doit être indiquée au moyen du signal d'avertissement jaune défini au point 2.2.1.29.1.2 si elle s'écarte de plus de 150 kPa (pneumatique) ou de 2 600 kPa (hydraulique), respectivement, de la valeur nominale demandée, jusqu'à une limite, en pm, de 650 kPa (ou la valeur numérique équivalente) ou de 11 500 kPa (hydraulique), respectivement. Au-dessus de 650 kPa ou de 11 500 kPa (hydraulique), respectivement, le signal doit être donné si l'action de compensation est telle que le point de travail se situe en dehors de la bande de compatibilité en charge, comme indiqué dans l'appendice 1 de l'annexe II pour les tracteurs.
- 2.2.1.28.6. Le système de commande en fonction de la force sur l'attelage ne doit s'appliquer qu'aux forces sur l'attelage produites par le système de freinage de service du tracteur et du véhicule tracté. Les forces sur l'attelage résultant de l'action des systèmes de freinage d'endurance ne doivent pas être compensées par le système de freinage de service du tracteur ni du véhicule tracté. Les systèmes de freinage d'endurance ne sont pas considérés comme faisant partie des systèmes de freinage de service.
- 2.2.1.29. Signal d'avertissement en cas de défaillance ou de défaut du système de freinage
- Les prescriptions relatives aux signaux d'avertissement optiques dont la fonction est d'indiquer au conducteur certains défauts ou défaillances dans les organes du système de freinage du tracteur ou du véhicule tracté sont énoncées aux points 2.2.1.29.1 – 2.2.1.29.6.3. La fonction de ces signaux doit être exclusivement d'indiquer des défauts ou défaillances dans les organes du système de freinage. Le signal d'avertissement optique décrit au point 2.2.1.29.6 peut toutefois être utilisé en plus pour indiquer des défauts ou défaillances dans les organes de roulement.
- 2.2.1.29.1. Les tracteurs doivent être capables de produire des signaux d'avertissement lumineux en cas de défaillance ou de défaut du système de freinage, comme suit:
- 2.2.1.29.1.1. un signal d'avertissement rouge conforme aux prescriptions établies sur la base de l'article 18, paragraphe 2, points l), s) et q), et paragraphe 4, du règlement (UE) n° 167/2013, indiquant des défaillances dans le système de freinage du véhicule, comme spécifié dans d'autres points de la présente annexe et dans les annexes V, VII, IX et XIII, qui empêchent le système de freinage de service d'atteindre l'efficacité prescrite ou mettent hors d'état de fonctionner au moins l'un des deux circuits indépendants de freinage de service;
- 2.2.1.29.1.2. le cas échéant, un voyant jaune, conforme aux prescriptions établies sur la base de l'article 18, paragraphe 2, points l), s) et q), et paragraphe 4, du règlement (UE) n° 167/2013, indiquant un défaut détecté électriquement du système de freinage du véhicule, qui n'est pas indiqué par le signal d'avertissement visé au point ci-dessus.
- 2.2.1.29.2. Les tracteurs équipés d'une ligne de commande électrique et/ou autorisés à tracter un véhicule équipé d'une transmission de commande électrique doivent être capables de fournir un signal d'avertissement distinct, conformément aux prescriptions établies sur la base de l'article 18, paragraphe 2, points l), s) et q), et paragraphe 4, du règlement (UE) n° 167/2013, pour indiquer un défaut dans la transmission de commande électrique du système de freinage du véhicule tracté. Le signal doit être

actionné depuis le véhicule tracté par l'intermédiaire de la broche 5 du raccord électrique conforme à la norme ISO 7638:2003 et, dans tous les cas, le signal transmis par le véhicule tracté doit être affiché sans retard ni modification par le tracteur. Ce signal d'avertissement ne doit pas s'allumer lorsque le véhicule est attelé à un véhicule tracté dépourvu de ligne de commande électrique et/ou de transmission de commande électrique ou lorsqu'il n'est pas attelé à un véhicule tracté. Cette fonction doit être automatique.

- 2.2.1.29.2.1. Sur un tracteur équipé d'une ligne de commande électrique, lorsqu'il est relié électriquement à un véhicule tracté équipé d'une ligne de commande électrique, le signal d'avertissement défini au point 2.2.1.29.1.1 doit également être utilisé pour indiquer certaines défaillances spécifiées du système de freinage du véhicule tracté, chaque fois que le véhicule tracté communique des informations relatives à une défaillance via la partie communication de données de la ligne de commande électrique. Cette indication s'ajoute au signal d'avertissement défini au point 2.2.1.29.2. Au lieu d'utiliser le signal d'avertissement défini au point 2.2.1.29.1.1 en combinaison avec le signal d'avertissement mentionné ci-dessus, le tracteur peut être équipé d'un signal d'avertissement distinct, conformément aux prescriptions établies sur la base de l'article 18, paragraphe 2, points l), s) et q), et paragraphe 4, du règlement (UE) n° 167/2013, pour indiquer une telle défaillance dans le système de freinage du véhicule tracté.
- 2.2.1.29.2.2. Les tracteurs équipés d'un raccord électrique conforme à la norme ISO 7638:2003 afin de pouvoir indiquer le faible niveau de l'énergie accumulée sur le véhicule tracté comme exigé par les points 2.2.2.15.1.1 et 2.2.2.15.2, doivent afficher le signal d'avertissement jaune distinct mentionné au point 2.2.1.29.2 pour informer le conducteur lorsque le signal d'avertissement est transmis au tracteur par le véhicule tracté via la broche 5 du raccord électrique conforme à la norme ISO 7638:2003.
- 2.2.1.29.3. Sauf indication contraire:
  - 2.2.1.29.3.1. toute panne ou défaillance spécifiée doit être signalée au conducteur au moyen du ou des signaux d'avertissement susmentionnés au plus tard au moment où il actionne le dispositif de commande de freinage concerné;
  - 2.2.1.29.3.2. le ou les signaux d'avertissement doivent rester allumés aussi longtemps que la panne ou la défaillance persiste et que le contact est mis;
  - 2.2.1.29.3.3. le signal d'avertissement doit être continu (et non pas clignotant).
  - 2.2.1.29.4. Les signaux d'avertissement doivent être visibles, même en plein jour; leur bon état doit pouvoir être aisément vérifié par le conducteur depuis son siège; la défaillance d'un élément des dispositifs d'avertissement ne doit pas nuire à l'efficacité du système de freinage.
- 2.2.1.29.5. Le ou les signaux susmentionnés doivent s'allumer lorsque les circuits électriques du véhicule (et son système de freinage) sont mis sous tension. Lorsque le véhicule est à l'arrêt, le système de freinage doit vérifier qu'aucune des défaillances ou pannes spécifiées ci-dessus n'est présente avant l'extinction des voyants. Les défaillances ou les pannes spécifiées qui sont censées déclencher les signaux mentionnés ci-dessus, mais qui ne sont pas détectées dans des conditions statiques, doivent être enregistrées

au moment de leur détection et s'afficher au moment du démarrage et aussi longtemps que le contact est mis et que la défaillance ou la panne persiste.

2.2.1.29.6. Les défaillances ou les pannes non spécifiées, ainsi que d'autres informations concernant les freins et le train de roulement du tracteur, peuvent être indiqués au moyen du signal défini au point 2.2.1.29.1.2, pourvu que toutes les conditions ci-dessous soient remplies:

2.2.1.29.6.1. le véhicule est immobile;

2.2.1.29.6.2. après le premier actionnement du système de freinage et une fois que le signal a indiqué que, conformément à la procédure indiquée au point 2.2.1.29.5, aucune défaillance ou panne spécifiée n'est apparue, et

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

2.2.1.30. Les défaillances de la transmission de commande électrique ne doivent pas avoir pour effet d'actionner les freins contre la volonté du conducteur.

2.2.1.31. Les tracteurs équipés d'un entraînement hydrostatique doivent satisfaire aux prescriptions de la présente annexe ou à celles de l'annexe IX.

2.2.2. Véhicules de catégories R et S

2.2.2.1. Les véhicules de catégories R1a, R1b (dont la somme des masses techniquement admissibles par essieu ne dépasse pas 750 kg), S1a et S1b (dont la somme des masses techniquement admissibles par essieu ne dépasse pas 750 kg) ne doivent pas être équipés d'un système de freinage de service. Toutefois, si des véhicules de ces catégories sont équipés d'un système de freinage de service, ce système doit satisfaire aux mêmes exigences que ceux équipant les véhicules de catégorie R2 ou S2, selon le cas.

2.2.2.2. Les véhicules de catégories R1b et S1b (dont la somme des masses techniquement admissibles par essieu dépasse 750 kg) et R2 doivent être équipés d'un système de freinage de service de type continu ou semi-continu ou de type à inertie. Toutefois, si les véhicules de ces catégories ont un système de freinage de service de type continu ou semi-continu, ils doivent satisfaire aux mêmes exigences que ceux de catégorie R3.

2.2.2.3. Lorsqu'un véhicule tracté appartient à la catégorie R3, R4 ou S2, le système de freinage de service doit être de type continu ou semi-continu.

2.2.2.3.1. Par dérogation aux prescriptions du point 2.2.2.3, un système de freinage de type à inertie peut équiper des véhicules de catégories R3a et S2a dont la masse maximale ne dépasse pas 8 000 kg pour autant que les conditions suivantes soient remplies:

2.2.2.3.1.1. vitesse maximale par construction ne dépassant pas 30 km/h lorsque les freins n'agissent pas sur toutes les roues;

2.2.2.3.1.2. vitesse maximale par construction ne dépassant pas 40 km/h lorsque les freins agissent sur toutes les roues;

2.2.2.3.1.3. une plaque durable (d'un diamètre de 150 mm) doit être apposée à l'arrière des remorques de catégorie R3a, équipées de freins à inertie, pour indiquer la vitesse maximale par construction. La plaque doit donc indiquer 30 ou 40 km/h, selon le cas, ou 20 ou 25 mph dans les États membres où les unités impériales sont toujours en usage.

2.2.2.4. Le système de freinage de service:

2.2.2.4.1. doit agir sur au moins deux roues de chaque essieu dans le cas des véhicules tractés de catégories Rb et Sb;

2.2.2.4.2. doit répartir de manière appropriée son action entre les essieux;

2.2.2.4.3. doit comporter dans l'un au moins des réservoirs d'air un dispositif de purge et d'évacuation situé à un emplacement approprié et facilement accessible.

2.2.2.5. L'action de chaque système de freinage doit être répartie entre les roues de chaque essieu symétriquement par rapport au plan médian longitudinal du véhicule tracté.

2.2.2.5.1. Cependant, dans le cas d'un véhicule présentant des charges sensiblement différentes sur les roues entre le côté gauche et le côté droit du véhicule, l'action du système de freinage peut dévier de la répartition symétrique de la force de freinage dans la même mesure.

2.2.2.6. Les défaillances de la transmission de commande électrique ne doivent pas avoir pour effet d'actionner les freins contre la volonté du conducteur.

2.2.2.7. Les surfaces freinées nécessaires pour atteindre l'efficacité prescrite doivent être constamment en contact avec les roues, de façon rigide ou par l'intermédiaire de pièces non susceptibles de défaillance.

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

2.2.2.8.1. Le rattrapage de l'usure doit être automatique pour les freins de service. Le montage d'un dispositif de réglage automatique est toutefois facultatif pour les véhicules de catégories R1, R2, R3a, S1 et S2a. Les freins équipés d'un dispositif de réglage automatique doivent, après échauffement puis refroidissement, permettre le roulement libre du véhicule au sens du point 2.5.6 de l'annexe II après l'essai de type I ou de type III, également définis dans ladite annexe, selon le cas.

2.2.2.8.1.1. Dans le cas des véhicules tractés de catégories:

- R3a, R4a, S2a, et

- R3b, R4b, S2b lorsque la somme des masses techniquement admissibles par essieu ne dépasse pas 10 000 kg,

les exigences d'efficacité du point 2.2.2.8.1 sont réputées satisfaites si les conditions énoncées au point 2.5.6 de l'annexe II sont remplies. Tant qu'un mode opératoire uniforme n'a pas été retenu pour l'évaluation du fonctionnement du dispositif de réglage automatique, on considère qu'il est satisfait à la condition concernant le roulement libre lorsque cette condition est effectivement remplie pendant tous les essais de freins prescrits pour la remorque.

2.2.2.8.1.2. Dans le cas de véhicules tractés de catégories R3b, R4b, S2b, lorsque la somme des masses techniquement admissibles par essieu dépasse 10 000 kg, les exigences d'efficacité du point 2.2.2.8.1 sont réputées satisfaites si les conditions du point 2.5.6 de l'annexe II sont remplies.

2.2.2.9. Le système de freinage doit être tel que l'arrêt du véhicule tracté est assuré automatiquement en cas de rupture de l'attelage pendant la marche.

- 2.2.2.9.1. Les véhicules des catégories R1 et S1, sans système de freinage, doivent être équipés, en plus du dispositif d'attelage principal, d'un attelage secondaire (chaîne, câble, etc.) qui, en cas de rupture de l'attelage principal, puisse empêcher le timon de toucher le sol et assurer un certain guidage résiduel du véhicule tracté.
- 2.2.2.9.2. Les véhicules des catégories R1, R2, R3a, S1 et S2a pourvus d'un système de freinage à inertie doivent être équipés d'un dispositif (chaîne, câble, etc.) qui, en cas de rupture de l'attelage, puisse actionner les freins du véhicule tracté.
- 2.2.2.9.3. Sur les véhicules tractés équipés d'un système de freinage hydraulique, les conduites de liaison, telles que définies aux points 2.1.5.1.1 et 2.1.5.1.2, doivent se débrancher, sur le tracteur ou sur le véhicule tracté, sans fuite significative durant la séparation de l'attelage. La force nécessaire pour débrancher une seule conduite de liaison ne doit pas dépasser les valeurs indiquées dans la norme ISO 5675:2008. Contrairement à ce qui est prescrit au paragraphe 4.2.4 de cette norme, la force nécessaire pour débrancher les deux conduites ne doit pas dépasser 2 500 N.
- 2.2.2.10. Sur tout véhicule tracté qui doit être équipé d'un système de freinage de service, le freinage de stationnement doit également être assuré, même si le véhicule tracté est séparé du tracteur. Le système de freinage de stationnement doit pouvoir être actionné depuis le sol par une personne debout.
- 2.2.2.11. Si le véhicule tracté est équipé d'un dispositif permettant de mettre hors fonction l'actionnement du système de freinage, à part le système de freinage de stationnement, ce dispositif doit être conçu et construit de telle sorte qu'il soit automatiquement ramené en position «de repos» au plus tard lorsque le véhicule tracté est de nouveau alimenté en air comprimé, en huile hydraulique ou en électricité.
- 2.2.2.12. Sur tout véhicule tracté qui est équipé d'un système de freinage de service hydraulique, le système de freinage doit être conçu de telle sorte que lorsque la conduite supplémentaire est débranchée, le système de freinage de stationnement ou de service doit être automatiquement actionné.
- 2.2.2.13. Les véhicules de catégories R3, R4 et S2 doivent répondre aux conditions spécifiées aux points 2.2.1.17.2.2 pour les systèmes de freinage à air comprimé ou au point 2.2.2.15.3 pour les systèmes de freinage hydrauliques, respectivement.
- 2.2.2.14. Lorsque l'équipement auxiliaire est alimenté en énergie par le système de freinage de service, ce dernier doit être protégé de telle façon que la pression dans le ou les dispositifs de stockage d'énergie du frein de service maintiennent une pression au moins égale à 80 % de la pression demandée dans la conduite de commande ou de la valeur numérique équivalente comme spécifié, respectivement, aux points 2.2.3.2 et 2.2.3.3 de l'annexe II.
- 2.2.2.15. De plus, les véhicules tractés équipés de systèmes de freinage hydrauliques doivent satisfaire aux prescriptions suivantes:
- 2.2.2.15.1. au cas où un véhicule tracté ne satisfait aux exigences relatives au système de freinage de service et/ou au système de freinage de stationnement et/ou au système de freinage automatique qu'avec l'assistance de la réserve d'énergie fournie par un dispositif de stockage d'énergie hydraulique, le véhicule doit automatiquement actionner les freins ou rester freiné lorsqu'il n'est pas relié électriquement (le contact d'allumage du tracteur étant mis) avec l'énergie disponible via le raccord ISO

7638:2003 (voir également point 2.2.1.18.9). Le raccord ISO 7638:2003 peut être utilisé pour des applications à 5 ou 7 broches, selon le cas.

- 2.2.2.15.1.1. Lorsque les dispositifs de stockage d'énergie hydraulique tombent en dessous d'une pression déclarée par le constructeur sur la fiche de réception par type alors que l'efficacité de freinage prescrite n'est pas assurée, cette faible pression doit être signalée au conducteur par un signal d'avertissement distinct défini au point 2.2.1.29.2.2 via la broche 5 du raccord électrique conforme à ISO 7638:2003.

Cette pression ne doit pas dépasser 11 500 kPa.

- 2.2.2.15.2. Lorsque la conduite supplémentaire est tombée à une pression de 1 200 kPa, le freinage automatique du véhicule tracté doit commencer (voir également point 2.2.1.18.6).

- 2.2.2.15.3. Un dispositif peut être installé sur le véhicule tracté pour desserrer temporairement les freins dans le cas où aucun tracteur approprié n'est disponible. La conduite supplémentaire doit être branchée à ce dispositif pour cet usage temporaire. Lorsque la conduite supplémentaire est débranchée de ce dispositif, les freins doivent revenir automatiquement à l'état actionné.

- 2.2.2.16. Les véhicules tractés de catégories R3b, R4b et S2b dont la vitesse maximale par construction est supérieure à 60 km/h doivent être équipés d'un système de freinage antiblocage conformément à l'annexe XI. De plus, si la masse maximale admissible des véhicules tractés est supérieure à 10 t, seul un système de freinage antiblocage de catégorie A est autorisé.

- 2.2.2.17. Si des véhicules tractés non mentionnés au point 2.2.2.16 sont équipés de systèmes de freinage antiblocage, ils doivent satisfaire aux exigences de l'annexe XI.

- 2.2.2.18. Les véhicules tractés équipés d'une ligne de commande électrique et les véhicules tractés de catégorie R3b ou R4b équipés d'un système de freinage antiblocage doivent être équipés d'un raccord électrique spécial pour le système de freinage et le système de freinage antiblocage ou seulement pour l'un de ces deux systèmes, conformément à la norme ISO 7638:2003. Les sections transversales des conducteurs spécifiées dans la norme ISO 7638:2003 pour les remorques peuvent être réduites si celles-ci sont équipées de leur propre fusible indépendant. Le calibre de ce fusible interdira, dans les conducteurs, le passage de tout courant d'une intensité supérieure à la valeur nominale. Cette dérogation ne s'applique pas aux remorques équipées pour tracter une autre remorque. Les signaux d'avertissement qui, en vertu du présent règlement, doivent être émis par le véhicule tracté en cas de défaillance, doivent être activés via le raccord mentionné ci-dessus. Les prescriptions applicables aux véhicules tractés en ce qui concerne la transmission des signaux de défaillance sont celles énoncées pour les tracteurs aux points 2.2.1.29.3, 2.2.1.29.4, 2.2.1.29.5 et 2.2.1.29.6.

Ces véhicules doivent être marqués de façon indélébile, conformément aux prescriptions établies sur la base de l'article 17, paragraphe 2, point k), et paragraphe 5, du règlement (UE) n° 167/2013, pour indiquer la fonctionnalité du système de freinage lorsque le raccord ISO 7638:2003 est branché et débranché. Cette inscription doit être placée de façon à être bien visible au moment de l'accouplement des liaisons pneumatiques et électriques.

- 2.2.2.18.1. Le raccordement du système de freinage à une alimentation électrique en sus de celle fournie par le raccord ISO 7638:2003 est autorisé, à condition que les prescriptions ci-dessous soient respectées:

2.2.2.18.1.1. dans tous les cas, le raccord ISO 7638:2003 constitue l'alimentation électrique principale du système de freinage, quelle que soit l'alimentation électrique supplémentaire existante. L'alimentation supplémentaire est destinée à remplacer, en cas de défaillance, celle fournie par le raccord ISO 7638:2003;

2.2.2.18.1.2. elle ne doit pas perturber le fonctionnement du système de freinage dans les conditions d'utilisation normales, ni en cas de défaillance;

2.2.2.18.1.3. en cas de défaillance de l'alimentation fournie par le raccord ISO 7638:2003, l'énergie consommée par le système de freinage ne doit pas être telle qu'elle dépasse la puissance maximale de l'alimentation supplémentaire;

2.2.2.18.1.4. il ne doit pas y avoir, sur le véhicule tracté, de marque ou d'étiquette pour indiquer qu'il est équipé d'une alimentation électrique supplémentaire;

2.2.2.18.1.5. il ne doit pas être monté sur le véhicule tracté de dispositif d'alarme en cas de défaillance du système de freinage lorsque celui-ci est alimenté par l'alimentation supplémentaire;

2.2.2.18.1.6. lorsqu'une alimentation électrique supplémentaire est disponible, il doit être possible de vérifier le fonctionnement du système de freinage alimenté à partir de cette source;

2.2.2.18.1.7. en cas de défaillance de l'alimentation électrique fournie par l'intermédiaire du raccord ISO 7638:2003, les prescriptions des points 4.2.3 de l'annexe XII et 4.1 de l'annexe XI relatives au signal d'avertissement de défaillance s'appliquent, que le système de freinage soit à ce moment-là alimenté ou non par le système d'alimentation électrique supplémentaire.

2.2.2.19. En plus des prescriptions des points 2.2.1.17.2.2 et 2.2.1.19, l'actionnement automatique des freins du véhicule tracté est aussi autorisé s'il est commandé par le système de freinage du véhicule tracté lui-même après analyse des données produites à bord.

### 3. Essais

Les essais de freinage que doivent subir les véhicules soumis pour réception, ainsi que l'efficacité de freinage requise, sont décrits dans l'annexe II.

## ANNEXE II

### Prescriptions relatives aux essais et à l'efficacité des systèmes de freinage et des accouplements de freinage de remorque et aux véhicules qui en sont équipés

#### 1. Définitions

Aux fins de la présente annexe, on entend:

1.1 par «groupe d'essieux», des essieux multiples lorsque l'entraxe entre essieux adjacents est inférieur ou égal à 2,0 m. Lorsque l'entraxe entre essieux adjacents est supérieur à 2,0 m, chaque essieu doit être considéré comme un groupe d'essieux indépendant.

1.2 par «courbes d'utilisation de l'adhérence», les courbes donnant, pour des conditions de charge déterminées, l'adhérence utilisée par chacun des essieux  $i$  en fonction du taux de freinage du véhicule.

#### 2. Essais de freinage

##### 2.1. Généralités

Tout au long de la présente annexe, la vitesse maximale par construction s'entend en marche avant, sauf mention explicite contraire.

2.1.1. L'efficacité prescrite pour les systèmes de freinage s'appuie sur la distance d'arrêt et la décélération moyenne en régime ou seulement sur l'un de ces deux valeurs. L'efficacité d'un système de freinage est déterminée d'après la mesure de la distance d'arrêt rapportée à la vitesse initiale du véhicule et de la décélération moyenne en régime réalisée durant l'essai ou seulement l'une de ces deux valeurs. À la fois la distance d'arrêt et la décélération moyenne en régime, ou une seule de ces deux valeurs, doivent être prescrites et mesurées, à la suite de l'essai à réaliser.

2.1.2. La distance d'arrêt est la distance couverte par le véhicule depuis le moment où le conducteur commence à actionner le dispositif de commande du système de freinage jusqu'au moment où le véhicule s'arrête; la vitesse initiale ( $v_1$ ) du véhicule est la vitesse au moment où le conducteur commence à actionner le dispositif de commande du système de freinage; la vitesse initiale ne doit pas être inférieure à 98 % de la vitesse prescrite pour l'essai en question. La décélération moyenne en régime  $d_m$  est calculée comme étant la décélération moyenne en fonction de la distance sur l'intervalle  $v_b - v_e$  selon la formule suivante:

$$d_m = \frac{v_b^2 - v_e^2}{25,92(s_e - s_b)} \text{ m/s}^2$$

où:

$v_1$	=	la vitesse initiale calculée comme décrit au premier alinéa
$v_b$	=	la vitesse du véhicule à $0,8 v_1$ en km/h
$v_e$	=	la vitesse du véhicule à $0,1 v_1$ en km/h
$s_b$	=	la distance parcourue entre $v_1$ et $v_b$ en mètres

$s_e$  = la distance parcourue entre  $v_1$  et  $v_e$  en mètres

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

2.1.3. Pour la réception par type de tout véhicule, l'efficacité du freinage doit être mesurée lors d'essais sur route effectués dans les conditions suivantes:

2.1.3.1. le véhicule doit être dans les conditions de masse indiquées pour chaque type d'essai; ces conditions doivent être consignées dans le rapport d'essai;

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

2.1.3.3. pendant les essais, la force exercée sur le dispositif de commande du système de freinage pour obtenir l'efficacité prescrite ne doit pas dépasser 600 N pour une commande au pied ou 400 N pour une commande à la main;

2.1.3.4. sauf disposition contraire, la route doit avoir une surface présentant de bonnes conditions d'adhérence;

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

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

2.1.3.7. l'efficacité prescrite doit être obtenue sans déviation par rapport à la trajectoire du véhicule, sans vibrations anormales et sans blocage des roues. Le blocage des roues est autorisé s'il en est fait mention expressément.

2.1.4. Comportement du véhicule pendant le freinage

2.1.4.1. Lors des essais de freinage, notamment ceux à vitesse élevée, on devra vérifier le comportement général du véhicule lors du freinage.

2.1.4.2. Comportement du véhicule lors du freinage sur une route ayant une adhérence réduite.

Le comportement des véhicules des catégories Tb, R2b, R3b, R4b et S2b sur une route où l'adhérence est réduite doit satisfaire aux conditions indiquées dans l'appendice 1 et, si le véhicule est équipé de l'ABS, de l'annexe XI également.

2.2. Essai de type 0 (essai ordinaire de l'efficacité avec freins à froid)

2.2.1. Généralités

2.2.1.1. Les freins doivent être à froid. Un frein est considéré comme étant à froid lorsque l'une des conditions suivantes est remplie:

2.2.1.1.1. la température mesurée sur le disque ou sur l'extérieur du tambour est inférieure à  $100 \text{ }^\circ\text{C}$ ;

2.2.1.1.2. dans le cas de freins entièrement protégés, y compris des freins à bain d'huile, la température mesurée sur l'extérieur du carter est inférieure à  $50 \text{ }^\circ\text{C}$ .

- 2.2.1.1.3. Les freins n'ont pas été utilisés depuis une heure avant l'essai.
- 2.2.1.2. Lors de l'essai de freinage, les essieux non freinés, lorsqu'ils peuvent être débrayés, ne doivent pas être reliés aux essieux freinés. Toutefois, dans le cas des tracteurs équipés d'un essieu freiné et d'un engagement automatique de la transmission à tous les autres essieux durant le freinage, toutes les roues sont réputées freinées.
- 2.2.1.3. L'essai doit être effectué dans les conditions suivantes:
  - 2.2.1.3.1. le véhicule doit être chargé à sa masse maximale admissible spécifiée par le constructeur et avec un essieu non freiné chargé à sa masse maximale admissible. Les roues de l'essieu freiné doivent être équipées de pneumatiques des plus grandes dimensions prévues par le constructeur pour ce type de véhicule lorsqu'il porte la masse maximale admissible. Pour les véhicules dont toutes les roues sont freinées, l'essieu avant doit être chargé à sa masse maximale admissible.
  - 2.2.1.3.2. L'essai doit être répété sur un véhicule à vide; dans le cas de tracteurs, transportant uniquement le conducteur et, si nécessaire, une personne chargée de surveiller les résultats de l'essai.
  - 2.2.1.3.3. Les limites prescrites pour l'efficacité minimale, tant pour les essais en charge que pour les essais à vide, sont celles indiquées ci-après pour chaque catégorie de véhicules; le véhicule doit satisfaire à la fois à la distance d'arrêt prescrite et à la décélération moyenne en régime prescrite, mais il peut ne pas être nécessaire de mesurer effectivement les deux paramètres.
  - 2.2.1.3.4. La route doit être horizontale.
- 2.2.2. Essai de type 0 pour les véhicules de catégories T et C
  - 2.2.2.1. L'essai doit être effectué à la vitesse maximale par construction, le moteur étant débrayé. Une certaine tolérance est admise en ce qui concerne la vitesse. Toutefois l'efficacité minimale prescrite doit être atteinte dans tous les cas. La distance d'arrêt maximale prescrite doit être calculée avec la vitesse d'essai réelle (au moyen de la formule de la distance d'arrêt).
  - 2.2.2.2. Pour vérifier la conformité aux prescriptions du point 2.2.1.2.4 de l'annexe I, on doit effectuer un essai de type 0 avec le moteur débrayé à une vitesse initiale qui n'est pas inférieure à 98 % de la vitesse maximale par construction du véhicule. Lors d'un freinage exécuté en agissant sur la commande du système de freinage de stationnement ou un dispositif de commande auxiliaire, ce qui permet l'actionnement au moins partiel du système de freinage de service et la décélération immédiatement avant l'arrêt du véhicule, la décélération moyenne en régime ne doit pas être inférieure à 1,5 m/s<sup>2</sup> jusqu'à 30 km/h et 2,2 m/s<sup>2</sup> au-dessus de 30 km/h. L'essai doit être réalisé avec le véhicule en charge. La force exercée sur le dispositif de commande de freinage ne doit pas dépasser les valeurs spécifiées.
  - 2.2.2.3. Dans le cas des véhicules équipés d'un guidon et d'un siège à enfourcher ou des véhicules équipés d'un volant de direction et d'un siège banquette ou de sièges baquets en une ou plusieurs rangées et qui sont également équipés d'une transmission non débrayable, dans la mesure où le constructeur peut en apporter la preuve lors de l'essai de freinage, le véhicule effectuera l'essai de type 0 avec le moteur embrayé.

2.2.3. Essai de type 0 pour les véhicules de catégories R et S:

2.2.3.1. L'efficacité de freinage du véhicule tracté peut être calculée soit à partir du taux de freinage du tracteur plus le véhicule tracté et de la poussée mesurée sur l'attelage soit, dans certains cas, à partir du taux de freinage du tracteur plus le véhicule tracté, le freinage s'exerçant seulement sur le véhicule tracté. Pendant l'essai de freinage, le moteur du tracteur doit être débrayé.

2.2.3.2. Si le véhicule tracté est équipé d'un système de freinage à air comprimé, la pression dans la conduite d'alimentation ne doit pas dépasser 700 kPa durant l'essai du frein et la valeur du signal dans la conduite de commande ne doit pas dépasser les valeurs suivantes, en fonction de l'installation:

2.2.3.2.1. 650 kPa dans la conduite de commande pneumatique;

2.2.3.2.2. une valeur numérique de demande correspondant à 650 kPa (comme définie dans la norme ISO 11992:2003 et l'amendement Amd.1:2007 à sa partie 2) dans la ligne de commande électrique.

2.2.3.3. Si le véhicule tracté est équipé d'un système de freinage hydraulique:

2.2.3.3.1. l'efficacité de freinage minimale prescrite doit être obtenue avec une pression ne dépassant pas 11 500 kPa au niveau de la tête de raccordement de la conduite de commande;

2.2.3.3.2. La pression maximale délivrée à la tête de raccordement de la conduite de commande ne doit pas dépasser 15 000 kPa.

2.2.3.4. À l'exception des cas visés aux points 2.2.3.5 et 2.2.3.6, il est nécessaire, pour déterminer le taux de freinage du véhicule tracté, de mesurer le taux de freinage du tracteur plus le véhicule tracté et la poussée sur l'attelage. Le tracteur doit satisfaire aux prescriptions énoncées dans l'appendice 1 en ce qui concerne la relation entre le ratio  $T_M/F_M$  et la pression  $p_m$ ,

où:

$T_M$  = la somme des forces de freinage à la périphérie de toutes les roues du tracteur

$F_M$  = la réaction statique normale totale du sol sur les roues des tracteurs

$p_m$  = la pression à la tête d'accouplement de la conduite de commande

Le taux de freinage du véhicule tracté doit être calculé selon la formule suivante:

$$z_R = z_{R+M} + D / F_R$$

où:

- $z_R$  = le taux de freinage du véhicule tracté
- $z_{R+M}$  = le taux de freinage du tracteur plus le véhicule tracté
- $D$  = la poussée sur l'attelage (force de traction  $D > 0$ ; force de compression  $D < 0$ )
- $F_R$  = la réaction statique normale totale du sol sur les roues des véhicules tractés

2.2.3.5. Si un véhicule tracté est équipé d'un système de freinage continu ou semi-continu dans lequel la pression dans les actionneurs de frein ne varie pas durant le freinage malgré le transfert de charge dynamique entre essieux, seul le véhicule tracté peut être freiné. Le taux de freinage  $z_R$  du véhicule tracté doit être calculé selon la formule suivante:

où:

$$z_R = (z_{R+M} - R) \cdot \frac{F_M + F_R}{F_R} + R$$

- $R$  = la valeur de résistance au roulement:
  - 0,02 dans le cas des véhicules dont la vitesse maximale par construction ne dépasse pas 40 km/h
  - 0,01 dans le cas des véhicules dont la vitesse maximale par construction dépasse 40 km/h
- $F_M$  = la réaction statique normale totale du sol sur les roues des tracteurs
- $F_R$  = la réaction statique normale totale du sol sur les roues des véhicules tractés

2.2.3.6. Une autre méthode pour déterminer le taux de freinage du véhicule tracté peut être de freiner le véhicule tracté seul. Dans ce cas, la pression utilisée doit être la même que celle mesurée dans les actionneurs de frein lors du freinage de l'ensemble.

### 2.3. Essai de type I (essai de perte d'efficacité)

Ce type d'essai doit être réalisé selon les prescriptions des points 2.3.1 ou 2.3.2, selon le cas.

#### 2.3.1. Avec freinages répétés

Les tracteurs de catégories T et C doivent subir l'essai de type I avec freinages répétés.

2.3.1.1. Le système de freinage de service des tracteurs couverts par le présent règlement doit être essayé en serrant et en desserrant les freins un certain nombre de fois. Le véhicule doit être à pleine charge et l'essai réalisé conformément aux conditions indiquées dans le tableau suivant:

Catégorie de véhicules	Conditions			
	$v_1$ [km/h]	$v_2$ [km/h]	$\Delta t$ [sec]	n
T, C	80 % $v_{max}$	$\frac{1}{2} v_1$	60	20

où:

$v_1$  = la vitesse au début du freinage

$v_2$  = la vitesse à la fin du freinage

$v_{max}$  = la vitesse maximale par construction du véhicule

n = le nombre de freinage

$\Delta t$  = la durée du cycle de freinage (temps écoulé entre le début d'un freinage et le début du suivant).

2.3.1.1.1. Dans le cas des tracteurs dont la vitesse maximale par construction ne dépasse pas 40 km/h, les conditions d'essai présentées dans le tableau suivant peuvent être appliquées à la place de celles du tableau du point 2.3.1.1:

Catégorie de véhicules	Conditions			
	$v_1$ [km/h]	$v_2$ [km/h]	$\Delta t$ [sec]	n
T, C	80 % $v_{max}$	0,05 $v_1$	60	18

2.3.1.2. Si les caractéristiques du véhicule ne permettent pas de respecter la durée prescrite pour  $\Delta t$ , la durée pourra être augmentée; on devra de toute façon disposer, en plus du temps nécessaire pour le freinage et l'accélération du véhicule, d'une période de 10 secondes par cycle afin de stabiliser la vitesse  $v_1$ .

2.3.1.3. Pour ces essais, la force exercée sur le dispositif de commande doit être réglée de manière à atteindre, lors du premier freinage, une décélération moyenne en régime de 3 m/s<sup>2</sup>. Cette force doit rester constante pendant tous les freinages successifs.

2.3.1.4. Pendant le freinage, le moteur doit rester embrayé sur le rapport de transmission le plus élevé (à l'exclusion de la surmultiplication, etc.).

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

2.3.1.6. Dans le cas des véhicules équipés de dispositifs de réglage automatique des freins, le réglage de ces derniers doit être effectué conformément aux modalités suivantes, dans la mesure où elles s'appliquent, avant l'essai de type I prescrit ci-dessus:

2.3.1.6.1. Dans le cas des véhicules équipés de freins à commande pneumatique, le réglage des freins doit être tel qu'il permette au dispositif de réglage automatique de fonctionner. À cette fin, la course du cylindre de frein doit être réglée à:

$$S_0 \geq 1,1 \times S_{re-adjust}$$

(la limite supérieure ne doit pas dépasser une valeur recommandée par le constructeur)

où:

$S_{re-adjust}$  est la course de rattrapage selon les indications du fabricant du dispositif de réglage automatique, c'est-à-dire la course à partir de laquelle il y a rattrapage du jeu des garnitures de frein pour une pression dans le cylindre égale à 15 % de la pression de fonctionnement du circuit de frein mais au moins égale à 100 kPa.

Dans le cas où, en accord avec le service technique, il est jugé difficile de mesurer la course de l'actionneur de frein, le réglage initial doit être choisi en accord avec ce service.

À partir de l'état ci-dessus, le frein doit être actionné 50 fois de suite avec une pression de l'actionneur de frein égale à 30 % de la pression de fonctionnement du circuit de freinage mais au moins égale à 200 kPa. Il est ensuite actionné une seule fois avec une pression de l'actionneur de frein > 650 kPa.

2.3.1.6.2. Dans le cas des véhicules équipés de freins à disque à commande hydraulique, aucune disposition concernant le réglage n'est considérée nécessaire.

2.3.1.6.3. Dans le cas des véhicules équipés de freins à tambour à commande hydraulique, le réglage des freins doit être conforme aux instructions du constructeur.

## 2.3.2. Avec freinage continu

2.3.2.1. Le système de freinage de service des véhicules de catégories R1, R2, S1, R3a, R4a, S2a et R3b, R4b, S2b, dont la somme des masses techniquement admissibles par essieu ne dépasse pas 10 000 kg pour les trois dernières catégories de véhicules.

Les véhicules R3a, R4a, S2a et R3b, R4b, S2 susmentionnés, dont la somme des masses techniquement admissibles par essieu ne dépasse pas 10 000 kg pour les trois dernières catégories mentionnées, s'ils n'ont pas été soumis à la place à l'essai de type III conformément au point 2.5, doivent être soumis à l'essai de telle manière que, le véhicule étant en charge, l'absorption d'énergie aux freins soit équivalente à celle qui est enregistrée dans le même temps avec un véhicule en charge maintenu à une vitesse stabilisée de 40 km/h sur une pente de 7 % et sur une distance de 1,7 km.

2.3.2.2. L'essai peut être effectué sur une route plane, le véhicule tracté étant remorqué par un véhicule agricole; pendant l'essai, la force exercée sur le dispositif de commande doit être ajustée de façon à maintenir constante la résistance du véhicule tracté (7 % de la charge statique maximale par essieu du véhicule tracté). Si la puissance disponible pour la traction n'est pas suffisante, l'essai pourra être effectué à une vitesse inférieure et sur une distance plus longue, selon le tableau suivant:

Vitesse (km/h)	distance (en m)
----------------	-----------------

40	1 700
30	1 950
20	2 500
15	3 100

2.3.2.3. Dans le cas des véhicules équipés de dispositifs de réglage automatique des freins, le réglage de ces derniers doit, avant l'essai de type I prescrit ci-dessus, être effectué conformément à la procédure indiquée au point 2.5.4.

### 2.3.3. Efficacité à chaud

2.3.3.1. À la fin de l'essai du type I (essai décrit au point 2.3.1 ou essai décrit au point 2.3.2), on mesurera l'efficacité à chaud du système de freinage de service dans les mêmes conditions que pour l'essai du type 0 avec le moteur débrayé (en particulier avec une force constante exercée sur les commandes qui ne soit pas supérieure à la force moyenne effectivement utilisée, mais avec des conditions de température pouvant être différentes).

2.3.3.2. Pour les tracteurs, cette efficacité à chaud ne doit pas être inférieure à 80 % de celle qui est prescrite pour la catégorie en question, ni à 60 % de la valeur constatée lors de l'essai du type 0 avec le moteur débrayé.

2.3.3.3. Dans le cas de véhicules tractés, la force de freinage à chaud à la périphérie des roues, lors d'un essai à 40 km/h, ne doit pas être inférieure à 36 % de la force correspondant à la charge statique maximale par roue si la vitesse maximale des véhicules tractés est supérieure à 30 km/h ou à 26 % si elle est inférieure ou égale à 30 km/h, ni à 60 % du chiffre enregistré dans l'essai de type 0 à la même vitesse.

### 2.3.4. Essai de roulement libre

Dans le cas des tracteurs équipés de dispositifs de réglage automatique des freins, après l'achèvement des essais prescrits au point 2.3.3, on laisse les freins refroidir jusqu'à une température correspondant à l'état froid (c'est-à-dire inférieure ou égale à 100 °C) et on vérifie que le véhicule peut rouler librement en s'assurant que l'une des conditions ci-après est remplie:

2.3.4.1 les roues tournent librement (c'est-à-dire qu'on peut les faire tourner à la main);

2.3.4.2 si, lorsque le véhicule circule à une vitesse constante  $v = 60$  km/h, freins relâchés, les températures stabilisées des tambours ou disques n'augmentent pas de plus de 80 °C, le moment résiduel de freinage est considéré comme acceptable.

### 2.4. Essai de type II (essai de comportement du véhicule dans les longues descentes)

En plus de l'essai de type I, les tracteurs des catégories Tb et Cb ayant une masse maximale admissible supérieure à 12 t doivent être soumis également à l'essai de type II.

2.4.1. Les tracteurs en charge sont essayés de telle manière que l'absorption d'énergie soit équivalente à celle obtenue pendant le même temps pour un tracteur en charge circulant à une vitesse moyenne de 30 km/h sur une pente descendante de 6 % sur une distance de 6 km le rapport de transmission approprié étant engagé et le système

de freinage d'endurance, si le véhicule en est équipé, étant utilisé. Le rapport de transmission engagé doit être tel que le régime de rotation du moteur ( $\text{min}^{-1}$ ) ne dépasse pas la valeur maximale prescrite par le constructeur.

2.4.2. Pour les véhicules sur lesquels l'énergie est absorbée par l'action du frein moteur seul, une tolérance de  $\pm 5$  km/h sur la vitesse moyenne sera admise et le rapport de transmission qui permet d'obtenir la stabilisation de la vitesse à la valeur la plus proche de 30 km/h sur la pente descendante de 6 % sera engagé. Si la détermination de l'efficacité de l'action du frein moteur seul est effectuée au moyen d'une mesure de décélération, il suffit que la décélération moyenne mesurée soit d'au moins  $0,5 \text{ m/s}^2$ .

2.4.3. À la fin de cet essai, on mesure dans les conditions de l'essai de type 0 avec le moteur débrayé (mais avec des conditions de température pouvant être différentes) l'efficacité à chaud du système de freinage de service. Cet essai d'efficacité à chaud doit donner une distance d'arrêt qui ne soit pas supérieure aux valeurs ci-après et une accélération moyenne en régime qui ne soit pas inférieure aux valeurs ci-après, la force exercée sur la commande n'étant pas inférieure à 60 daN:

$$0,15 v + (1,33 v^2/115) \quad (\text{le second terme correspond à une décélération moyenne en régime } d_m = 3,3 \text{ m/s}^2).$$

2.5. Essai de type III (essai de perte d'efficacité à chaud pour véhicules en charge des catégories:

2.5.1. R3b, R4b, S2b lorsque la somme des masses techniquement admissibles par essieu est supérieure à 10 000 kg

ou des catégories

2.5.2. R3a, R4a, S2a, à titre d'alternative, lorsque ces véhicules n'ont pas été essayés conformément au point 2.3.2

2.5.3. R3b, R4b, S2b, lorsque la somme des masses techniquement admissibles par essieu ne dépasse pas 10 000 kg.

2.5.4. Essai sur piste

2.5.4.1. Le réglage des freins doit, avant l'essai de type III prescrit ci-dessous, être effectué conformément aux modalités suivantes, dans la mesure où elles s'appliquent:

2.5.1.1. dans le cas des véhicules remorqués équipés de freins à commande pneumatique, le réglage des freins doit être tel qu'il permette au dispositif de réglage automatique de fonctionner. À cette fin, la course du cylindre de frein doit être réglée à:

$$s_0 \geq 1,1 \times s_{\text{re-adjust}}$$

(la limite supérieure ne doit pas dépasser une valeur recommandée par le constructeur)

où:

$s_{\text{re-adjust}}$  est la course de rattrapage selon les indications du fabricant du dispositif de réglage automatique, c'est-à-dire la course à partir de laquelle il y a rattrapage du jeu des garnitures de frein pour une pression de l'actionneur de frein égale à 100 kPa.

Dans le cas où, en accord avec le service technique, il est jugé difficile de mesurer la course de l'actionneur de frein, le réglage initial doit être choisi en accord avec ce service.

À partir de l'état ci-dessus, le frein doit être actionné 50 fois de suite avec une pression de l'actionneur de frein égale à 200 kPa. Il est ensuite actionné une seule fois avec une pression de l'actionneur de frein  $\geq 650$  kPa.

2.5.4.1.2. Dans le cas des véhicules tractés équipés de freins à disque à commande hydraulique, aucune disposition concernant le réglage n'est considérée nécessaire.

2.5.4.1.3. Dans le cas des véhicules tractés équipés de freins à tambour à commande hydraulique, le réglage des freins doit être conforme aux instructions du constructeur.

2.5.4.2. Pour l'essai sur route, les conditions à appliquer sont les suivantes:

Nombre de freinages	20
Durée d'un cycle de freinage	60 s
Vitesse initiale au début du freinage	60 km/h
Freinages	Pour ces essais, la force exercée sur la commande doit être ajustée de manière à atteindre, lors du premier freinage, une décélération moyenne en régime de 3 m/s <sup>2</sup> ; cette force doit rester constante pendant tous les freinages successifs.

Le taux de freinage d'un véhicule tracté est calculé conformément à la formule indiquée au point 2.2.3.5:

$$z_R = (z_{R+M} - R) \cdot \frac{(F_M + F_R)}{F_R} + R$$

$$v_2 = v_1 \cdot \sqrt{\frac{F_M + F_1 + F_2/4}{F_M + F_1 + F_2}}$$

La vitesse à la fin du freinage:

où:

$z_R$  = taux de freinage du véhicule tracté,

$z_{R+M}$  = taux de freinage de l'ensemble (véhicule tracteur et véhicule tracté),

$R$  = valeur de résistance au roulement = 0,01

$F_M$  = réaction statique normale totale entre la surface de la route et les roues du tracteur (N),

$F_R$  = réaction statique normale totale entre la surface de la

route et les roues du véhicule tracté (N),

$F_1$  = réaction statique normale de la part de la masse du véhicule tracté supportée par le ou les essieux non freinés (N),

$F_2$  = réaction statique normale de la part de la masse du véhicule tracté supportée par le ou les essieux freinés (N),

$P_R$  =  $P_R = F_R / g$

$v_1$  = vitesse initiale (km/h)

$v_2$  = vitesse finale (km/h)

### 2.5.5. Efficacité à chaud

À la fin de l'essai effectué conformément au point 2.5.4, l'efficacité à chaud du système de freinage de service doit être mesurée dans les mêmes conditions que pour l'essai de type-0, mais dans des conditions de température différentes et à partir d'une vitesse initiale de 60 km/h. La force de freinage à chaud à la périphérie de roues ne doit pas être inférieure à 40 % de la masse maximale supportée par les roues quand le véhicule est à l'arrêt, ni inférieure à 60 % du chiffre relevé lors de l'essai de type-0 effectué à la même vitesse.

### 2.5.6. Essai de roulement libre

Après l'achèvement des essais prescrits au point 2.5.5, on laisse les freins refroidir jusqu'à une température correspondant à l'état à froid (c'est-à-dire  $\leq 100$  °C) et on vérifie que le véhicule tracté peut rouler librement en s'assurant que l'une des conditions ci-après est remplie:

2.5.6.1. les roues tournent librement (c'est-à-dire qu'on peut les faire tourner à la main);

2.5.6.2. si, lorsque le véhicule tracté circule à une vitesse constante  $v = 60$  km/h, freins relâchés, les températures stabilisées des tambours ou disques n'augmentent pas de plus de 80 °C, le moment résiduel de freinage est considéré comme acceptable.

## 3. Efficacité des systèmes de freinage

3.1. Véhicules des catégories T et C

3.1.1. Systèmes de freinage de service

3.1.1.1. Dans les conditions de l'essai de type 0, le système de freinage de service est soumis à des essais dans les conditions indiquées dans le tableau suivant:

	$v_{\max} \leq 30$ km/h	$v_{\max} > 30$ km/h
v	= $v_{\max}$	= $v_{\max}$
s (mètres)	$\leq 0,15 v + v^2/92$	$\leq 0,15 v + v^2/130$
$d_m$	$\geq 3,55$ m/s <sup>2</sup>	$\geq 5$ m/s <sup>2</sup>
F (commande au pied)	$\leq 600$ N	$\leq 600$ N

F (commande à la main)	≤ 400 N	≤ 400 N
------------------------	---------	---------

où:

$v_{\max}$	=	vitesse maximale par construction du véhicule
$v$	=	vitesse d'essai prescrite
$s$	=	Distance d'arrêt
$d_m$	=	décélération moyenne en régime
$F$	=	force exercée sur le dispositif de commande

3.1.1.2. Dans le cas d'un tracteur autorisé à tracter un véhicule non freiné de catégorie R ou S, l'efficacité minimale prescrite pour le tracteur correspondant (pour l'essai de type 0 avec moteur débrayé) doit être obtenue avec le véhicule tracté non freiné attelé au tracteur et chargé à la masse maximale déclarée par le constructeur du tracteur.

L'efficacité de l'ensemble est vérifiée par des calculs de l'efficacité de freinage maximale effectivement obtenue par le tracteur seul au cours de l'essai de type 0 avec le moteur débrayé, pour le tracteur en charge et à vide (à titre facultatif, également pour l'état partiellement chargé défini par le constructeur du tracteur), en utilisant la formule suivante (aucun essai pratique avec un véhicule tracté non freiné attelé n'est exigé):

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

où:

$d_{M+R}$	=	décélération moyenne en régime calculée du tracteur lorsque celui-ci est attelé à un véhicule tracté non freiné, en $m/s^2$ ,
$d_M$	=	décélération moyenne maximale en régime du tracteur seul, obtenue pendant l'essai de type 0, avec moteur débrayé, en $m/s^2$ ,
$P_M$	=	masse du tracteur (le cas échéant, y compris le ballast et/ou la charge supportée)
$P_{M\_en\ charge}$	=	masse du tracteur, en charge
$P_{M\_par\_en\ charge}$	=	masse du tracteur, avec charge partielle
$P_{M\_à\ vide}$	=	masse du tracteur, à vide
$P_R$	=	part de la masse maximale supportée par le ou les essieux d'un véhicule tracté sans frein de service qui peut être attelé (telle que déclarée par le constructeur du tracteur)
$P_{M+R}'$	=	masse de l'ensemble (masse «PM» + masse déclarée $P_R$ du véhicule tracté non freiné)

#### 3.1.1.2.1. Efficacité minimale requise de l'ensemble

L'efficacité minimale de la combinaison ne doit pas être inférieure à  $4,5 \text{ m/s}^2$  dans le cas de tracteurs dont la vitesse maximale est supérieure à 30 km/h ou inférieure à  $3,2 \text{ m/s}^2$  dans le cas des tracteurs dont la vitesse maximale est inférieure ou égale à 30 km/h, pour les conditions en charge et à vide. Au gré du conducteur du tracteur, un essai de type 0 supplémentaire peut être réalisé par le service technique avec une masse du tracteur partiellement chargé déclarée par le constructeur, afin de définir la masse maximale autorisée d'un véhicule tracté non freiné satisfaisant à l'efficacité minimale requise de l'ensemble pour cette «masse combinée».

Les chiffres mesurés « $d_m$ » pour les conditions de charge susmentionnées et les chiffres calculés correspondant « $d_{M+R}$ » doivent être consignés dans le rapport d'essai.

Le chiffre maximal déclaré pour la masse du véhicule tracté non freiné ne doit pas dépasser 3 500 kg.

#### 3.1.2. Système de freinage de secours

Le système de freinage de secours, même si le dispositif de commande qui l'actionne est également utilisé pour d'autres fonctions de freinage, doit donner une distance d'arrêt qui ne dépasse pas les valeurs indiquées ci-après et une décélération moyenne en régime qui n'est pas inférieure aux valeurs indiquées ci-après:

Tracteurs dont la vitesse maximale est  $\leq 30 \text{ km/h}$ :  $0,15 v + (v^2/39)$

(le deuxième terme correspond à une décélération moyenne en régime  $d_m = 1,5 \text{ m/s}^2$ )

Tracteurs dont la vitesse maximale  $> 30 \text{ km/h}$ :  $0,15 v + (v^2/57)$

(le deuxième terme correspond à une décélération moyenne en régime  $d_m = 2,2 \text{ m/s}^2$ )

L'efficacité prescrite doit être obtenue en exerçant sur le dispositif de commande une force ne dépassant pas 600 N dans le cas d'une commande au pied ou 400 N dans le cas d'une commande à la main. Le dispositif de commande doit être placé de telle sorte qu'il puisse être actionné aisément et rapidement par le conducteur.

#### 3.1.3. Système de freinage de stationnement

3.1.3.1. Lorsqu'il est combiné avec un des autres dispositifs de freinage, le système de freinage de stationnement doit pouvoir maintenir un tracteur en charge à l'arrêt sur une pente ascendante ou descendante de 18 %. Cette exigence doit être satisfaite même pendant le temps de refroidissement. Celui-ci est censé se terminer lorsque les freins ont atteint une température de  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  supérieure à la température ambiante.

3.1.3.2. Dans le cas des véhicules de catégorie T4.3, le système de freinage de stationnement, même s'il est combiné à l'un des autres dispositifs de freinage, doit pouvoir maintenir à l'arrêt un tracteur en charge sur une pente ascendante ou descendante de 40 %. Cette exigence doit être satisfaite même pendant le temps de refroidissement. Celui-ci est censé se terminer lorsque les freins ont atteint une température de  $10 \text{ }^\circ\text{C}$  supérieure à la température ambiante.

3.1.3.3. Essai d'efficacité du freinage de stationnement à chaud et à froid

Afin de vérifier que le véhicule est capable de maintenir un tracteur en charge à l'arrêt sur une pente ascendante ou descendante comme prescrit aux points 3.1.3.1 et 3.1.3.2, les mesures doivent être effectuées dans les conditions suivantes:

- chauffer les freins à une température  $\geq 100$  °C (mesurée à la surface de frottement du disque ou sur l'extérieur du tambour);
- effectuer l'essai statique à chaud du système de freinage à une température  $\geq 100$  °C;
- effectuer l'essai statique à froid du système de freinage de stationnement à une température  $\leq$  à la température ambiante + 10 °C.

Dans le cas de freins à bain d'huile, la méthode par laquelle cette vérification est effectuée doit faire l'objet d'un accord entre le constructeur du véhicule et le service technique. La méthode d'évaluation et les résultats doivent être annexés au procès-verbal de réception par type.

3.1.3.4. Sur les tracteurs auxquels l'attelage de véhicules tractés est autorisé, le système de freinage de stationnement du tracteur doit pouvoir maintenir à l'arrêt l'ensemble de véhicules, à la masse maximale admissible spécifiée par le constructeur du tracteur, sur une pente ascendante ou descendante de 12 %.

Si cette exigence ne peut être satisfaite en raison de limitations physiques (par exemple, en cas d'adhérence limitée pneumatique/route ne permettant pas au tracteur de générer des forces de freinage suffisantes), cette exigence est réputée satisfaite si l'exigence alternative du point 3.1.3.4, en liaison avec le point 2.2.1.20 de l'annexe I, est satisfaite.

3.1.3.4.1. Les prescriptions du point 3.1.3.4 sont considérées comme satisfaites lorsque les conditions du point 3.1.3.4.1.1 ou du point 3.1.3.4.1.2 ci-dessous sont remplies:

3.1.3.4.1.1. Même si le moteur du tracteur ne tourne pas, l'ensemble, à la masse maximale admissible, reste à l'arrêt sur la pente prescrite lorsque l'actionnement d'un seul dispositif de commande par le conducteur, depuis son siège de conduite, a enclenché le système de freinage de stationnement du tracteur et le système de freinage de stationnement du véhicule tracté, ou seulement l'un de ces deux systèmes de freinage.

3.1.3.4.1.2. Le système de freinage du tracteur peut maintenir à l'arrêt le tracteur relié à un véhicule tracté non freiné ayant une masse égale à la «masse d'ensemble  $P_{M+R}$ » mentionnée dans le rapport d'essai.

« $P_{M+R}$ » = masse d'ensemble (masse «PM» + masse  $P_R$  déclarée du véhicule tracté non freiné); selon le point 3.1.1.2 et le rapport d'essai.

«PM» = masse du tracteur (le cas échéant, comprenant le ballast ou la charge supportée, ou les deux).

3.1.3.5. Un dispositif de freinage de stationnement qui doit être actionné plusieurs fois avant d'atteindre l'efficacité prescrite peut être admis.

3.1.4. Freinage résiduel après défaillance de la transmission

3.1.4.1. Dans le cas des tracteurs de catégorie Tb dont la vitesse maximale par construction est supérieure à 60 km/h, l'efficacité résiduelle du système de freinage de service en cas de défaillance dans une partie de sa transmission doit permettre d'obtenir une

distance d'arrêt ne dépassant pas les valeurs indiquées ci-après et une décélération moyenne en régime qui ne soit pas inférieure aux valeurs indiquées ci-après, avec une force sur la commande ne dépassant pas 70 daN, lors d'un essai de type 0 moteur débrayé à partir des vitesses initiales ci-après pour la catégorie de véhicules concernée:

$v$ [km/h]	Distance d'arrêt EN CHARGE- [m]	$d_m$ [ $m/s^2$ ]	Distance d'arrêt À VIDE - [m]	$d_m$ [ $m/s^2$ ]
40	$0,15v + (100/30) \cdot (v^2/115)$	1,3	$0,15v + (100/30) \cdot (v^2/115)$	1,3

Cette prescription ne doit pas être interprétée comme une dérogation aux prescriptions concernant le freinage de secours.

- 3.1.4.2. L'efficacité résiduelle du système de freinage doit être vérifiée en simulant les conditions d'une défaillance réelle dans le système de freinage de service.

## 3.2. Véhicules des catégories R et S

### 3.2.1. Système de freinage de service

#### 3.2.1.1. Prescription relative aux essais des véhicules de catégorie R1 ou S1

Si des véhicules tractés de catégorie R1 ou S1 sont équipés d'un système de freinage de service, l'efficacité du système doit satisfaire aux prescriptions indiquées pour les véhicules de catégorie R2 ou S2.

#### 3.2.1.2. Prescription relative aux essais des véhicules de catégorie R2

Si le système de freinage de service est de type continu ou semi-continu, la somme des forces exercées à la périphérie des roues freinées doit être d'au moins X % de la masse maximale

X = 50 pour les véhicules tractés dont la vitesse maximale par construction est supérieure à 30 km/h.

X = 35 pour les véhicules tractés dont la vitesse maximale par construction est inférieure ou égale à 30 km/h.

Lorsque le véhicule tracté est équipé d'un système de freinage à air comprimé, la pression dans la conduite de commande ne doit pas dépasser 650 kPa (et/ou une valeur numérique correspondante, comme défini dans la norme ISO 11992:2003, y compris l'amendement Amd.1:2007 à sa partie 2 dans la ligne de commande électrique) et la pression dans la conduite d'alimentation ne doit pas dépasser 700 kPa pendant l'essai du frein.

Lorsque le véhicule tracté est équipé d'un système de freinage hydraulique, la pression dans la conduite de commande ne doit pas dépasser 11 500 kPa et la pression dans la ligne supplémentaire doit se situer entre 1 500 kPa et 1 800 kPa pendant l'essai du frein.

La vitesse d'essai est de 60 km/h ou la vitesse maximale par construction du véhicule tracté, si cette valeur est moins élevée.

Lorsque le système de freinage est de type à inertie, il doit satisfaire aux conditions énoncées dans l'annexe VIII.

#### 3.2.1.3. Prescription relative aux essais des véhicules de catégorie R3, R4 ou S2

La somme des forces exercées à la périphérie des roues freinées doit être d'au moins X % de la charge maximale statique sur les roues.

X = 50 pour les véhicules tractés des catégories R3, R4 et S2 dont la vitesse maximale par construction est supérieure à 30 km/h.

X = 35 pour les véhicules tractés des catégories R3a, R4a et S2a dont la vitesse maximale par construction est inférieure ou égale à 30 km/h.

Lorsque le véhicule tracté est équipé d'un système de freinage à air comprimé, la pression dans la conduite de commande ne doit pas dépasser 650 kPa et la pression dans la conduite d'alimentation ne doit pas dépasser 700 kPa pendant l'essai du frein.

La vitesse d'essai est de 60 km/h ou la vitesse maximale par construction du véhicule tracté, si cette valeur est moins élevée.

Lorsque le véhicule tracté est équipé d'un système de freinage hydraulique, la pression dans la conduite de commande ne doit pas dépasser 11 500 kPa et la pression dans la ligne supplémentaire doit se situer entre 1 500 kPa et 1 800 kPa pendant l'essai du frein.

- 3.2.1.4. À l'intérieur d'un même groupe d'essieux, le blocage des roues sur un essieu pendant la procédure d'essai de type 0 est autorisé. Cette prescription ne doit pas être interprétée comme une dérogation à la prescription du point 6.3.1 de l'annexe XI concernant le blocage de roue des roues directement contrôlées.

### 3.2.2. Système de freinage de stationnement

- 3.2.2.1. Le système de freinage de stationnement dont le véhicule tracté est équipé doit pouvoir maintenir à l'arrêt le véhicule tracté en charge, lorsqu'il est séparé du tracteur, sur une pente ascendante ou descendante de 18 %.

- 3.2.2.2. Les prescriptions du point 3.2.2.1 doivent être respectées même pendant la période de refroidissement. La période de refroidissement est censée se terminer lorsque les freins ont atteint une température de 10 °C au-dessus de la température ambiante.

- 3.2.2.3. Essai d'efficacité du freinage de stationnement à chaud et à froid

La prescription d'essai spécifiée au point 3.1.3.3 s'applique de manière correspondante.

### 3.2.3. Système de freinage automatique

L'efficacité du freinage automatique en cas de défaillance, comme décrit aux points 2.2.1.17 et 2.2.1.18 de l'annexe I, lors de l'essai du véhicule chargé à partir d'une vitesse de 40 km/h ou  $0,8 V_{\max}$  (selon celle de ces deux vitesses qui est la plus faible), ne doit pas être inférieure à 13,5 % de la charge statique maximale par roue. Le blocage des roues à des niveaux d'efficacité supérieurs à 13,5 % est autorisé.

### 3.3. Temps de réponse pour les véhicules des catégories T, C, R et S

- 3.3.1. Lorsqu'un véhicule est équipé d'un système de freinage de service qui est totalement ou partiellement dépendant d'une source d'énergie autre que l'effort musculaire du conducteur, les exigences suivantes doivent être satisfaites:

- 3.3.1.1. Lors d'une manœuvre d'urgence, le délai entre l'instant où la commande commence à être actionnée et l'instant où la force de freinage sur l'essieu le plus défavorisé atteint la valeur correspondant à l'efficacité prescrite ne doit pas dépasser 0,6 s.

- 3.3.1.2. Dans le cas des véhicules équipés d'un système de freinage à air comprimé ou des véhicules tractés équipés de systèmes de freinage hydrauliques ou des tracteurs équipés d'une conduite de commande hydraulique, les prescriptions du point 3.3.1 sont considérées comme respectées si le véhicule satisfait aux dispositions de l'annexe III.
- 3.3.1.3. Dans le cas des tracteurs équipés d'un système de freinage hydraulique, les prescriptions du point 3.3.1 sont considérées comme respectées si, lors d'une manœuvre d'urgence, la décélération du véhicule ou la pression dans le cylindre de frein le plus défavorisé atteint la valeur correspondant à l'efficacité prescrite dans un délai de 0,6 seconde.
- 3.3.1.4. Dans le cas des tracteurs pourvus d'un essieu freiné et d'un engagement automatique de l'entraînement à tous les autres essieux pendant le freinage, les prescriptions du point 3.3.1 sont considérées comme respectées si le tracteur respecte à la fois la distance d'arrêt prescrite et la décélération moyenne en régime prescrite pour la catégorie de véhicules concernée, conformément au point 3.1.1.1, mais, dans ce cas, il est nécessaire de mesurer effectivement les deux paramètres.

## Appendice 1

### Répartition du freinage entre les essieux des véhicules et prescriptions relatives à la compatibilité entre le tracteur et le véhicule tracté

1. Prescriptions générales
- 1.1. Véhicules de catégories T, C, R et S
- 1.1.1. Les véhicules des catégories Ta, Ca, R2a, R3a, R4a et S2a dont la vitesse maximale par construction est supérieure à 30 km/h doivent satisfaire aux prescriptions suivantes du présent appendice:
  - 1.1.1.1. les prescriptions de compatibilité associées aux diagrammes 2 et 3, selon le cas; si un dispositif spécial est utilisé, celui-ci doit fonctionner automatiquement. Dans le cas des remorques équipées d'une répartition de la force de freinage à commande électronique, les prescriptions du présent appendice ne s'appliquent que lorsque la remorque est reliée électriquement au tracteur par le raccord ISO 7638:2003;
  - 1.1.1.2. en cas de défaillance de la commande du dispositif spécial, l'efficacité de freinage spécifiée au point 5 doit être assurée pour le véhicule concerné;
  - 1.1.1.3. les prescriptions de marquage figurant au point 6.
- 1.1.2. Les véhicules des catégories Tb, R2b, R3b, R4b et S2b doivent satisfaire aux prescriptions correspondantes du présent appendice. Si un dispositif spécial est utilisé, il doit fonctionner automatiquement.
- 1.1.3. Toutefois, les véhicules des catégories mentionnées au point 1.1.1 et ceux mentionnés au point 1.1.2 qui sont équipés d'un système de freinage antiblocage de catégorie 1 ou 2 (tracteurs) et de catégorie A ou B (véhicules tractés), satisfaisant aux prescriptions correspondantes de l'annexe XI, doivent également satisfaire aux prescriptions correspondantes du présent appendice avec les exceptions suivantes:
  - 1.1.3.1. la conformité aux prescriptions concernant l'utilisation de l'adhérence associées au diagramme 1 n'est pas requise;
  - 1.1.3.2. dans le cas de tracteurs et de véhicules tractés, la conformité aux prescriptions concernant la compatibilité à vide associées aux diagrammes 2 et 3, selon le cas, n'est pas requise. Cependant, pour toutes les conditions de charge, une force de freinage doit être produite entre une pression de 20 kPa et 100 kPa (systèmes de freinage pneumatiques) et de 350 à 1 800 kPa (systèmes de freinage hydrauliques) ou la valeur numérique équivalente à la tête d'accouplement de la ou des conduites de commande;
  - 1.1.3.3. dans le cas des véhicules équipés d'un dispositif spécial qui contrôle automatiquement la répartition du freinage entre les essieux ou ajuste automatiquement la force de freinage en fonction de la charge sur le ou les essieux, les prescriptions des points 5 et 6 s'appliquent.
- 1.1.4. Lorsque le véhicule est équipé d'un système de freinage d'endurance, la force de freinage produite par ce système ne doit pas être prise en compte pour déterminer la performance du véhicule en ce qui concerne les dispositions du présent appendice.

1.2. Les prescriptions relatives aux diagrammes spécifiés aux points 3.1.6, 4.1 et 4.2 sont valables pour les véhicules équipés d'une conduite de commande pneumatique et électrique, conformément au point 2.1.4 de l'annexe I, ou d'une conduite de commande hydraulique conformément au point 2.1.5 de l'annexe I. Dans tous les cas, la valeur de référence (abscisse des diagrammes) sera la valeur de la pression transmise ou du signal électrique, respectivement, dans la conduite de commande:

1.2.1. pour les véhicules équipés conformément au point 2.1.4.1.1 de l'annexe I, cette valeur sera la pression pneumatique réelle dans la conduite de commande ( $p_m$ );

1.2.2. pour les véhicules équipés conformément au point 2.1.4.1.2 ou au point 2.1.4.1.3 de l'annexe I, cette valeur sera la pression correspondant à la valeur numérique transmise dans la ligne de commande électrique, conformément à la norme ISO 11992:2003 et à l'amendement Amd.1:2007 à sa partie 2.

Les véhicules équipés conformément au point 2.1.4.1.2 de l'annexe I (avec à la fois des conduites de commande pneumatique et électrique) doivent satisfaire aux prescriptions des diagrammes relatifs aux deux conduites de commande. Toutefois, des courbes caractéristiques de freinage identiques pour les deux conduites de commande ne sont pas requises;

1.2.3. pour les véhicules équipés conformément au point 2.1.5.1 de l'annexe I, cette valeur sera la pression hydraulique réelle dans la conduite de commande ( $p_m$ ).

1.3. Validation du début de freinage

1.3.1. Au moment de la réception par type, on doit vérifier que le début de freinage sur un essieu de chaque groupe d'essieux indépendant se situe dans les plages de pression ci-après:

1.3.1.1. Véhicules en charge:

Au moins un essieu doit commencer à produire une force de freinage lorsque la pression à la tête d'accouplement est comprise entre 20 et 100 kPa (systèmes de freinage pneumatiques) et entre 350 et 1 800 kPa (systèmes de freinage hydrauliques), respectivement, ou la valeur numérique équivalente.

Au moins un essieu de tout autre groupe d'essieux doit commencer à produire une force de freinage lorsque la pression à la tête d'accouplement est inférieure ou égale à 120 kPa (systèmes de freinage pneumatiques) ou inférieure ou égale à 2 100 kPa (systèmes de freinage hydrauliques), respectivement, ou à la valeur numérique correspondante.

1.3.1.2. Véhicules à vide:

Au moins un essieu doit commencer à produire une force de freinage lorsque la pression à la tête d'accouplement est comprise entre 20 et 100 kPa (systèmes de freinage pneumatiques) et entre 350 et 1 800 kPa (systèmes de freinage hydrauliques), respectivement, ou la valeur numérique équivalente.

1.3.1.3. Une ou toutes les roues du ou des essieux étant soulevées du sol et pouvant tourner librement, exercer une pression croissante sur la commande de freinage et mesurer la pression à la tête d'accouplement au moment où la ou les roues ne peuvent plus être tournées à la main, c'est-à-dire au début du freinage. Dans le cas des tracteurs de catégorie C, une procédure alternative peut être utilisée pour la validation de la production de la force de freinage (par exemple, en ôtant les chenilles). Cette condition détermine le début de la force de freinage.

## 2. Symboles

$i$	= indice de l'essieu ( $i = 1$ , essieu avant; $i = 2$ , deuxième essieu, etc.)
$E$	= empattement
$E_R$	= distance entre le point d'attelage et le centre de l'essieu du véhicule tracté à timon rigide ou du véhicule tracté à essieu central
$f_i$	= $T_i/N_i$ , adhérence utilisée de l'essieu $i$
$F_i$	= réaction normale de la surface de la route sur l'essieu $i$ en conditions statiques
$F_M$	= réaction statique normale totale de la surface de la route sur les roues du tracteur
$g$	= accélération de la pesanteur: $g = 9,81 \text{ m/s}^2$
$h$	= hauteur du centre de gravité spécifiée par le constructeur et agréée par les services techniques chargés des essais de réception;
$J$	= décélération du véhicule
$k$	= coefficient théorique d'adhérence entre pneumatique et route
$P$	= masse du véhicule
$N_i$	= réaction normale de la surface de la route sur l'essieu $i$ pendant le freinage
$p_m$	= la pression à la tête d'accouplement de la conduite de commande
$F_R$	= la réaction statique normale totale de la surface de la route sur les roues des véhicules tractés
$F_{R_{\max}}$	= valeur de $F_R$ à la masse maximale du véhicule tracté
$T_i$	= force exercée par les freins sur l'essieu $i$ dans les conditions de freinage normales sur route
$T_M$	= la somme des forces de freinage à la périphérie de toutes les roues du tracteur
$T_R$	= somme des forces de freinage $T_i$ à la périphérie de toutes les roues du véhicule tracté
$z$	= taux de freinage du véhicule = $J/g$

## 3. Prescriptions pour les tracteurs de catégorie T

### 3.1. Tracteurs à deux essieux

3.1.1. Pour les valeurs de  $k$  comprises entre 0,2 et 0,8, toutes les catégories de tracteurs doivent satisfaire à la relation:

$$z \geq 0,10 + 0,85 (k - 0,20)$$

Les dispositions énoncées aux points 3.1.1 et 4.1.1 n'affectent pas les prescriptions de l'annexe II relatives à l'efficacité du freinage. Si, toutefois, lors des essais

effectués selon les prescriptions des points 3.1.1 et 4.1.1, des efficacités de freinage supérieures à celles prescrites dans l'annexe III sont obtenues, on applique les prescriptions relatives aux courbes d'utilisation de l'adhérence à l'intérieur des zones du diagramme 1 délimitées par les droites  $k = 0,8$  et  $z = 0,8$ .

3.1.2. Pour tous les états de chargement du véhicule, la courbe d'utilisation de l'adhérence de l'essieu arrière ne doit pas être située au-dessus de celle de l'essieu avant:

3.1.2.1. pour tous les taux de freinage compris entre 0,15 et 0,30

Cette condition est également considérée comme remplie si, pour des taux de freinage compris entre 0,15 et 0,30, les courbes d'utilisation de l'adhérence pour chaque essieu se situent entre deux parallèles à la droite d'équi-adhérence d'équation  $k = z + 0,08$  comme indiqué sur le diagramme 1 du présent appendice et si la courbe d'adhérence utilisée pour l'essieu arrière, pour les taux de freinage  $z > 0,3$  satisfait à la relation:

$$z \geq 0,3 + 0,74 (k - 0,38)$$

3.1.3. Pour les tracteurs autorisés à tracter des véhicules de catégorie R3b, R4b et S2b équipés d'un système de freinage à air comprimé:

3.1.3.1. Lors de l'essai avec arrêt de la source d'énergie et obturation de la conduite d'alimentation, un réservoir d'une capacité de 0,5 l raccordé à la conduite de commande pneumatique, le système étant essayé à la pression de conjonction et à la pression de disjonction, la pression doit, quand la commande de freinage est actionnée à fond de course, être comprise entre 650 et 850 kPa aux têtes d'accouplement de la conduite d'alimentation et de la conduite de commande pneumatique, quel que soit l'état de chargement du véhicule.

3.1.3.2. Sur les véhicules équipés d'une ligne de commande électrique, un actionnement à fond de course de la commande du système de freinage de service doit donner une valeur numérique de demande correspondant à une pression comprise entre 650 et 850 kPa (voir la norme ISO 11992:2003 et l'amendement Amd.1:2007 à sa partie 2).

3.1.3.3. Ces valeurs doivent pouvoir être vérifiées sur le tracteur quand il est dételé du véhicule tracté. Les bandes de compatibilité des diagrammes mentionnés aux points 3.1.6, 4.1 et 4.2 ne doivent pas s'étendre au-delà de 750 kPa et/ou de la valeur numérique demandée correspondante (voir norme ISO 11992:2003, y compris l'amendement Amd. 1:2007 à sa partie 2).

3.1.3.4. Une pression d'au moins 700 kPa doit être assurée à la tête d'accouplement de la conduite d'alimentation lorsque la pression du système correspond à la pression de conjonction. Cette pression doit être contrôlée sans utilisation du freinage de service.

3.1.4. Pour les tracteurs autorisés à tracter des véhicules de catégorie R3b, R4b et S2b équipés d'un système de freinage hydraulique:

3.1.4.1. Lors de l'essai avec la source d'énergie au ralenti et à 2/3 du régime moteur maximal, une conduite de commande du simulateur de véhicule tracté (point 3.6 de l'annexe III) est raccordée à la conduite de commande hydraulique. Quand le dispositif de commande de freinage est actionné à fond de course, les pressions doivent se situer entre 11 500 et 15 000 kPa à la conduite de commande hydraulique et entre 1 500 et 3 500 kPa à la conduite supplémentaire, quel que soit l'état de chargement du véhicule.

3.1.4.2. Ces valeurs doivent pouvoir être vérifiées sur le tracteur quand il est dételé du véhicule tracté. Les bandes de compatibilité des diagrammes spécifiés aux points 3.1.6, 4.1 et 4.2 ne doivent pas s'étendre au-delà de 13 300 kPa.

3.1.5. Vérification des prescriptions des points 3.1.1. et 3.1.2.

3.1.5.1. Afin de vérifier la conformité aux prescriptions des points 3.1.1 et 3.1.2, le constructeur doit communiquer les courbes d'utilisation de l'adhérence de l'essieu avant et de l'essieu arrière, calculées par les formules:

$$f_1 = \frac{T_1}{N_1} = \frac{T_1}{F_1 + z \cdot \frac{h}{E} \cdot P \cdot g}$$

$$f_2 = \frac{T_2}{N_2} = \frac{T_2}{F_2 - z \cdot \frac{h}{E} \cdot P \cdot g}$$

Les courbes doivent être établies pour les deux états de charge suivants:

3.1.5.1.1. à vide, sans dépasser la masse minimale déclarée par le constructeur sur la fiche de renseignements;

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

3.1.5.2. S'il n'est pas possible, pour les véhicules à traction intégrale permanente ou dans la situation où la transmission intégrale est active pendant le freinage, de procéder à la vérification mathématique prévue au point 3.1.5.1, le constructeur peut vérifier, au moyen de l'essai servant à déterminer l'ordre de blocage des roues, que pour tous les taux de freinage compris entre 0,15 et 0,8, le blocage des roues avant se produit soit en même temps que le blocage des roues arrière, soit avant. Cette option n'exempte pas le constructeur de démontrer la conformité au point 3.1.5.1 pour la situation où la transmission intégrale n'est pas active pendant le freinage.

3.1.5.2.1. Toutefois, pour les tracteurs qui passent automatiquement à la transmission intégrale dès que le freinage est actionné alors que la vitesse du véhicule est supérieure à 20 km/h mais pas lorsque la vitesse du véhicule est inférieure ou égale à 20 km/h, il n'est pas exigé de démontrer la conformité aux dispositions du point 3.1.5.1 pour la situation où la transmission intégrale n'est pas active pendant le freinage.

3.1.5.3. Procédure de vérification des prescriptions du point 3.1.5.2.

3.1.5.3.1. L'essai servant à déterminer l'ordre de blocage des roues doit être effectué sur un revêtement ayant un coefficient d'adhérence inférieur ou égal à 0,3, et un autre d'environ 0,8 (route sèche), aux vitesses d'essai initiales fixées au point 3.1.5.3.2.

3.1.5.3.2. Vitesses d'essai:

0,8  $v_{\max}$  km/h, mais au maximum 60 km/h pour les décélérations sur revêtement à faible coefficient de frottement;

0,9  $v_{\max}$  pour les décélérations sur revêtement à fort coefficient de frottement.

- 3.1.5.3.3. La force exercée sur la pédale peut dépasser les forces d'actionnement prescrites au point 3.2.1.
- 3.1.5.3.4. La force exercée sur la pédale est augmentée de façon à ce que la deuxième roue du véhicule se bloque 0,5 à 1 s après le début de l'actionnement du frein, et jusqu'au blocage des deux roues d'un même essieu (d'autres roues peuvent aussi se bloquer au cours de l'essai, par exemple dans le cas d'un blocage simultané).
- 3.1.5.4. Les essais prescrits au point 3.1.5.2. doivent être effectués deux fois sur chaque revêtement. Si l'un des essais donne un résultat défavorable, il est procédé à un troisième essai qui sera déterminant.
- 3.1.6. Tracteurs autorisés à remorquer des véhicules tractés autres que ceux à timon rigide et ceux à essieu central.
- 3.1.6.1. Le rapport admissible entre le taux de freinage  $T_M/F_M$  et la pression  $p_m$  doit se situer dans les zones indiquées sur le diagramme 2 pour toutes les pressions comprises entre 20 et 750 kPa (dans le cas d'un système de freinage à air comprimé) et entre 350 et 13 300 kPa (dans le cas d'un système de freinage hydraulique).

## 3.2. Tracteurs ayant plus de deux essieux

Les prescriptions du point 3.1 s'appliquent aux véhicules qui ont plus de deux essieux. Les prescriptions du point 3.1.2 en ce qui concerne l'ordre de blocage des roues sont considérées comme remplies si, pour les taux de freinage compris entre 0,15 et 0,30, l'utilisation de l'adhérence pour un au moins des essieux avant est supérieure à celle d'un au moins des essieux arrière.

## 4. Prescriptions pour les véhicules tractés

4.1. Pour les véhicules tractés à timon qui sont équipés d'un système de freinage à air comprimé ou hydraulique:

4.1.1. Pour les véhicules tractés à timon qui sont équipés de deux essieux, les prescriptions suivantes s'appliquent:

4.1.1.1. Pour les valeurs de  $k$  situées entre 0,2 et 0,8:

$$z \geq 0,1 + 0,85 (k - 0,2)$$

Les dispositions énoncées au point 3.1.1 n'affectent pas les prescriptions de l'annexe II relatives à l'efficacité du freinage. Si, toutefois, lors des essais effectués selon les prescriptions du point 3.1.1, des efficacités de freinage supérieures à celles prescrites dans l'annexe III sont obtenues, on applique les prescriptions relatives aux courbes d'utilisation de l'adhérence à l'intérieur des zones du diagramme 1 de la présente annexe délimitées par les droites  $k = 0,8$  et  $z = 0,8$ .

4.1.1.2. Pour tous les états de chargement du véhicule, la courbe d'utilisation de l'adhérence de l'essieu arrière ne doit pas être située au-dessus de celle de l'essieu avant pour tous les taux de freinage compris entre 0,15 et 0,30. Cette condition est également considérée comme remplie si, pour les taux de freinage compris entre 0,15 et 0,30, les deux conditions suivantes sont remplies:

4.1.1.2.1. les courbes d'utilisation de l'adhérence pour chaque essieu se situent entre deux parallèles à la droite d'équi-adhérence d'équations  $k = z + 0,08$  et  $k = z - 0,08$  comme indiqué sur le diagramme 1

et

- 4.1.1.2.2. la courbe d'utilisation de l'adhérence pour l'essieu arrière, pour les taux de freinage  $z \geq 0,3$  satisfait à la relation  $z \geq 0,3 + 0,74 (k - 0,38)$ .
- 4.1.1.3. Pour la vérification des prescriptions des points 4.1.1.1 et 4.1.1.2, il convient de suivre la même procédure que celle décrite au point 3.1.5.
- 4.1.2. Les véhicules tractés à timon qui sont équipés de plus de deux essieux doivent satisfaire aux prescriptions du point 4.1.1. Les prescriptions du point 4.1.1 en ce qui concerne l'ordre de blocage des roues sont considérées comme remplies si, pour les taux de freinage compris entre 0,15 et 0,30, l'utilisation de l'adhérence pour un au moins des essieux avant est supérieure à celle d'un au moins des essieux arrière.
- 4.1.3. Le rapport admissible entre le taux de freinage  $T_R/F_R$  et la pression  $p_m$  doit se situer dans les zones désignées sur le diagramme 3 pour toutes les pressions comprises entre 20 et 750 kPa (système pneumatique) et entre 350 et 13 300 kPa (système hydraulique), respectivement, aussi bien en charge qu'à vide.
- 4.2. Pour les véhicules tractés à timon rigide et ceux à essieu central qui sont équipés d'un système de freinage à air comprimé ou hydraulique:
  - 4.2.1. Le rapport admissible entre le taux de freinage  $T_R/F_R$  et la pression  $p_m$  doit se situer dans deux zones données par le diagramme 3 en multipliant l'échelle verticale par 0,95. Cette prescription doit être satisfaite à toutes les pressions comprises entre 20 et 750 kPa (système pneumatique) et entre 350 et 13 300 kPa (système hydraulique), respectivement, aussi bien en charge qu'à vide.
- 4.3. Pour les véhicules tractés à timon qui sont équipés d'un système de freinage à inertie
  - 4.3.1. Les prescriptions du point 4.1.1 s'appliquent également aux véhicules tractés à timon qui sont équipés d'un système de freinage à inertie.
  - 4.3.2. Pour les véhicules tractés à timon qui sont équipés d'un système de freinage à inertie et ont plus de deux essieux, les prescriptions du point 4.1.2 du présent appendice s'appliquent.
  - 4.3.3. Pour le calcul visant à vérifier la conformité aux dispositions du point 4.1.1.3, l'influence de la force admissible du timon  $D^*$  (point 10.3.1 de l'annexe VIII) peut être ignorée.
5. Prescriptions à respecter en cas de défaillance du système de répartition de freinage  
Lorsqu'il est satisfait aux conditions du présent appendice grâce à l'utilisation d'un dispositif spécial (commandé mécaniquement par la suspension du véhicule, par exemple), il doit être possible, dans le cas des tracteurs, en cas de défaillance de la commande, d'arrêter le véhicule dans les conditions prévues pour le freinage de secours; pour les tracteurs autorisés à tracter un véhicule équipé d'un système de freinage à air comprimé ou hydraulique, il doit être possible d'obtenir, à la tête d'accouplement de la conduite de commande, une pression comprise dans la plage de valeurs spécifiée aux points 3.1.3 et 3.1.4. En cas de défaillance de la commande du dispositif sur les véhicules tractés, une efficacité du freinage de service au moins égale à 30 % de celle prescrite pour le véhicule en question doit être obtenue.
6. Marquages
  - 6.1. Les véhicules qui satisfont aux prescriptions du présent appendice en ayant recours à un dispositif contrôlé mécaniquement par la suspension du véhicule doivent être marqués conformément aux prescriptions énoncées sur la base de l'article 17, paragraphe 2, point k), et paragraphe 5, du règlement (UE) n° 167/2013 et ce marquage doit comporter les données appropriées pour indiquer la course utile du dispositif entre les positions

correspondant, respectivement, aux états à vide et en charge du véhicule et les informations additionnelles nécessaires pour contrôler le réglage du dispositif.

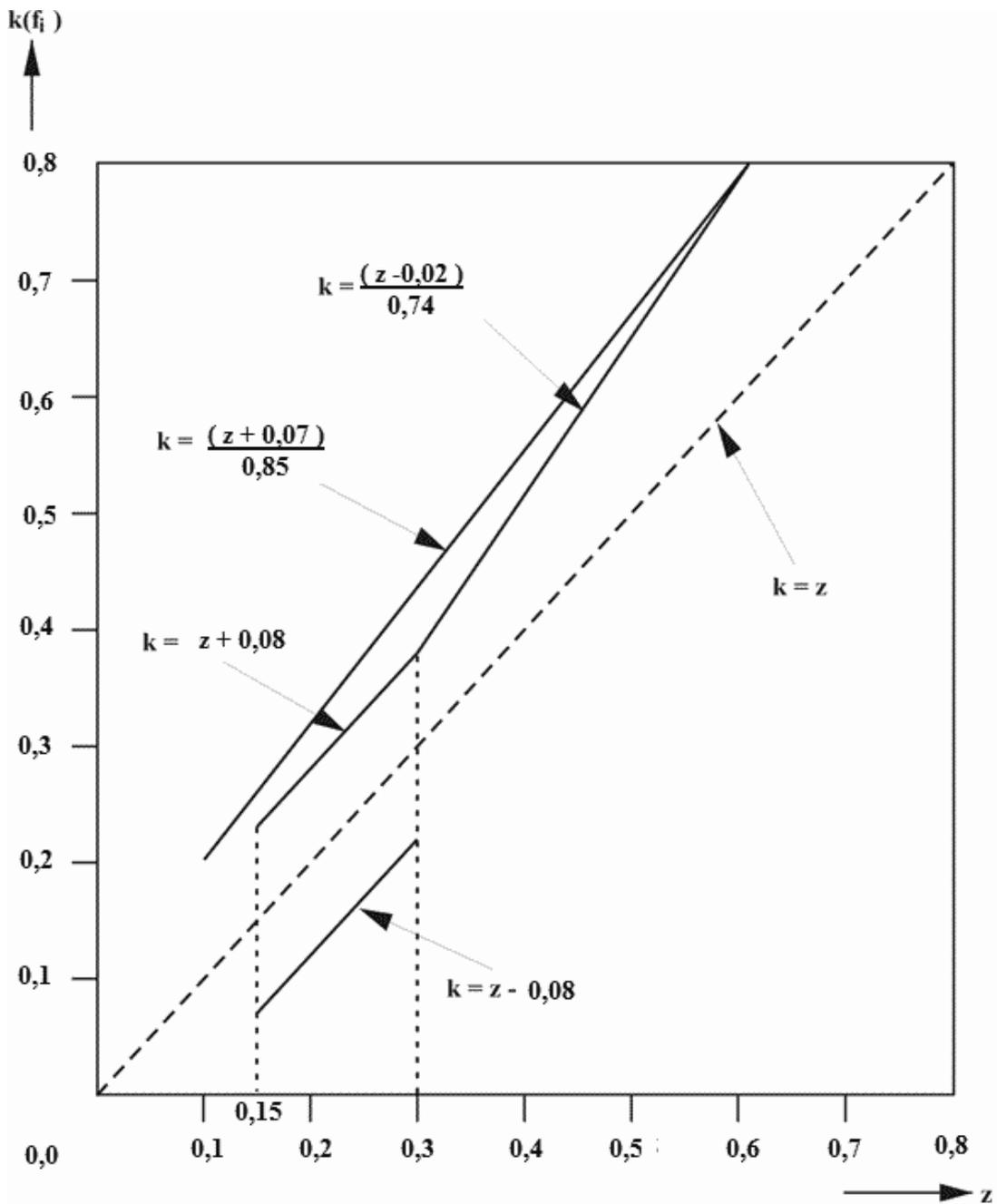
- 6.1.1. Lorsqu'un dispositif de répartition du freinage en fonction de la charge est commandé par l'intermédiaire de la suspension du véhicule par des moyens autres que mécaniques, le véhicule doit porter un marquage donnant les informations nécessaires pour contrôler le réglage du dispositif.
- 6.2. Lorsqu'il est satisfait aux conditions de la présente annexe grâce à l'utilisation d'un dispositif qui fait varier la pression d'air dans la transmission des freins, le véhicule doit porter un marquage indiquant les charges par essieu au sol, la pression nominale de sortie, ainsi que la pression d'entrée, qui doit être d'au moins 80 % de la pression nominale maximale d'entrée spécifiée par le constructeur du véhicule, pour les états de chargement suivants:
  - 6.2.1. charge maximale techniquement admissible sur le ou les essieux qui commandent le dispositif;
  - 6.2.2. charge sur le ou les essieux correspondant à la masse à vide du véhicule en ordre de marche telle qu'elle est spécifiée dans le rapport d'essai concernant la conformité du système de freinage en vue de sa réception;
  - 6.2.3. charge sur le ou les essieux spécifiée par le constructeur pour le contrôle du réglage du dispositif en service si cette ou ces valeurs diffèrent des valeurs indiquées aux points 6.2.1 à 6.2.2.
- 6.3. Les marquages visés aux points 6.1 et 6.2 doivent être apposés à un endroit bien visible et sous forme indélébile. Un exemple de marquages pour un dispositif commandé mécaniquement sur un véhicule équipé d'un système de freinage à air comprimé ou hydraulique est présenté conformément aux prescriptions énoncées sur la base de l'article 34, paragraphe 3, du règlement (UE) 167/2013.
- 6.4. Les systèmes de répartition de la force de freinage à commande électronique qui ne peuvent satisfaire aux prescriptions des points 6.1, 6.2 et 6.3 doivent être équipés d'un dispositif de contrôle automatique des fonctions qui influent sur la répartition de la force de freinage. En outre, lorsque le véhicule est à l'arrêt, il doit être possible d'effectuer les contrôles définis au point 1.3.1 ci-dessus, en reproduisant la pression de demande nominale correspondant au début du freinage aussi bien en charge qu'à vide.

## 7. Essai du véhicule

Lors des essais de réception par type d'un véhicule, le service technique responsable doit procéder aux vérifications et, éventuellement, aux essais complémentaires qu'il juge nécessaires pour s'assurer qu'il est satisfait aux prescriptions du présent appendice. Le rapport d'éventuels essais complémentaires doit être joint au procès-verbal de réception par type.

### Diagramme 1

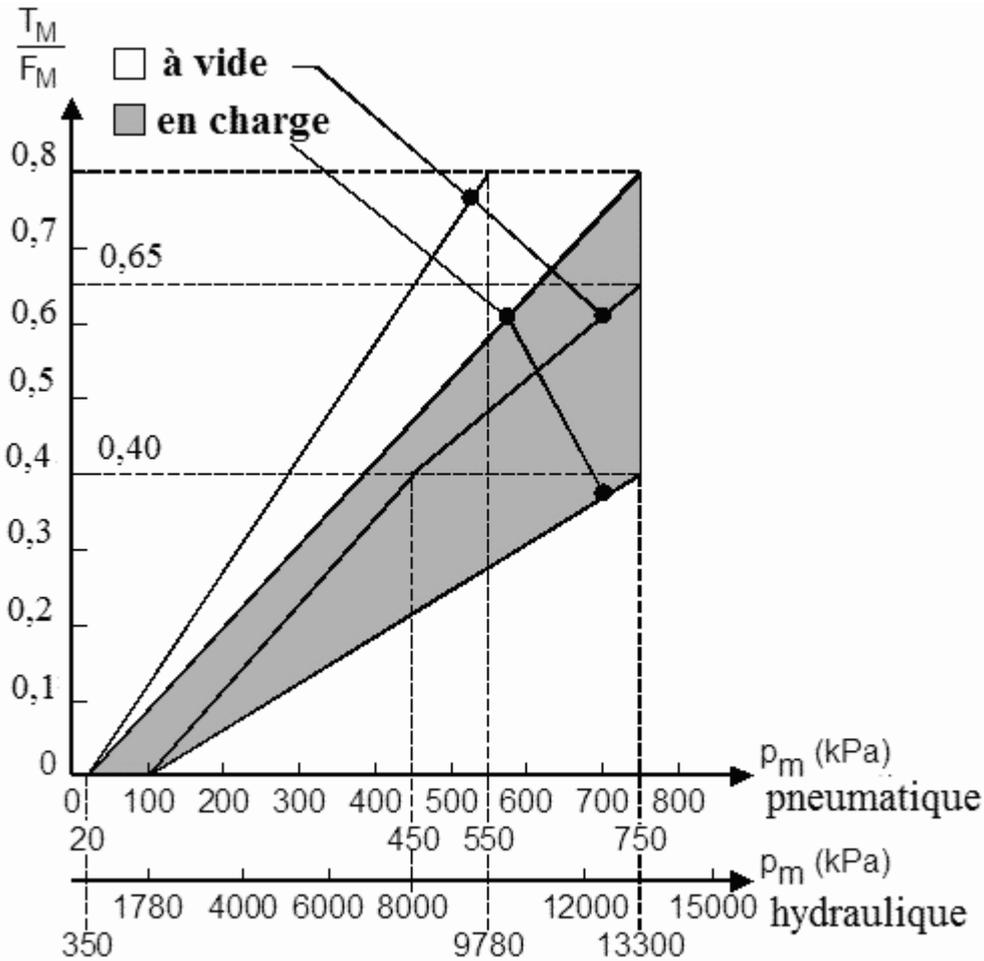
Tracteurs de catégorie Tb et véhicules tractés à timon des catégories R3b, R4b et S2b  
(voir points 3.1.2.1 et 4.1.1.2)



Note: La limite inférieure  $k = z - 0,08$  n'est pas applicable pour l'utilisation de l'adhérence de l'essieu arrière.

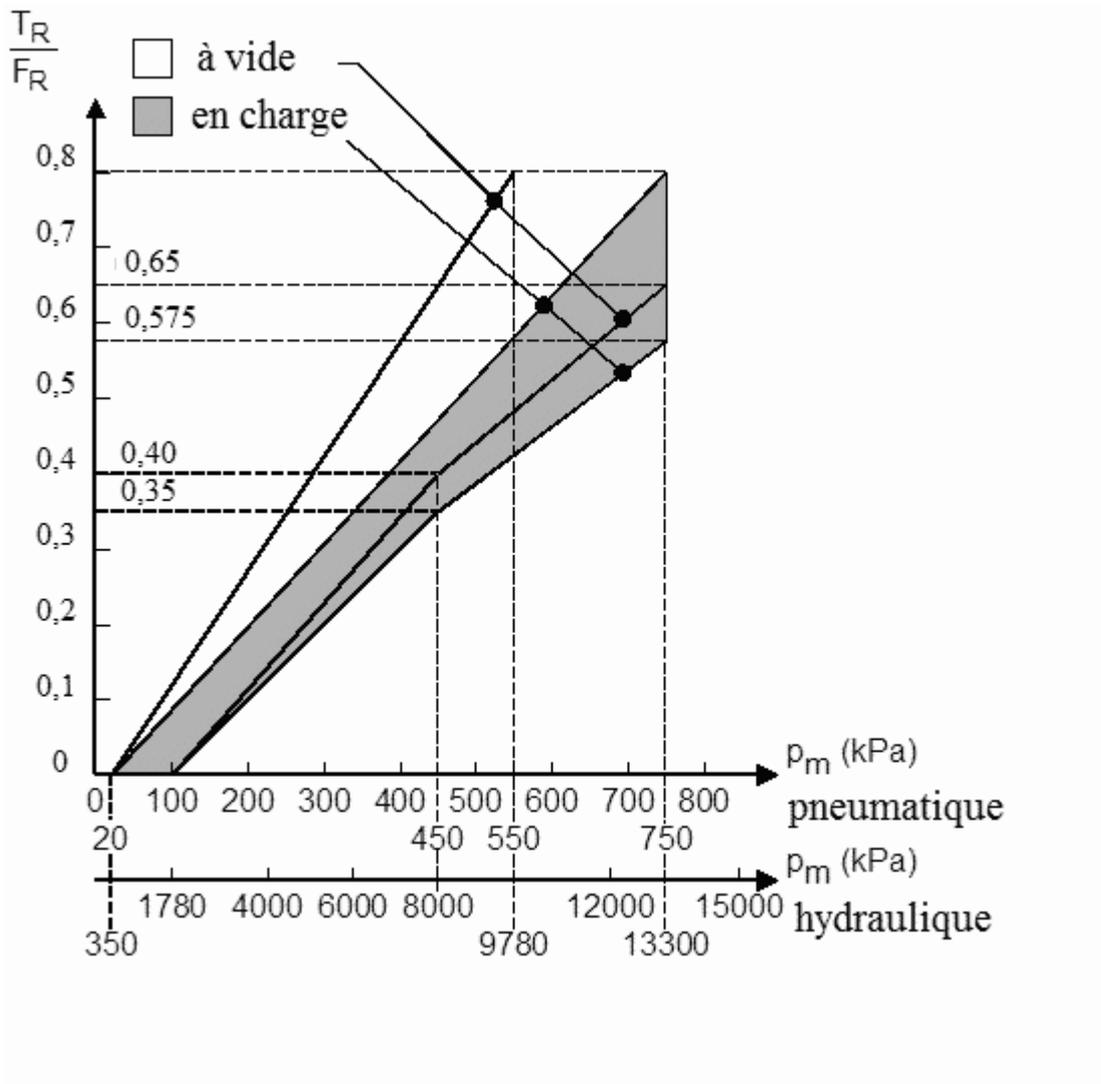
## Diagramme 2

Rapport admissible entre le taux de freinage  $T_M/P_M$  et la pression  $p_m$  à la tête d'accouplement pour les tracteurs des catégories T et C équipés d'un système de freinage à air comprimé ou hydraulique



### Diagramme 3

Rapport admissible entre le taux de freinage  $T_R/F_R$  et la pression  $p_m$  à la tête d'accouplement pour les véhicules tractés des catégories S2, R2 et R4 équipés d'un système de freinage à air comprimé ou hydraulique



**ANNEXE III**  
**Prescriptions relatives à la mesure du temps de réponse**

**1. Prescriptions générales**

- 1.1. Le temps de réponse des systèmes de freinage de service est déterminé sur le véhicule à l'arrêt, la pression devant être mesurée à l'entrée du cylindre du frein le plus défavorisé. Si le véhicule est équipé de répartiteurs de freinage en fonction de la charge, ces dispositifs doivent être mis en position «en charge».
- 1.2. Lors des essais, la course des cylindres de freins des différents essieux doit être celle qui répond à des freins réglés au plus près.
- 1.3. Les temps de réponse déterminés conformément aux points 2.2, 2.3, 2.4, 2.6, 3.3, 3.4, 3.5, 3.6.5, 4.1, 4.5.1, 4.5.2, 4.5.3, 5.3.6, 6.2, doivent être arrondis au dixième de seconde le plus proche. Si le chiffre des centièmes est égal ou supérieur à 5, le temps de réponse est arrondi au dixième supérieur.
- 1.4. Les diagrammes des appendices 1 et 2 donnent des exemples de la configuration correcte des simulateurs pour l'étalonnage et l'essai.

**2. Tracteurs équipés d'un système de freinage à air comprimé**

- 2.1. Au début de chaque essai, la pression dans le dispositif de stockage d'énergie doit être égale à la pression à laquelle le régulateur rétablit l'alimentation du système. Dans les systèmes non munis de régulateur (par exemple, compresseurs limités par la pression), la pression dans le dispositif de stockage d'énergie au début de chaque essai doit être égale à 90 % de la pression déclarée par le constructeur et définie au point 1.2.2.1 de la section A de l'annexe IV, utilisée pour les essais prescrits dans la présente annexe.
- 2.2. Les temps de réponse en fonction du temps d'actionnement ( $t_f$ ) sont à obtenir par une succession de manœuvres à fond de course, en partant du temps d'actionnement le plus court possible jusqu'à un temps d'environ 0,4 s. Les valeurs mesurées doivent être portées sur un diagramme.
- 2.3. Le temps de réponse à prendre en considération pour l'essai est celui correspondant à un temps d'actionnement de 0,2 s. Ce temps de réponse peut être obtenu, à partir du diagramme, par interpolation.
- 2.4. Pour un temps d'actionnement de 0,2 s, le temps entre le début de l'actionnement du dispositif de commande du système de freinage et l'instant où la pression dans le cylindre de frein atteint 75 % de sa valeur asymptotique ne doit pas dépasser 0,6 s.
- 2.5. Dans le cas des tracteurs ayant une conduite de commande pneumatique pour les véhicules tractés, en plus des prescriptions du point 1.1, le temps de réponse est mesuré à l'extrémité d'un tuyau d'une longueur de 2,5 m et d'un diamètre intérieur de 13 mm, qui doit être raccordé à la tête d'accouplement de la conduite de commande du système de freinage de service. Durant cet essai, un volume de  $385 \pm 5 \text{ cm}^3$  (censé correspondre au volume d'un tuyau d'une longueur de 2,5 m et d'un diamètre intérieur de 13 mm sous une pression de 650 kPa) est raccordé à la tête d'accouplement de la conduite d'alimentation. La longueur et le diamètre intérieur des tuyaux doivent être indiqués au point 2.4 du rapport d'essai.

- 2.6. Le temps s'écoulant entre le début de l'actionnement de la pédale de commande et l'instant où:
- 2.6.1 la pression mesurée à la tête d'accouplement de la conduite de commande pneumatique;
- 2.6.2 la valeur numérique de demande dans la ligne de commande électrique mesurée conformément à la norme ISO 11992:2003 et à l'amendement Amd.1:2007 à sa partie 2 atteint x % de sa valeur asymptotique, respectivement finale, ne doit pas dépasser les valeurs figurant dans le tableau ci-après:

$x$ [%]	$t$ [s]
10	0,2
75	0,4

- 2.7. Dans le cas des tracteurs autorisés à tracter des véhicules de catégorie R3 ou R4 équipés d'un système de freinage à air comprimé, en plus des prescriptions du point 2.6, on vérifie que les prescriptions du point 2.2.1.17.2.1 de l'annexe I sont respectées en procédant à l'essai suivant:
- 2.7.1 en mesurant la pression à l'extrémité d'un tuyau de 2,5 m de long et d'un diamètre intérieur de 13 mm, qui doit être raccordé à la tête d'accouplement de la conduite d'alimentation;
- 2.7.2 en simulant une défaillance de la conduite de commande à la tête d'accouplement;
- 2.7.3 en actionnant le dispositif de commande du freinage de service pendant 0,2 seconde, comme décrit au point 2.3.

### 3. Tracteurs équipés d'un système de freinage hydraulique

- 3.1. Les essais de mesure du temps de réponse doivent être réalisés à température ambiante, entre 15 °C et 30 °C.
- 3.2. Au début de chaque essai, la pression dans le dispositif de stockage d'énergie doit être égale à la pression à laquelle le régulateur rétablit l'alimentation du système. Dans les systèmes non munis de régulateur (par exemple, pompes hydrauliques limitées par la pression), la pression dans le réservoir au début de chaque essai doit être égale à 90 % de la pression déclarée par le constructeur et définie au point 1.2.1.2 de la section C de l'annexe IV, utilisée pour les essais prescrits dans la présente annexe.
- 3.3. Les temps de réponse en fonction du temps d'actionnement ( $t_f$ ) sont à obtenir par une succession d'actionnements à fond de course, en partant du temps d'actionnement le plus court possible jusqu'à un temps d'environ 0,4 s. Les valeurs mesurées doivent être portées sur un diagramme.
- Dans le cas d'un système de freinage de service qui est actionné sans l'assistance d'énergie, ou seulement avec une assistance limitée, une force de commande doit être exercée pour assurer au moins l'efficacité prescrite du freinage de service.
- 3.4. Le temps de réponse à prendre en considération pour l'essai est celui correspondant à un temps d'actionnement de 0,2 s. Ce temps de réponse peut être obtenu, à partir du diagramme, par interpolation.
- 3.5. Pour un temps d'actionnement de 0,2 s, le temps entre le début de l'actionnement du dispositif de commande du système de freinage et l'instant où la pression dans le cylindre de frein atteint 75 % de sa valeur maximale ne doit pas dépasser 0,6 seconde.

Dans le cas d'un système de freinage de service entièrement assisté, dans lequel la pression de freinage dans l'actionneur de frein atteint une pression maximale temporaire qui retombe ensuite à la pression stabilisée moyenne, cette pression stabilisée moyenne devrait être prise en considération pour le calcul de la valeur de 75 %.

3.6. Tracteurs équipés d'une conduite de commande hydraulique pour les véhicules tractés

3.6.1 En plus des prescriptions du point 1.1, le temps de réponse doit être mesuré avec un simulateur de véhicule tracté (voir point 1 de l'appendice 2), qui doit être raccordé aux têtes d'accouplement de la conduite de commande hydraulique et de la conduite supplémentaire du tracteur.

3.6.2. Le simulateur de véhicule tracté doit avoir les composantes et caractéristiques suivantes:

3.6.2.1. Conduite supplémentaire du simulateur de véhicule tracté

3.6.2.1.1. Conduite supplémentaire avec coupleur femelle correspondant à la norme ISO 16028:2006, ayant un orifice d'un diamètre de  $0,6^{+0,2}$  mm afin de limiter son débit pendant l'essai

3.6.2.1.2. Accumulateur à piston (ou dispositif équivalent) conforme aux caractéristiques et conditions d'essai suivantes:

3.6.2.1.2.1. Volume nominal de  $1\ 000\text{ cm}^3$ .

3.6.2.1.2.2. Pression de précharge initiale de  $1\ 000^{\pm 100}$  kPa pour un volume déplacé de  $0\text{ cm}^3$ .

3.6.2.1.2.3. Pression maximale de  $1\ 500$  kPa pour un volume déplacé de  $500^{\pm 5}$   $\text{cm}^3$ .

3.6.2.1.3. L'accumulateur à piston (ou dispositif équivalent) est raccordé à la conduite supplémentaire via un raccord d'un diamètre interne de 12,5 mm, consistant en un tuyau flexible (conforme à la norme EN853:2007) de 1,0 m de long.

3.6.2.1.4. Un orifice d'essai doit être prévu aussi près que possible du coupleur femelle ISO 16028:2006.

3.6.2.1.5. Afin de pouvoir purger le simulateur avant et après l'essai, un dispositif de purge doit être prévu.

3.6.2.2. Conduite de commande du simulateur de véhicule tracté

3.6.2.2.1. Conduite de commande avec coupleur femelle conforme à la norme ISO 5676:1983

3.6.2.2.2. Dispositif d'accumulation d'énergie (ou dispositif équivalent) conforme aux caractéristiques et conditions d'essai suivantes:

3.6.2.2.2.1. Pression de précharge initiale de  $500^{\pm 100}$  kPa pour un volume déplacé de  $0\text{ cm}^3$

3.6.2.2.2.2. Pression d'essai intermédiaire de  $2\ 200^{\pm 200}$  kPa pour un volume déplacé de  $100^{\pm 3}$   $\text{cm}^3$ .

3.6.2.2.2.3. Pression finale de  $11\ 500^{\pm 200}$  kPa pour un volume déplacé de  $140^{\pm 5}$   $\text{cm}^3$ .

3.6.2.2.3. Le dispositif de stockage d'énergie avec piston (ou dispositif équivalent) est raccordé à la conduite de commande via un raccord d'un diamètre interne de 10 mm, consistant en un tuyau flexible (conforme à la norme EN853:2007) de 3,0 m de long et d'un tuyau rigide de 4,5 m de long.

3.6.2.2.4. Des orifices d'essai doivent être prévus aussi près que possible du dispositif d'accumulation d'énergie avec piston (ou dispositif équivalent) et du coupleur femelle ISO 5676:1983.

3.6.2.2.5. Afin de pouvoir purger l'air des tuyaux de raccordement avant l'essai, un dispositif de purge doit être prévu.

3.6.3. L'essai doit être effectué dans les conditions suivantes:

3.6.3.1. avant l'essai, les tuyaux de raccordement doivent être purgés de leur air;

3.6.3.2. le moteur du tracteur doit tourner à un régime de 25 % plus élevé que le régime de ralenti;

3.6.3.3. le dispositif de purge de la conduite supplémentaire du simulateur de véhicule tracté doit être ouvert à fond.

3.6.4. En ce qui concerne la mesure du temps de réponse conformément aux points 3.3 et 3.4, la force exercée sur la commande de freinage doit être suffisante pour obtenir une pression d'au moins 11 500 kPa sur la tête d'accouplement de la conduite de commande, le moteur tournant à 25 % au-dessus du régime de ralenti.

3.6.5. Pour une durée d'actionnement de 0,2 seconde, le temps écoulé entre le début de l'actionnement du dispositif de commande du système de freinage et le moment où la pression mesurée à l'orifice d'essai proche du dispositif de stockage d'énergie avec piston (ou dispositif équivalent) atteint 75 % de sa valeur maximale selon le point 3.5 ne doit pas dépasser 0,6 seconde.

Cependant, la valeur maximale concerne ici la pression mesurée à l'orifice d'essai et non la pression de freinage comme dans le cas du point 3.5.

#### **4. Véhicules tractés équipés d'un système de freinage à air comprimé**

4.1. Les temps de réponse du véhicule tracté doivent être mesurés sans le tracteur. Pour remplacer ce dernier, il est nécessaire de prévoir un simulateur auquel les têtes d'accouplement de la conduite d'alimentation, de la conduite de commande pneumatique et/ou le raccord de la ligne de commande électrique sont raccordés.

4.2. La pression dans la conduite d'alimentation doit être de 650 kPa.

4.3. Le simulateur pour les conduites de commande pneumatiques doit avoir les caractéristiques suivantes:

4.3.1. Il doit comprendre un réservoir d'une capacité de 30 l sous une pression de 650 kPa avant chaque essai et qui ne doit pas être rechargé au cours de l'essai. Le simulateur doit comporter à la sortie du dispositif de commande du freinage un orifice d'un diamètre de 4,0 à 4,3 mm. Le volume du tuyau mesuré depuis l'orifice jusqu'à la tête d'accouplement comprise doit être de  $385 \pm 5 \text{ cm}^3$  (ce qui est censé correspondre au volume d'un tuyau de 2,5 m de long et de 13 mm de diamètre intérieur sous une pression de 650 kPa). Les pressions dans la conduite de commande visées au point 4.3.3 doivent être mesurées immédiatement en aval de l'orifice.

4.3.2. Le dispositif de commande du système de freinage doit être conçu de telle sorte que son fonctionnement ne dépende pas de l'essayeur.

4.3.3. Le simulateur doit être réglé, par exemple par le choix du diamètre de l'orifice conformément au point 4.3.1, de telle sorte que, lorsqu'il est raccordé à un réservoir de  $385 \pm 5 \text{ cm}^3$ , le temps de montée en pression de 65 à 490 kPa (c'est-à-dire de 10 à 75 % respectivement, de la pression nominale de 650 kPa) soit de  $0,2 \pm 0,01$  seconde. Si ce réservoir est remplacé par un réservoir de  $1\,155 \pm 15 \text{ cm}^3$ , le temps de montée en pression

de 65 à 490 kPa, sans nouveau réglage, doit être de  $0,38 \pm 0,02$  seconde. Entre ces deux valeurs de pression, la pression doit croître de manière sensiblement linéaire. Ces réservoirs doivent être raccordés à la tête d'accouplement sans utiliser de tuyaux flexibles et le raccord doit avoir un diamètre intérieur égal ou supérieur à 10 mm.

4.3.4. Les diagrammes de l'appendice 1 donnent un exemple de la configuration correcte du simulateur pour l'étalonnage et l'essai.

4.4. Le simulateur servant à vérifier la réponse aux signaux transmis par l'intermédiaire de la ligne de commande électrique doit présenter les caractéristiques suivantes:

4.4.1. Le simulateur doit produire un signal numérique de demande dans la ligne de commande électrique conforme à la norme ISO 11992-2:2003 et à son amendement Amd.1:2007 et fournir les informations appropriées au véhicule tracté via les broches n<sup>os</sup> 6 et 7 du raccord ISO 7638:2003. Pour la mesure du temps de réponse, le simulateur peut, à la demande du fabricant, signaler au véhicule tracté qu'il n'existe aucune conduite de commande pneumatique et que le signal de demande passant par la ligne de commande électrique est acheminé par deux circuits indépendants (voir paragraphes 6.4.2.2.24 et 6.4.2.2.25 de la norme ISO 11992-2:2003 et de son amendement Amd.1:2007).

4.4.2. Le dispositif de commande du système de freinage doit être conçu de telle sorte que son fonctionnement ne dépende pas de l'essayeur.

4.4.3. Pour la mesure du temps de réponse, le signal produit par le simulateur électrique doit être équivalent à une augmentation linéaire de la pression pneumatique de 0,0 à 650 kPa en  $0,2 \pm 0,01$  seconde;

4.5. Prescriptions d'efficacité

4.5.1. Sur les véhicules tractés équipés d'une conduite de commande pneumatique, le temps s'écoulant entre le moment où la pression produite dans la conduite de commande par le simulateur atteint 65 kPa et le moment où la pression dans l'actionneur de frein du véhicule tracté atteint 75 % de sa valeur asymptotique ne doit pas dépasser 0,4 seconde.

4.5.1.1. Les véhicules tractés équipés d'une conduite de commande pneumatique et d'une transmission de commande électrique doivent être soumis à l'essai alors qu'ils sont alimentés par l'intermédiaire d'un raccord ISO 7638:2003 (à 5 ou 7 broches).

4.5.2. Sur les véhicules tractés équipés d'une ligne de commande électrique, le temps s'écoulant entre le moment où le signal produit par le simulateur dépasse l'équivalent de 65 kPa et le moment où la pression dans l'actionneur de frein du véhicule tracté atteint 75 % de sa valeur asymptotique ne doit pas dépasser 0,4 seconde.

4.5.3. Sur les véhicules tractés équipés d'une conduite de commande pneumatique et d'une ligne de commande électrique, la mesure du temps de réponse pour chacune d'entre elles doit être déterminée de façon séparée, conformément à la procédure décrite aux points 4.5.1.1 et 4.5.2.

## **5. Véhicules tractés équipés d'un système de freinage hydraulique**

5.1. Les essais doivent être réalisés à température ambiante, entre 15 °C et 30 °C.

5.2. Les temps de réponse du véhicule tracté doivent être mesurés sans tracteur. Afin de simuler le tracteur, il est nécessaire d'utiliser un simulateur de tracteur auquel les têtes d'accouplement de la conduite de commande et de la conduite supplémentaire sont raccordées. Si le véhicule tracté est équipé d'un raccord électrique comme spécifié au point 2.1.5.1.3 de l'annexe I, ce raccord doit également être raccordé au simulateur de tracteur (voir point 2 de l'appendice 2).

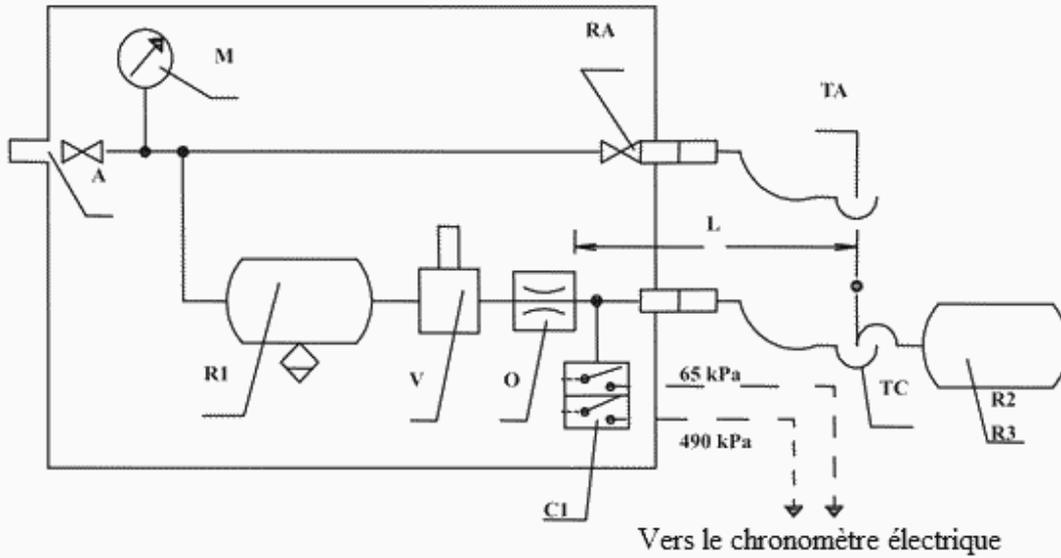
- 5.3. Le simulateur de tracteur doit avoir les caractéristiques suivantes:
- 5.3.1. Le simulateur de tracteur doit être pourvu des types de raccordements spécifiés aux points 2.1.5.1.1 à 2.1.5.1.3 de l'annexe I à propos du tracteur.
- 5.3.2. Lorsque le simulateur de tracteur est actionné (par exemple, au moyen d'un commutateur électrique):
- 5.3.2.1. une pression de 11 500 <sup>+500</sup> kPa doit être générée sur la tête d'accouplement de la conduite de commande,
- 5.3.2.2. une pression de 1 500 <sup>+300</sup> kPa doit être présente sur la tête d'accouplement de la conduite supplémentaire.
- 5.3.3. Lorsque la conduite de commande du véhicule tracté n'est pas raccordée, le simulateur de tracteur doit être capable de générer une pression de 11 500 kPa à la tête d'accouplement de la conduite de commande dans un temps de 0,2 seconde suivant son actionnement (par exemple, au moyen d'un commutateur électrique).
- 5.3.4. Le liquide hydraulique utilisé dans le simulateur de tracteur doit avoir une viscosité de 60<sup>±3</sup> mm<sup>2</sup>/s à une température de 40<sup>±3</sup>°C (par exemple, fluide hydraulique correspondant à SAE 10W30). Pendant l'essai du simulateur de tracteur, la température du liquide hydraulique ne doit pas dépasser 45 °C.
- 5.3.5. Si le véhicule tracté est équipé de dispositifs de stockage d'énergie hydraulique pour satisfaire aux prescriptions concernant le système de freinage de service, ces dispositifs de stockage d'énergie doivent être chargés préalablement aux mesures du temps de réponse à une pression indiquée par le constructeur dans le rapport d'essai pour atteindre l'efficacité minimale prescrite du freinage de service.
- 5.3.6. Lorsque le simulateur de tracteur est raccordé à la conduite de commande du simulateur de véhicule tracté (comme spécifié au point 3.6.2), le simulateur de tracteur doit être étalonné de telle manière que le temps écoulé entre l'actionnement du simulateur de tracteur et le moment où la pression dans le dispositif de stockage d'énergie avec piston (ou dispositif équivalent) de la conduite de commande du simulateur de véhicule tracté atteint 11 500 kPa soit de 0,6<sup>+0,1</sup> seconde. Pour atteindre cette efficacité, le débit du simulateur de tracteur doit être réglé (par exemple, au moyen d'un régulateur de débit). Les tuyaux de raccordement de la conduite de commande du simulateur de véhicule tracté doivent être purgés de leur air préalablement à cet étalonnage.
- 5.3.7. Le dispositif de commande du simulateur de tracteur doit être conçu de telle façon que son actionnement ne dépende pas de l'essayeur.
- 5.4. Prescriptions d'efficacité
- 5.4.1. Lorsque le simulateur de tracteur étalonné (voir point 5.3.6) est raccordé au véhicule tracté, le temps écoulé entre le moment où le simulateur de tracteur est actionné (par exemple, au moyen d'un commutateur électrique) et le moment où la pression dans l'actionneur de frein le moins favorable atteint 75 % de sa valeur maximale doit être inférieur ou égal à 0,6 seconde.
- Dans le cas d'un système de freinage de service, pour lequel la pression de freinage dans l'actionneur de frein atteint une pression maximale temporaire avant de retomber à la pression stabilisée moyenne, cette dernière doit être prise en considération pour le calcul de la valeur de 75 %.
- 6. Tracteurs équipés d'un système de freinage de service utilisant des freins à ressort**

- 6.1. La mesure du temps de réponse doit être effectuée avec les freins à ressort réglés au plus près. La pression initiale dans la chambre de compression du ressort, correspondant à cette prescription d'essai, doit être spécifiée par le constructeur.
- 6.2. Le temps écoulé entre le moment de l'actionnement du dispositif de commande du frein de service (freins entièrement relâchés) et le moment où la pression dans la chambre de compression du ressort du cylindre de frein le moins favorable atteint une pression correspondant à 75 % de l'efficacité de freinage prescrite doit être inférieur ou égal à 0,6 seconde.

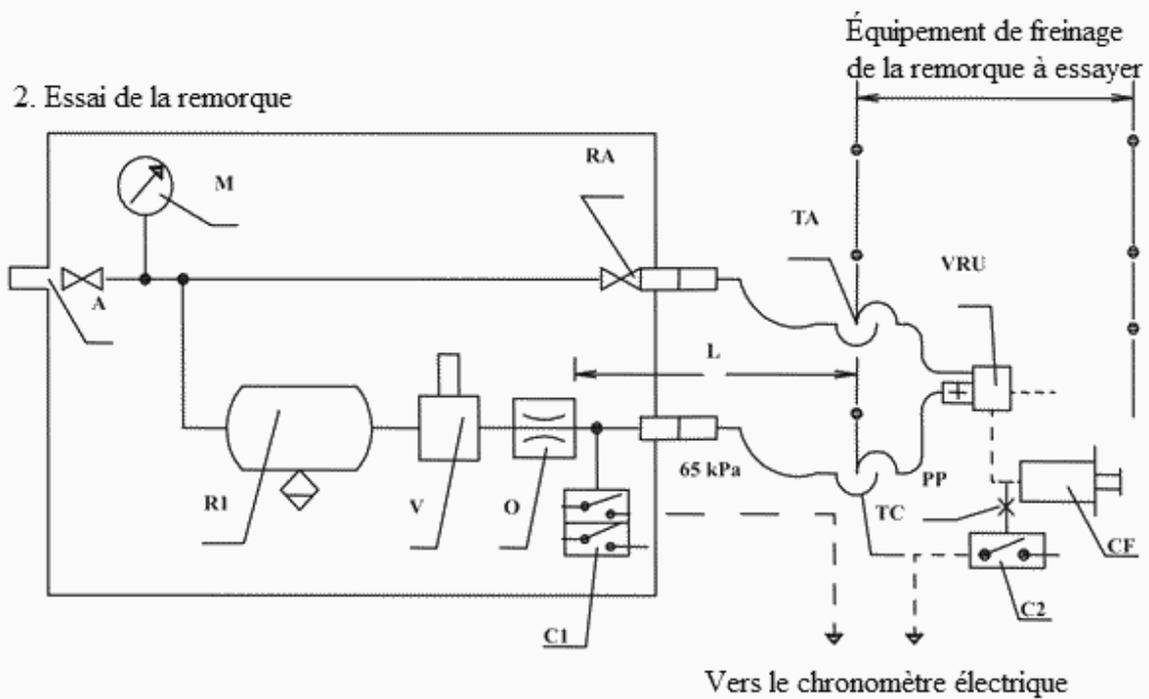
## Appendice 1

### Exemples de simulateurs pneumatiques

#### 1. Configuration du simulateur



#### 2. Essai de la remorque



A = raccord d'alimentation avec robinet d'arrêt

C1 = manoccontacteur du simulateur, réglé à 65 kPa et à 490 kPa

- C2 = manoccontacteur à raccorder à l'actionneur de frein du véhicule tracté, réglé à 75 % de la valeur asymptotique de la pression dans l'actionneur de frein CF
- CF = cylindre de frein
- L = tuyau ayant, depuis l'orifice O jusqu'à la tête d'accouplement TC comprise, un volume intérieur de  $385 \pm 5 \text{ cm}^3$  sous une pression de 650 kPa
- M = manomètre
- O = orifice ayant un diamètre maximal de 4 mm et maximal de 4,3 mm
- PP = prise de pression pour l'essai
- R1 = réservoir d'air de 30 l avec robinet de purge
- R2 = réservoir d'étalonnage ayant, y compris sa tête d'accouplement TC, un volume intérieur de  $385 \pm 5 \text{ cm}^3$
- R3 = réservoir d'étalonnage ayant, y compris sa tête d'accouplement, un volume intérieur de  $1\ 155 \pm 15 \text{ cm}^3$
- RA = robinet d'arrêt
- TA = tête d'accouplement de la conduite d'alimentation
- V = dispositif de commande du système de freinage
- TC = tête d'accouplement de la conduite de commande
- VRU = valve-relais d'urgence

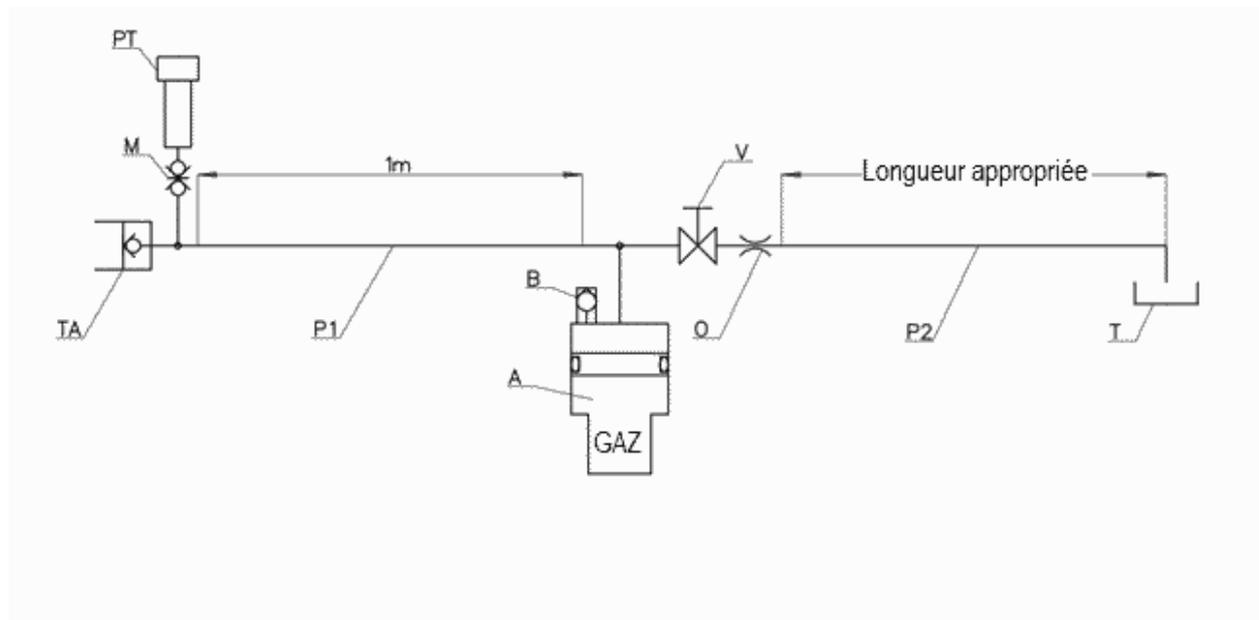


## Appendice 2

### Exemples de simulateurs hydrauliques

#### 1. Simulateur de véhicule tracté

##### 1.1. Conduite supplémentaire du simulateur de véhicule tracté



TA = tête d'accouplement de la conduite supplémentaire (coupleur femelle ISO 16028:2006)

M = orifice d'essai de pression

PT = capteur de pression

P1 = tuyau flexible conforme à la norme EN853:2007 d'un diamètre intérieur de 12,5 mm

A = accumulateur hydraulique (volume: 1000 cm<sup>3</sup>, pression de précharge: 1000 kPa)

B = vis de purge

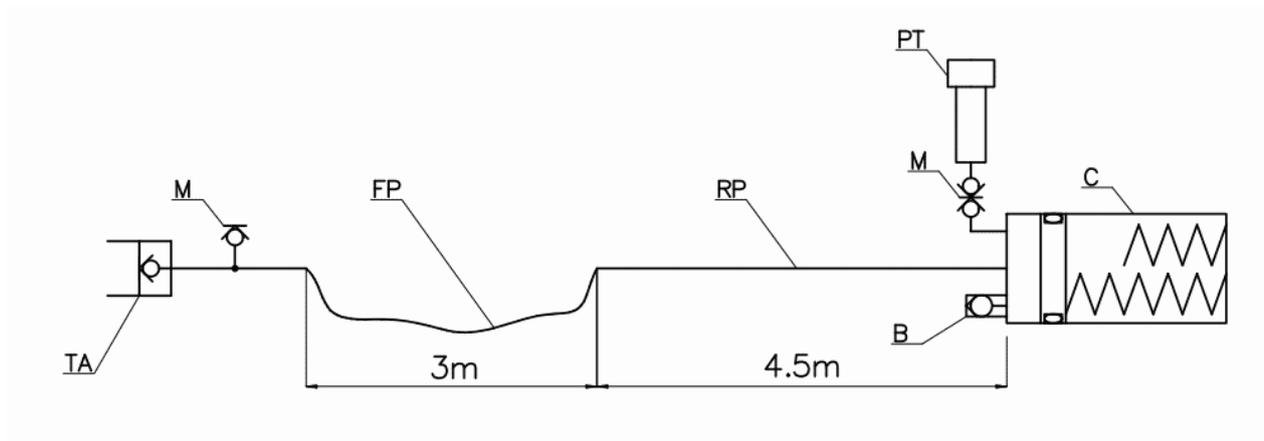
V = dispositif de purge

O = orifice

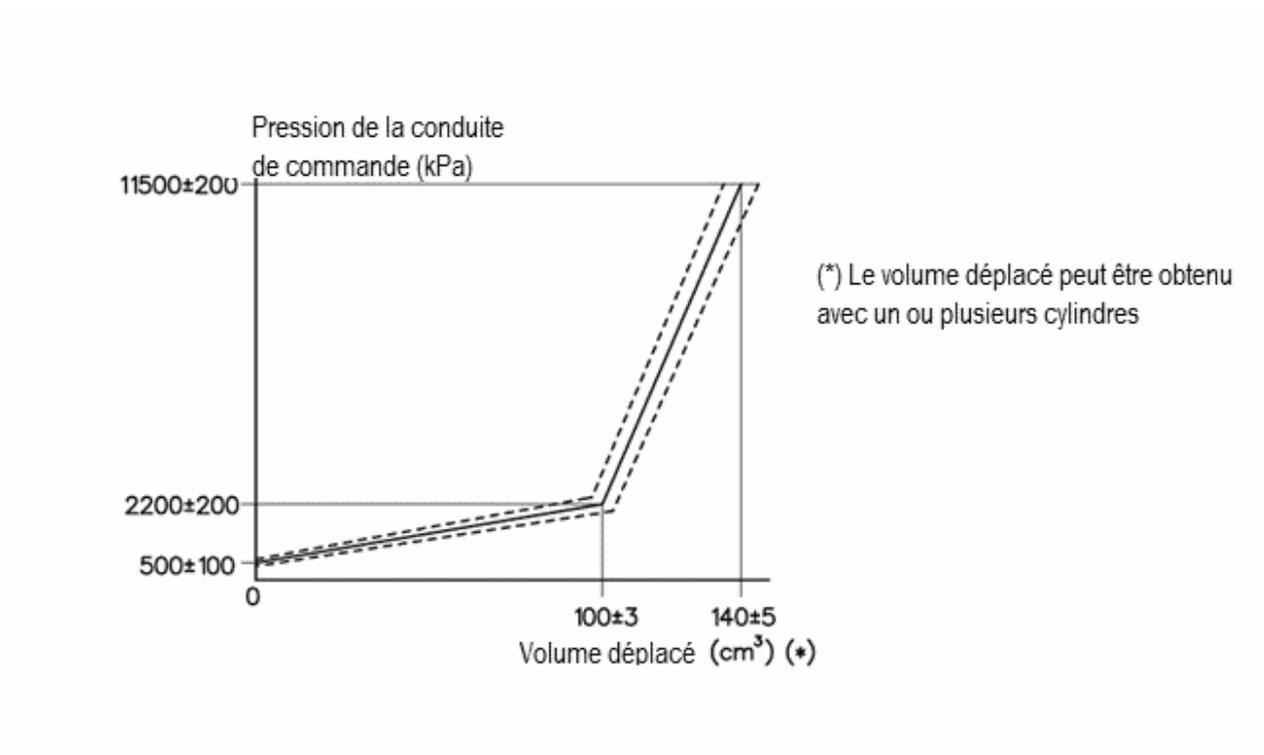
P2 = tuyau flexible d'un diamètre intérieur de 10 mm

T = retour au réservoir du tracteur

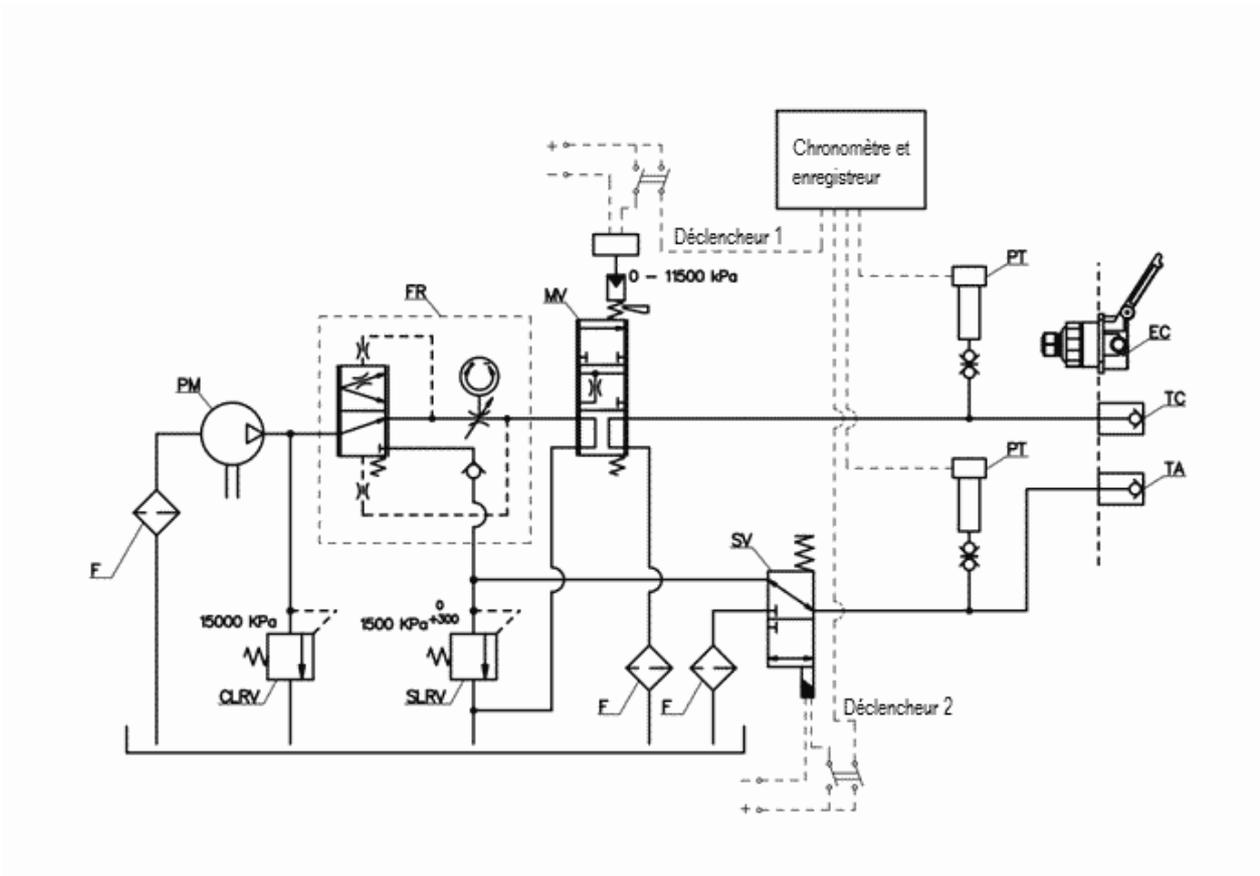
## 1.2. Conduite de commande du simulateur de véhicule tracté



- TA = tête d'accouplement de la conduite de commande (coupleur femelle ISO 5676:1983)
- M = orifice pour manomètre ou capteur de pression
- FP = tuyau flexible conforme à la norme EN853:2007 d'un diamètre intérieur de 10 mm
- RP = tuyau rigide d'un diamètre intérieur de 10 mm
- PT = capteur de pression
- B = vis de purge
- C = cylindre/s (\*)



## 2. Simulateur de tracteur



F = filtres

PM = pompe

PT = capteurs de pression

CLR V = soupape de sécurité de la conduite de commande

SLR V = soupape de sécurité de la conduite supplémentaire

SV = électrovanne 3 voies

FR = régulateur de débit

MV = soupape de modulation proportionnelle

TA = tête d'accouplement de la conduite supplémentaire (coupleur mâle ISO 16028:2006)

TC = tête d'accouplement de la conduite de commande (coupleur mâle ISO 5676:1983)

EC = branchement électrique (femelle ISO 7638:2003)

## ANNEXE IV

### Prescriptions relatives aux sources d'énergie et aux dispositifs de stockage d'énergie des systèmes de freinage et accouplements de freinage de remorque et aux véhicules qui en sont équipés

#### 1. Définitions

Aux fins de la présente annexe,

1.1 on entend par «système de freinage hydraulique ou pneumatique avec réserve d'énergie» un système de freinage dans lequel l'énergie est fournie par un liquide hydraulique ou de l'air sous pression, stocké dans un ou plusieurs dispositifs de stockage d'énergie alimentés par un ou plusieurs générateurs de pression munis chacun d'un régulateur limitant cette pression à une valeur maximale (spécifiée par le constructeur).

#### **A. Systèmes de freinage à air comprimé**

##### **1 Capacité des dispositifs de stockage d'énergie (réservoirs d'énergie)**

###### 1.1. Prescriptions générales

1.1.1. Les véhicules pour lesquels le fonctionnement du système de freinage dépend de l'utilisation d'air comprimé doivent être munis de réservoirs d'une capacité répondant aux prescriptions énoncées aux points 1.2 et 1.3.

1.1.2. Toutefois, aucune prescription de capacité des réservoirs n'est imposée lorsque le système de freinage est tel qu'il soit possible, avec le dispositif de commande du système de freinage de service, d'atteindre, en l'absence de toute réserve d'énergie, une efficacité de freinage au moins égale à celle prescrite pour le système de freinage de secours.

1.1.3. Pour la vérification de la conformité aux prescriptions énoncées aux points 1.2 et 1.3, les freins doivent être réglés au plus près.

###### 1.2. Véhicules de catégorie T

1.2.1. Les réservoirs des freins à air comprimé des véhicules doivent être conçus de telle manière que, après huit actionnements à fond de course du dispositif de commande du frein de service, la pression résiduelle dans le réservoir d'air comprimé ne soit pas inférieure à celle nécessaire pour assurer le freinage de secours avec l'efficacité prescrite.

1.2.2. Lors de l'essai, les prescriptions suivantes sont à respecter:

1.2.2.1. La pression initiale dans les réservoirs doit être celle indiquée par le constructeur. Cette pression doit être suffisante pour assurer l'efficacité de freinage prescrite du système de freinage de service. La pression initiale doit être indiquée sur la fiche de renseignements.

1.2.2.2. Le ou les réservoirs ne doivent pas être réalimentés; en outre, le ou les réservoirs auxiliaires doivent être isolés.

1.2.2.3. Dans le cas des véhicules autorisés à tracter un véhicule, la conduite d'alimentation doit être débranchée et un réservoir d'une capacité de 0,5 litre doit être raccordé à la conduite de commande. Avant chaque actionnement des freins, la pression dans ce réservoir doit être épuisée. Après l'essai visé au point 1.2.1, la pression dans la conduite de commande doit être au moins égale à la moitié de la pression obtenue lors du premier freinage.

###### 1.3. Véhicules de catégories R et S

1.3.1. Les réservoirs des véhicules tractés doivent être tels qu'après huit actionnements à fond de course du système de freinage de service du tracteur, la pression délivrée aux organes utilisateurs ne descende pas en dessous de la moitié de la valeur obtenue pendant le

premier freinage et sans actionnement ni du système de freinage automatique, ni du système de freinage de stationnement du véhicule tracté.

1.3.2. Lors de l'essai, les prescriptions suivantes sont à respecter:

1.3.2.1. Au début de l'essai, la pression dans les réservoirs doit être égale à 850 kPa.

1.3.2.2. La conduite d'alimentation doit être débranchée; en outre, les réservoirs de services auxiliaires doivent être isolés.

1.3.2.3. Le réservoir ne doit pas être réalimenté en cours d'essai.

1.3.2.4. À chaque freinage, la pression dans la conduite de commande doit être de 750 kPa.

1.3.2.5. À chaque freinage, la valeur numérique de demande dans la ligne de commande électrique doit correspondre à une pression pneumatique de 750 kPa.

## **2. Capacité des sources d'énergie**

### **2.1. Dispositions générales**

Les compresseurs doivent satisfaire aux prescriptions énoncées aux dans les points suivants:

### **2.2. Symboles spécifiques au point 2.**

2.2.1.  $p_1$  est la pression correspondant à 65 % de la pression  $p_2$  visée au point 2.2.2.

2.2.2.  $p_2$  est la valeur spécifiée par le constructeur et visée au point 1.2.2.1.

2.2.3.  $t_1$  est le temps nécessaire à la pression relative pour passer de la valeur 0 à la valeur  $p_1$ ;  $t_2$  est le temps nécessaire à la pression relative pour passer de la valeur 0 à la valeur  $p_2$ .

### **2.3. Conditions de mesure**

2.3.1. Dans tous les cas, le régime de rotation du compresseur est celui obtenu quand le moteur tourne à la vitesse correspondant à sa puissance maximale ou à la vitesse autorisée par le régulateur.

2.3.2. Au cours des essais de détermination des temps  $t_1$  et  $t_2$ , les réservoirs auxiliaires doivent être isolés.

2.3.3. Sur les véhicules prévus pour tracter d'autres véhicules, le véhicule tracté doit être représenté par un réservoir d'air dont la pression relative maximale  $p$  (exprimée en kPa/100) est celle pouvant être délivrée par le circuit d'alimentation du tracteur et dont le volume  $V$  (exprimé en litres) est donné par la formule  $p \times V = 20 R$  ( $R$  étant la masse maximale admissible, exprimée en tonnes, sur les essieux du véhicule tracté).

### **2.4. Interprétation des résultats**

2.4.1. Le temps  $t_1$  enregistré pour le réservoir d'énergie le plus défavorisé ne doit pas dépasser:

2.4.1.1. trois minutes dans le cas des véhicules auxquels il n'est pas permis d'atteler un véhicule tracté;

2.4.1.2. six minutes dans le cas des véhicules auxquels il est permis d'atteler un véhicule tracté;

2.4.2. Le temps  $t_2$  enregistré pour le réservoir d'énergie le plus défavorisé ne doit pas dépasser:

- 2.4.2.1. six minutes dans le cas des véhicules auxquels il n'est pas permis d'atteler un véhicule tracté;
- 2.4.2.2. neuf minutes dans le cas des véhicules auxquels il est permis d'atteler un véhicule tracté;
- 2.5. Essai complémentaire
  - 2.5.1. Lorsque le véhicule est équipé d'un ou plusieurs réservoirs auxiliaires dont la capacité totale est supérieure à 20 % de la capacité totale des réservoirs de frein, il doit être procédé à un essai complémentaire pendant lequel il ne doit y avoir aucune perturbation du fonctionnement des soupapes contrôlant le remplissage du ou des réservoirs auxiliaires. Il doit être vérifié, au cours de cet essai, que la période  $t_3$  nécessaire pour faire monter la pression de 0 à  $p_2$  dans les réservoirs de frein est inférieure à:
    - 2.5.1.1. huit minutes dans le cas des véhicules auxquels il n'est pas permis d'atteler un véhicule tracté;
    - 2.5.1.2. onze minutes dans le cas des véhicules auxquels il est permis d'atteler un véhicule tracté;
  - 2.5.2. L'essai doit être effectué dans les conditions prévues aux points 2.3.1 et 2.3.3.
- 2.6. Tracteurs
  - 2.6.1. Les véhicules auxquels il est permis d'atteler un véhicule tracté doivent également satisfaire aux prescriptions ci-dessus applicables aux véhicules qui ne peuvent pas tracter d'autres véhicules. Dans ce cas, les essais des points 2.4.1, 2.4.2 et 2.5.1 doivent être effectués sans les réservoirs mentionnés au point 2.3.3.

### **3. Prises d'essai de pression**

- 3.1. Une prise d'essai de pression doit être installée en un point facilement accessible et aussi proche que possible du réservoir le plus défavorisé au sein du point 2.4.
- 3.2. Les prises d'essai de pression doivent être conformes au paragraphe 4 de la norme ISO 3583-1984.

## **B. SYSTÈMES DE FREINAGE À DÉPRESSION**

### **1. Capacité des dispositifs de stockage d'accumulation d'énergie (réservoirs d'énergie)**

- 1.1. Généralités
  - 1.1.1. Les véhicules pour lesquels le fonctionnement du système de freinage dépend de l'utilisation d'une dépression doivent être munis de réservoirs d'une capacité répondant aux prescriptions énoncées aux points 1.2 et 1.3.
  - 1.1.2. Toutefois, aucune prescription de capacité des réservoirs n'est imposée lorsque le système de freinage est tel qu'il soit possible d'atteindre, en l'absence de toute réserve d'énergie, une efficacité de freinage au moins égale à celle prescrite pour le système de freinage de secours.
  - 1.1.3. Pour la vérification de la conformité aux prescriptions énoncées aux points 1.2 et 1.3, les freins doivent être réglés au plus près.
- 1.2. Véhicules des catégories T et C
  - 1.2.1. Les réservoirs des véhicules agricoles doivent être tels qu'il soit encore possible d'assurer l'efficacité prescrite pour le système de freinage de secours:

- 1.2.1.1. après huit actionnements à fond de course du dispositif de commande du système de freinage de service lorsque la source d'énergie est une pompe à vide;
- 1.2.1.2. après quatre actionnements à fond de course du dispositif de commande du système de freinage de service lorsque la source d'énergie est le moteur.
- 1.2.2. Lors de l'essai, les prescriptions suivantes sont à respecter:
  - 1.2.2.1. Le niveau d'énergie initial dans le ou les réservoirs doit être celui spécifié par le constructeur. Cette valeur doit permettre d'assurer l'efficacité prescrite pour le freinage de service et doit correspondre à une dépression qui ne dépasse pas 90 % de la dépression maximale fournie par la source d'énergie. Le niveau d'énergie initial doit être indiqué dans la fiche de renseignements.
  - 1.2.2.2. Le ou les réservoirs ne doivent pas être alimentés; en outre, le ou les réservoirs des équipements auxiliaires doivent être isolés.
  - 1.2.2.3. Dans le cas des véhicules agricoles autorisés à remorquer un véhicule tracté, la conduite d'alimentation doit être débranchée et un réservoir d'une capacité de 0,5 litre doit être raccordé à la conduite de commande. Après l'essai visé au point 1.2.1, le niveau de la dépression dans la conduite de commande ne doit pas descendre au-dessous de la moitié de la valeur obtenue pendant le premier freinage.
- 1.3. Véhicules de catégories R1, R2 et S1
  - 1.3.1. Le ou les réservoirs des véhicules tractés doivent être tels que le niveau de dépression délivré aux organes utilisateurs ne descende pas au-dessous de la moitié de la valeur obtenue pendant le premier freinage après un essai comportant quatre actionnements à fond du système de freinage de service du véhicule tracté.
  - 1.3.2. Lors de l'essai, les prescriptions suivantes sont à respecter:
    - 1.3.2.1. le niveau d'énergie initial dans le ou les réservoirs doit être celui spécifié par le constructeur. Cette valeur doit être suffisante pour assurer l'efficacité prescrite du freinage de service. Le niveau d'énergie initial doit être indiqué dans la fiche de renseignements.
    - 1.3.2.2. le ou les réservoirs ne doivent pas être alimentés; en outre, le ou les réservoirs des équipements auxiliaires doivent être isolés.

## **2. Capacité des sources d'énergie**

### **2.1. Généralités**

- 2.1.1. En partant de la pression atmosphérique ambiante, la source d'énergie doit être capable d'atteindre dans le ou les réservoirs, en trois minutes, le niveau initial spécifié au point 1.2.2.1. Dans le cas d'un véhicule auquel l'attelage d'un véhicule tracté est autorisé, le temps nécessaire pour atteindre ce niveau dans les conditions spécifiées au point 2.2 ne doit pas dépasser six minutes.

### **2.2. Conditions de mesure**

- 2.2.1. Le régime de la source de dépression est:

- 2.2.1.1. lorsque la source de dépression est le moteur du véhicule, le régime moteur obtenu avec le véhicule à l'arrêt, la boîte de vitesses au point mort et le moteur au ralenti;
- 2.2.1.2. lorsque la source de dépression est une pompe, le régime obtenu quand le moteur tourne à 65 % du régime correspondant à sa puissance maximale;

2.2.1.3. lorsque la source de dépression est une pompe et que le moteur est muni d'un régulateur, le régime obtenu quand le moteur tourne à un régime correspondant à 65 % de la vitesse maximale autorisée par le régulateur.

2.2.2. Lorsqu'il est prévu d'atteler au véhicule un véhicule tracté dont le système de freinage de service utilise la dépression, le véhicule tracté doit être représenté par un dispositif de stockage d'énergie dont la capacité V, exprimée en litres, est donnée par la formule:

$$V = 15 R$$

où R est la masse maximale admissible, en tonnes, sur les essieux du véhicule tracté.

## **C. Systèmes de freinage hydrauliques avec réserve d'énergie**

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

#### **1.1. Généralités**

1.1.1. Les véhicules pour lesquels le fonctionnement du système de freinage dépend de l'utilisation d'une réserve d'énergie fournie par un liquide hydraulique sous pression doivent être munis de dispositifs de stockage d'énergie d'une capacité répondant aux prescriptions énoncées aux points 1.2 et 1.3.

1.1.2. Toutefois, aucune prescription de capacité des dispositifs de stockage d'énergie n'est imposée lorsque le système de freinage est tel qu'il soit possible d'atteindre, en l'absence de toute réserve d'énergie, une efficacité de freinage au moins égale à celle prescrite pour le système de freinage de secours.

1.1.3. Pour la vérification de la conformité aux prescriptions énoncées aux points 1.2.1, 1.2.2 et 2.1, les freins doivent être réglés au plus près.

#### **1.2. Véhicules des catégories T et C**

1.2.1. Les véhicules équipés d'un système de freinage hydraulique avec réserve d'énergie doivent satisfaire aux prescriptions suivantes:

1.2.1.1. après huit actionnements à fond de course du dispositif de commande du système de freinage de service, il doit encore être possible, au neuvième actionnement, d'obtenir l'efficacité de freinage prescrite pour le système de freinage de secours;

1.2.1.2. lors de l'essai, les prescriptions suivantes sont à respecter:

1.2.1.2.1. les essais commenceront à une pression qui pourra être spécifiée par le constructeur mais qui ne sera pas supérieure à la pression de conjonction;

1.2.1.2.2. le ou les dispositifs de stockage d'énergie ne doivent pas être alimentés; en outre, le ou les dispositifs de stockage d'énergie des équipements auxiliaires doivent être isolés.

1.2.2. Les tracteurs équipés d'un système de freinage hydraulique avec réserve d'énergie qui ne peuvent pas satisfaire aux prescriptions du point 2.2.1.4.1 de l'annexe I sont considérés comme y satisfaisant si les prescriptions suivantes sont respectées:

1.2.2.1. après toute défaillance de la transmission, il doit être possible, après huit actionnements à fond de course du dispositif de 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 l'efficacité prescrite du système de freinage

de secours nécessitant l'utilisation d'une réserve d'énergie est obtenu par un dispositif de commande distinct, il doit encore être possible, après huit actionnements à fond de course, d'obtenir, au neuvième actionnement, l'efficacité résiduelle prescrite au point 3.1.4 de l'annexe II du présent règlement.

1.2.2.2. Lors de l'essai, les prescriptions suivantes sont à respecter:

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

1.2.2.2.2. l'équipement auxiliaire et ses dispositifs de stockage d'énergie, s'il en existe, doivent être isolés.

1.3. Véhicules de catégories R et S

1.3.1. Si des véhicules tractés sont équipés de dispositifs de stockage d'énergie (réservoirs d'énergie), ils doivent être tels qu'après huit actionnements à fond de course du système de freinage de service du tracteur, le niveau d'énergie fourni aux organes utilisateurs ne descende pas en dessous de la moitié de la valeur obtenue lors du premier freinage et sans actionnement ni du système de freinage automatique, ni du système de freinage de stationnement du véhicule tracté.

1.3.2. Lors de l'essai, les prescriptions suivantes sont à respecter:

1.3.2.1. au début de l'essai, la pression dans les réservoirs d'énergie doit être égale à 15 000 kPa;

1.3.2.2. la conduite supplémentaire doit être obturée; en outre, le ou les dispositifs de stockage d'énergie des équipements auxiliaires doivent être isolés;

1.3.2.3. le ou les dispositifs de stockage d'énergie ne doivent pas être réalimentés en cours d'essai.

1.3.2.4. à chaque freinage, la pression dans la conduite de commande hydraulique doit être de 13 300 kPa.

## 2. Capacité des sources d'énergie liquide hydraulique

Les sources d'énergie doivent satisfaire aux prescriptions énoncées aux points suivants:

2.1. Véhicules des catégories T et C

2.1.1. Symboles

2.1.1.1. « $p_1$ » représente la pression maximale de fonctionnement du système (pression de disjonction) dans les dispositifs de stockage d'énergie spécifiée par le constructeur.

2.1.1.2. « $p_2$ » représente la pression après quatre actionnements à fond de course du dispositif de commande du système de freinage, à partir de  $p_1$ , sans que les dispositifs de stockage d'énergie aient été alimentés.

2.1.1.3. « $t$ » représente le délai nécessaire pour que la pression monte de  $p_2$  à  $p_1$  dans les dispositifs de stockage d'énergie sans que le dispositif de commande du système de freinage de service soit actionné.

- 2.1.2. Conditions de mesure
- 2.1.2.1. Au cours de l'essai visant à déterminer le délai  $t$ , le débit de la source d'énergie doit être celui obtenu quand le moteur tourne à la vitesse correspondant à sa puissance maximale ou à la vitesse autorisée par le régulateur.
- 2.1.2.2. Au cours de l'essai visant à déterminer le délai  $t$ , les dispositifs de stockage d'énergie des équipements auxiliaires ne doivent pas être isolés autrement que par une action automatique.
- 2.1.3. Interprétation des résultats  
Dans le cas de tracteurs, le délai  $t$  ne doit pas dépasser 30 secondes.
- 2.2. Tracteurs équipés d'une conduite de commande hydraulique pour les véhicules tractés
- 2.2.1. Pour déterminer le débit de la source d'énergie, la conduite supplémentaire du simulateur de véhicule tracté, comme prescrit au point 3.6.2.1 de l'annexe III du présent règlement doit être raccordée à la tête d'accouplement de la conduite supplémentaire hydraulique du tracteur.
- 2.2.2. L'essai doit être effectué dans les conditions suivantes:
- 2.2.2.1. les essais doivent être réalisés à température ambiante, entre 15 °C et 30 °C;
- 2.2.2.2. la conduite supplémentaire du simulateur de véhicule tracté doit être raccordée à la tête d'accouplement de la conduite supplémentaire avant l'essai, le moteur étant à l'arrêt;
- 2.2.2.3. pendant l'essai, le moteur du tracteur doit tourner à un régime de 25 % plus élevé que le régime de ralenti;
- 2.2.2.4. la commande du frein de stationnement du tracteur doit être entièrement relâchée pendant l'essai.
- 2.2.3. Le moteur tournant et le dispositif de purge étant complètement fermé, le temps mis pour que la pression à l'orifice d'essai proche du connecteur ISO 16028:2006 femelle monte de 300 kPa à 1 500 kPa ne doit pas dépasser 2,5 secondes.
- 2.3. Véhicules de catégories R et S
- Si un véhicule tracté utilisant, pour assister le système de freinage de service, un dispositif de stockage d'énergie qui est rechargé par la pression de la conduite de commande pendant l'actionnement du frein de service et/ou par une source d'énergie présente sur le véhicule tracté, les prescriptions suivantes doivent être respectées:
- 2.3.1. la source d'énergie doit être alimentée par le simulateur de tracteur, conformément à l'appendice 2 de l'annexe III, via le raccord électrique conforme à la norme ISO 7638:2003.
- 2.3.2. Symboles
- 2.3.2.1. « $p_{R1}$ » représente la pression maximale de fonctionnement du système (pression de disjonction) dans les dispositifs de stockage d'énergie spécifiée par le constructeur.
- 2.3.2.2. « $p_{R2}$ » représente la pression après quatre actionnements à fond de cours du dispositif de commande du système de freinage de service du tracteur.
- 2.3.2.3. « $t_R$ » représente le délai nécessaire pour que la pression monte de  $p_{R2}$  à  $p_{R1}$  dans les dispositifs de stockage d'énergie sans que le dispositif de commande du système de freinage de service du tracteur soit actionné.

### 2.3.3. Conditions de mesure

Pendant l'essai visant à déterminer le temps  $t_R$ , les prescriptions suivantes doivent être respectées:

- 2.3.3.1. au début de l'essai, la pression dans le dispositif de stockage d'énergie doit être la pression « $p_{R1}$ »;
  - 2.3.3.2. le système de freinage de service doit être actionné quatre fois au moyen de la conduite de commande du simulateur de tracteur;
  - 2.3.3.3. à chaque freinage, la pression dans la conduite de commande doit être de 13 300 kPa;
  - 2.4.3.4. les dispositifs de stockage d'énergie alimentant les équipements auxiliaires ne doivent pas être isolés autrement que par une action automatique;
  - 2.3.3.5. la soupape alimentant le dispositif de stockage d'énergie par la pression de la conduite de commande doit être fermée pendant l'essai.
- 2.3.4. Interprétation des résultats
- Le temps  $t_R$  ne doit pas dépasser 4 minutes.

### 3. Caractéristiques des dispositifs d'alarme

Avec le moteur à l'arrêt et une pression initiale qui peut être spécifiée par le constructeur mais ne dépasse pas la pression de conjonction, le dispositif d'alarme ne doit pas se déclencher après deux actionnements à fond de course du dispositif de commande du système de freinage de service.

## ANNEXE V

### Prescriptions relatives aux freins à ressort et aux véhicules qui en sont équipés

#### **1. Prescriptions relatives à la construction, au montage et à l'inspection**

##### 1.1. Définitions

Aux fins de la présente annexe,

- 1.1.1. par «systèmes de freinage à ressort», on entend des systèmes de freinage dans lesquels l'énergie nécessaire pour freiner est fournie par un ou plusieurs ressorts jouant le rôle de dispositifs de stockage d'énergie;
- 1.1.2. par «pression», on entend une pression négative si la compression du ressort est obtenue au moyen d'un dispositif à dépression.

#### **2. Prescriptions générales**

Aux fins de la présente annexe, la vitesse maximale par construction s'entend en marche avant, sauf mention contraire explicite.

- 2.1. Un système de freinage à ressort ne doit pas être utilisé comme système de freinage de service, sauf dans le cas spécifié au point 2.2. Toutefois, en cas de défaillance d'une partie de la transmission du système de freinage de service, un système de freinage à ressort peut être utilisé pour obtenir l'efficacité résiduelle prescrite au point 3.1.4 de l'annexe II, à condition que le conducteur puisse modérer cette action.

- 2.1.1. Les freins à ressort peuvent être utilisés comme système de freinage de secours indépendamment de la vitesse maximale par construction du véhicule, à condition que le conducteur puisse modérer leur action de freinage et que les prescriptions d'efficacité de l'annexe II soient respectées.

Exceptionnellement, dans le cas de véhicules dont la vitesse maximale par construction ne dépasse pas 30 km/h qui utilisent comme système de freinage de secours des freins à ressort dont la commande est de type marche/arrêt (par exemple, un bouton ou un commutateur) et dont le conducteur ne peut pas modérer l'action de freinage, les prescriptions suivantes doivent être respectées:

- 2.1.1.1. le conducteur doit être capable d'actionner la commande des freins à ressort depuis son siège de conduite, tout en gardant au moins une main sur l'organe de direction;
- 2.1.1.2. l'efficacité de freinage prescrite dans l'annexe II du présent règlement doit être respectée;
- 2.1.1.3. l'efficacité prescrite doit être obtenue sans déviation de la trajectoire du véhicule, sans vibrations anormales et sans blocage des roues;

- 2.1.2. Les freins à ressort avec dispositif de dépression ne doivent pas être utilisés pour les véhicules tractés.

L'énergie nécessaire pour comprimer le ressort afin de desserrer le frein est fournie et réglée par le dispositif de commande actionné par le conducteur.

- 2.2. Sur les véhicules dont la vitesse maximale par construction n'est pas supérieure à 30 km/h, un système de freinage à ressort peut être utilisé comme système de freinage de service, à condition que le conducteur puisse modérer son action de freinage.

Dans le cas d'un système de freinage utilisé comme système de freinage de service, les prescriptions supplémentaires suivantes doivent être respectées:

- 2.2.1. prescriptions relatives au temps de réponse, comme indiqué au point 5 de l'annexe III;
- 2.2.2. les freins à ressort étant ajustés au plus près:
  - 2.2.2.1. il doit être possible d'actionner le frein 10 fois en une minute alors que le moteur tourne au ralenti (répartition uniforme des freinages sur cette période);
  - 2.2.2.2. il doit être possible d'actionner le système de freinage de service six fois en commençant par une pression qui n'est pas plus élevée que la pression de conjonction de la source d'énergie. Pendant cet essai, les dispositifs de stockage d'énergie ne doivent pas être alimentés. De plus, toute réserve d'énergie servant à des équipements auxiliaires doit être isolée.
- 2.2.3. Les freins à ressort doivent être conçus de telle manière qu'ils ne soient pas sujets à des défaillances dues à l'usure. C'est pourquoi le constructeur doit fournir au service technique des rapports d'essais d'endurance appropriés.
- 2.3. Une légère variation dans l'une des valeurs de la pression pouvant être rencontrée dans le circuit d'alimentation de la chambre de compression des ressorts ne doit pas provoquer une forte variation de la force de freinage.
- 2.4. Les prescriptions suivantes s'appliquent aux tracteurs équipés de freins à ressort:
  - 2.4.1. le circuit d'alimentation de la chambre de compression des ressorts doit, soit comporter sa propre réserve d'énergie, soit être alimenté par au moins deux réserves d'énergie indépendantes. La conduite d'alimentation pneumatique ou la conduite supplémentaire hydraulique du véhicule tracté peut être branchée sur ce circuit d'alimentation, à condition qu'une baisse de pression dans les conduites susmentionnées ne puisse pas entraîner l'activation des actionneurs de frein à ressort.
  - 2.4.2. Les équipements auxiliaires ne peuvent tirer leur énergie de la conduite d'alimentation des actionneurs de frein à ressort qu'à condition que leur fonctionnement, même dans le cas où la source d'énergie est endommagée, ne fasse pas tomber la réserve d'énergie des freins à ressort à un niveau inférieur à celui qui permet de les desserrer.
  - 2.4.3. Dans tous les cas, pendant le rechargement du système de freinage à partir d'une pression nulle, les freins à ressort doivent rester serrés, quelle que soit la position du dispositif de commande, jusqu'à ce que la pression dans le système de freinage de service soit suffisante pour assurer au moins l'efficacité de freinage de secours prescrite pour le véhicule en charge, en utilisant le dispositif de commande du système de freinage de service.
  - 2.4.4. Une fois actionnés, les freins à ressort ne doivent pas se desserrer, sauf si la pression dans le système de freinage de service est suffisante pour assurer au véhicule en charge au moins l'efficacité de freinage résiduelle prescrite, comme spécifié au point 3.1.4 de l'annexe II, lorsque l'on actionne le dispositif de commande du système de freinage de service.
- 2.5. Dans le cas des tracteurs, le système doit être conçu de telle sorte qu'il soit possible de serrer et de desserrer les freins au moins trois fois si la pression initiale dans la chambre de compression des ressorts est égale à la pression maximale prévue. Dans le cas des véhicules tractés équipés d'un système de freinage à air comprimé, il doit être possible de desserrer les freins au moins trois fois après que le véhicule tracté a été désaccouplé, la pression dans la conduite d'alimentation étant égale à 750 kPa avant le désaccouplement. Le frein d'urgence doit être desserré avant l'essai. Ces conditions doivent être respectées

lorsque les freins sont réglés au plus près. En outre, il doit être possible de serrer et desserrer le système de freinage de stationnement comme il est prescrit au point 2.2.2.10 de l'annexe I lorsque le véhicule tracté est accouplé au tracteur.

- 2.6. Dans le cas des tracteurs, la pression dans la chambre de compression des ressorts à laquelle les ressorts commencent à actionner les freins, ceux-ci étant réglés au plus près, ne doit pas être supérieure à 80 % du niveau minimum de pression normalement disponible.
- 2.7. Dans le cas des véhicules tractés équipés d'un système de freinage à air comprimé, la pression dans la chambre de compression des ressorts à laquelle les ressorts commencent à actionner les freins ne doit pas être supérieure à celle obtenue après quatre actionnements à fond de course du système de freinage de service conformément au point 1.3 de la partie A de l'annexe IV. La pression initiale est fixée à 700 kPa.
- 2.8. Dans le cas des véhicules tractés équipés d'un système de freinage hydraulique n'ayant pas recours à une réserve d'énergie pour mettre sous pression la chambre de compression des ressorts, la pression à laquelle les ressorts commencent à actionner les freins ne doit pas être supérieure à 1 200 kPa.
- 2.9. Dans le cas des véhicules tractés équipés d'un système de freinage hydraulique ayant recours à une réserve d'énergie pour mettre sous pression la chambre de compression des ressorts, la pression dans la chambre de compression des ressorts à laquelle les ressorts commencent à actionner les freins ne doit pas être supérieure à celle obtenue après quatre actionnements à fond de course du système de freinage de service conformément au point 1.3 de la partie C de l'annexe IV. La pression initiale est fixée à 12 000 kPa. En outre, la pression dans la conduite supplémentaire à laquelle les ressorts commencent à actionner les freins ne doit pas être supérieure à 1 200 kPa.
- 2.10. Lorsque la pression dans la conduite d'alimentation en énergie de la chambre de compression des ressorts - à l'exclusion des conduites d'un dispositif auxiliaire de desserrage utilisant un liquide sous pression - chute à un niveau tel que certaines parties des freins commencent à bouger, un signal d'avertissement optique ou sonore doit être actionné. Pour autant que cette prescription soit respectée, le dispositif d'avertissement peut comprendre le signal d'avertissement spécifié aux points 2.2.1.29.1.1 de l'annexe I. Cette disposition ne s'applique pas aux véhicules tractés.
- 2.11. Si un tracteur autorisé à tracter un véhicule de catégorie R ou S muni d'un système de freinage continu ou semi-continu est équipé d'un système de freinage à ressort, l'actionnement automatique dudit système doit entraîner l'actionnement des freins du véhicule tracté.
- 2.12. Les véhicules tractés qui utilisent les réserves d'énergie du système de freinage de service à air comprimé pour satisfaire aux exigences concernant le frein automatique énoncées au point 3.2.3 de l'annexe II doivent également satisfaire aux prescriptions suivantes lorsque le véhicule tracté est désaccouplé du tracteur et que le dispositif de commande du frein de stationnement du véhicule tracté est en position relâchée (les freins à ressort ne sont pas actionnés):
  - 2.12.1. lorsque les réserves d'énergie du système de freinage de service diminuent jusqu'à atteindre une pression qui reste au moins égale à 280 kPa, la pression dans la chambre de compression doit s'abaisser à 0 kPa pour que les freins à ressort soient actionnés à fond. Cette prescription est considérée comme respectée si la pression dans la réserve d'énergie du frein est maintenue à un niveau constant de 280 kPa;

Une diminution de la pression dans la réserve d'énergie du système de freinage de service entraîne une diminution correspondante de la pression dans la chambre de compression des ressorts.

### **3. Système auxiliaire de desserrage**

- 3.1. Le système de freinage à ressort doit être conçu de telle façon qu'en cas de défaillance du système, il soit encore possible de desserrer les freins. Cette condition peut être remplie au moyen d'un dispositif auxiliaire de desserrage (pneumatique, mécanique, etc.).

Les dispositifs auxiliaires de desserrage fonctionnant par utilisation d'énergie en réserve doivent tirer celle-ci d'une réserve indépendante de celle qui est normalement utilisée pour le système de freinage à ressort. L'air comprimé ou le liquide contenu dans le dispositif auxiliaire de desserrage peut agir sur la même surface de piston de la chambre de compression du ressort que celle utilisée pour le système normal de freinage à ressort, à condition que le dispositif auxiliaire de desserrage utilise une conduite distincte. Le raccordement de cette conduite à la conduite normale qui relie la commande aux freins à ressort doit se trouver sur chacun d'eux immédiatement avant l'orifice d'entrée dans la chambre de compression, à moins qu'il ne fasse partie intégrante de cette dernière. Ce raccord doit comporter un dispositif qui empêche une interaction entre une conduite et l'autre. Les prescriptions du point 2.2.1.5 de l'annexe I s'appliquent également à ce dispositif.

- 3.1.1. Aux fins de la prescription du point 3.1, on ne considère pas comme sujets à défaillance les éléments de la transmission du système de freinage qui, aux termes du point 2.2.1.2.7 de l'annexe I, ne sont pas considérés comme sujets à rupture, à condition qu'ils soient en métal ou en un matériau de caractéristiques équivalentes, et qu'ils ne subissent pas de déformation notable au cours du fonctionnement normal des freins.
- 3.2. Si l'actionnement du dispositif mentionné au point 3.1 exige un outil ou une clef, ceux-ci doivent se trouver à bord du véhicule.
- 3.3. Lorsqu'un système de desserrage auxiliaire utilise une réserve d'énergie pour le desserrage des freins à ressort, les prescriptions supplémentaires suivantes s'appliquent:
- 3.3.1. si la commande du système auxiliaire de desserrage des freins à ressort est la même que celle du frein de secours ou de stationnement, les prescriptions énoncées au point 2.4 s'appliquent dans tous les cas;
- 3.3.2. si la commande du système auxiliaire de desserrage des freins à ressort est distincte de celle du frein de secours ou de stationnement, les prescriptions énoncées au point 2.3 s'appliquent aux deux systèmes de commande. Cependant, les prescriptions énoncées au point 2.4.4 ne s'appliquent pas au système auxiliaire de desserrage des freins à ressort. De plus, la commande auxiliaire de desserrage doit être placée de manière à ne pas pouvoir être actionnée par le conducteur depuis sa place de conduite normale.
- 3.4. Si le système de desserrage auxiliaire utilise de l'air comprimé, le système doit être mis en action au moyen d'une commande distincte, indépendante de la commande des freins à ressort.

## ANNEXE VI

### Prescriptions relatives aux systèmes de freinage de stationnement équipés d'un dispositif de verrouillage mécanique du cylindre de frein

#### 1. Définitions

Aux fins de la présente annexe:

1.1. par «dispositif de verrouillage mécanique du cylindre de frein», on entend un dispositif qui assure la fonction de système de freinage de stationnement en coinçant mécaniquement la tige du piston du frein. Le verrouillage mécanique s'obtient en évacuant le liquide comprimé contenu dans la chambre de verrouillage; pour déverrouiller, la pression doit être rétablie dans la chambre de verrouillage.

#### 2. Prescriptions

2.1. Le dispositif de verrouillage mécanique des cylindres de freins doit être conçu de telle manière qu'il puisse être desserré lorsque la chambre de verrouillage est à nouveau soumise à la pression.

2.2. Lorsque la pression dans la chambre de verrouillage approche le niveau correspondant au dispositif de verrouillage mécanique des cylindres de freins, un système d'avertissement optique ou sonore est actionné. Cette disposition ne s'applique pas aux véhicules tractés. Dans le cas des véhicules tractés, la pression correspondant au dispositif de verrouillage mécanique du cylindre de frein ne doit pas dépasser 4 kPa. Il doit être possible d'obtenir l'efficacité prescrite du système de freinage de stationnement après toute défaillance unique du système de freinage de service du véhicule tracté. De plus, il doit être possible de desserrer les freins au moins trois fois après que le véhicule tracté a été désaccouplé, la pression dans le circuit d'alimentation étant égale à 650 kPa avant le désaccouplement. Ces conditions doivent être respectées lorsque les freins sont réglés au plus près. En outre, il doit être possible de serrer et desserrer le système de freinage de stationnement comme il est prescrit au point 2.2.2.10 de l'annexe I lorsque le véhicule tracté est accouplé au tracteur.

2.3. Dans le cas d'actionneurs de freins équipés d'un dispositif de verrouillage mécanique, l'actionneur de frein doit pouvoir être actionné par l'une ou l'autre de deux réserves d'énergie.

2.4. Le cylindre de frein verrouillé ne peut être libéré que s'il est certain que le frein peut être de nouveau actionné après cette libération.

2.5. En cas de défaillance de la source d'énergie alimentant la chambre de verrouillage, un dispositif de verrouillage auxiliaire (mécanique ou pneumatique, par exemple) utilisant, par exemple, l'air contenu dans un des pneumatiques du véhicule, doit être prévu.

2.6. Le dispositif de commande doit être tel que, lorsqu'il est actionné, il effectue les opérations suivantes en séquence: il actionne les freins de façon à fournir le degré d'efficacité requis pour le freinage de stationnement, il verrouille les freins dans cette position et, ensuite, il annule la force d'application du frein.

## ANNEXE VII

### Prescriptions d'essais de remplacement concernant les véhicules pour lesquels les essais de type I, de type II ou de type III ne sont pas obligatoires

#### 1. Définitions

Aux fins de la présente annexe,

- 1.1. par «véhicule tracté considéré», on entend un véhicule tracté du type pour lequel la réception par type est demandée;
- 1.2. par «identiques», on entend des systèmes, des composants, des entités techniques distinctes et des pièces dont les caractéristiques géométriques et mécaniques sont identiques, de même que les matériaux utilisés pour les composants des véhicules;
- 1.3. par «essieu de référence», on entend un essieu pour lequel il existe un rapport d'essais;
- 1.4. par «frein de référence», on entend un frein pour lequel il existe un rapport d'essais;

#### 2. Prescriptions générales

Il n'est pas nécessaire d'effectuer les essais des types I, II ou III décrits dans l'annexe II sur un véhicule ou ses systèmes, composants et entités techniques distinctes présentés à la réception par type dans les cas suivants:

- 2.1. le véhicule concerné est un tracteur ou un véhicule tracté qui, en ce qui concerne les pneumatiques, l'énergie de freinage absorbée par essieu et le mode de montage du pneumatique et du frein, est identique du point de vue du freinage, à un tracteur ou à un véhicule tracté:
  - 2.1.1. qui a subi avec succès les essais de type I, II ou III et
  - 2.1.2. qui a été réceptionné, en ce qui concerne l'énergie de freinage absorbée, pour des masses supérieures ou égales à celles du véhicule concerné;
- 2.2. le véhicule considéré est un tracteur ou un véhicule tracté dont le ou les essieux sont, en ce qui concerne les pneumatiques, l'énergie de freinage absorbée par essieu et le mode de montage du pneumatique et du frein, identiques, du point de vue du freinage, à l'essieu ou aux essieux ayant subi individuellement avec succès l'essai du type I et/ou du type II ou du type III pour des masses par essieu supérieures ou égales à celles du véhicule considéré, à condition que l'énergie de freinage absorbée par essieu ne soit pas plus grande que l'énergie absorbée par essieu lors du ou des essais de référence de l'essieu pris séparément;
- 2.3. le véhicule considéré est un tracteur équipé d'un système de freinage d'endurance, autre que le frein moteur, identique à un système de freinage d'endurance déjà contrôlé dans les conditions ci-après:
  - 2.3.1. ce système de freinage d'endurance a stabilisé seul, lors d'un essai effectué sur une pente d'au moins 6 % (essai du type II), un véhicule dont la masse maximale lors de l'essai est au moins égale à la masse maximale du véhicule à réceptionner;
  - 2.3.2. dans l'essai ci-dessus, il doit être vérifié que la vitesse de rotation des parties tournantes du système de freinage d'endurance, lorsque le véhicule à réceptionner est porté à la vitesse de 30 km/h, est telle que le couple de ralentissement est au moins égal à celui correspondant à l'essai visé au point 2.3.1.

- 2.4. Le véhicule considéré est un véhicule tracté équipé de freins à air comprimé à came en S ou de freins à disque qui satisfait aux prescriptions de vérification de l'appendice 1 en ce qui concerne le contrôle des caractéristiques par rapport à celles qui sont consignées dans le rapport d'essai d'un essieu de référence dont le modèle est donné dans le rapport d'essais. Des freins de conception différente du frein à air comprimé à came en S ou du frein à disque peuvent être réceptionnés sur présentation d'informations équivalentes.

### **3. Prescriptions spécifiques pour les véhicules tractés**

Dans le cas des véhicules tractés, on considère que les dispositions des points 2.1 et 2.2 sont respectées si les identificateurs mentionnés au point 3.7 de l'appendice 1 pour l'essieu ou le frein du véhicule tracté considéré figurent dans un rapport concernant un essieu/frein de référence.

### **4. Fiche de réception par type**

Lorsqu'il est fait application des prescriptions ci-dessus, la fiche de réception par type doit inclure les indications suivantes:

- 4.1. dans le cas visé au point 2.1, il est indiqué le numéro de réception du véhicule sur lequel l'essai de type I et/ou de type II ou de type III qui sert de référence a été effectué;
- 4.2. dans le cas du point 2.2, le tableau I du modèle prévu à l'article 25, paragraphe 2, du règlement (UE) n° 167/2013 doit être rempli;
- 4.3. dans le cas du point 2.3, le tableau II du modèle prévu à l'article 25, paragraphe 2, du règlement (UE) n° 167/2013 doit être rempli;
- 4.4. si le point 2.4 s'applique, le tableau III du modèle prévu à l'article 25, paragraphe 2, du règlement (UE) n° 167/2013 doit être rempli.

### **5. Documentation**

Lorsque le demandeur d'une réception par type dans un État membre se réfère à une réception par type délivrée dans un autre État membre, il est tenu de fournir la documentation relative à cette autre réception par type.

## Appendice 1

### Procédures alternatives pour les essais de type I ou de type III concernant les freins des véhicules tractés

1. Généralités
  - 1.1. Conformément au point 2.4, il n'est pas nécessaire d'exécuter les essais du type I et du type III, lors de la réception par type du véhicule si les éléments du système de freinage satisfont aux prescriptions du présent appendice et si l'efficacité calculée correspondante des freins satisfait aux prescriptions du présent Règlement pour la catégorie de véhicule considérée.
  - 1.2. Les essais exécutés conformément aux méthodes décrites dans le présent appendice sont considérés comme répondant aux conditions formulées ci-dessus.
  - 1.3. Les essais exécutés conformément au point 3.6 et les résultats du rapport d'essai sont acceptables en tant que moyens de preuve de la conformité aux prescriptions énoncées au point 2.2.2.8.1 de l'annexe I.
  - 1.4. Le réglage du ou des freins doit, avant l'essai de type III prescrit ci-après, être effectué conformément aux modalités suivantes, dans la mesure où elles s'appliquent:
    - 1.4.1. Dans le cas des véhicules équipés de freins à commande pneumatique, le réglage des freins doit être tel qu'il permette au dispositif de réglage automatique de fonctionner. À cette fin, la course de l'actionneur doit être réglée à:  
$$s_0 > 1,1 \cdot S_{re-adjust}$$
(la limite supérieure ne doit pas dépasser une valeur recommandée par le constructeur),  
où:  
$$S_{re-adjust}$$
 est la course de rattrapage selon les indications du fabricant du dispositif de réglage automatique, c'est-à-dire la course à partir de laquelle il y a rattrapage du jeu des garnitures de frein pour une pression de l'actionneur de frein égale à 100 kPa.  
Dans le cas où, en accord avec le service technique, il est jugé difficile de mesurer la course de l'actionneur de frein, le réglage initial doit être choisi en accord avec ce service.  
À partir de l'état ci-dessus, le frein doit être actionné 50 fois de suite avec une pression de l'actionneur de frein égale à 200 kPa. Il est ensuite actionné une seule fois avec une pression de l'actionneur de frein  $\geq 650$  kPa.
    - 1.4.2. Dans le cas des véhicules tractés équipés de freins à disque à commande hydraulique, aucune disposition concernant le réglage n'est considérée nécessaire.
    - 1.4.3. Dans le cas des véhicules tractés équipés de freins à tambour à commande hydraulique, le réglage des freins doit être conforme aux instructions du constructeur.
  - 1.5. Dans le cas des véhicules équipés de dispositifs de réglage automatique des freins, le réglage de ces derniers doit, avant l'essai de type I prescrit ci-dessus, être effectué conformément à la procédure indiquée au point 1.4.

2. Les symboles utilisés dans la présente annexe sont expliqués dans le tableau suivant:

2.1. Symboles

P = partie de la masse du véhicule supportée par l'essieu en conditions statiques

F = réaction normale de la surface de la route sur l'essieu i en conditions statiques  
= P · g

F<sub>R</sub> = réaction statique normale totale de la surface de la route sur les roues des véhicules tractés

F<sub>e</sub> = charge sur l'essieu d'essai

P<sub>e</sub> = F<sub>e</sub> / g

g = accélération de la pesanteur: g = 9,81 m/s<sup>2</sup>

C = couple d'actionnement du frein

C<sub>O</sub> = couple d'actionnement minimal utile

C<sub>0,dec</sub> = couple d'actionnement minimal utile déclaré

C<sub>max</sub> = couple d'actionnement maximal

R = Rayon de roulement dynamique des pneumatiques, tel que spécifié par le fabricant des pneumatiques. En lieu et place, au cas où cette information n'est pas disponible, la valeur calculée par la formule: "diamètre hors tout ETRTO/2" peut être utilisée;

T = force de freinage à l'interface entre le pneumatique et la route

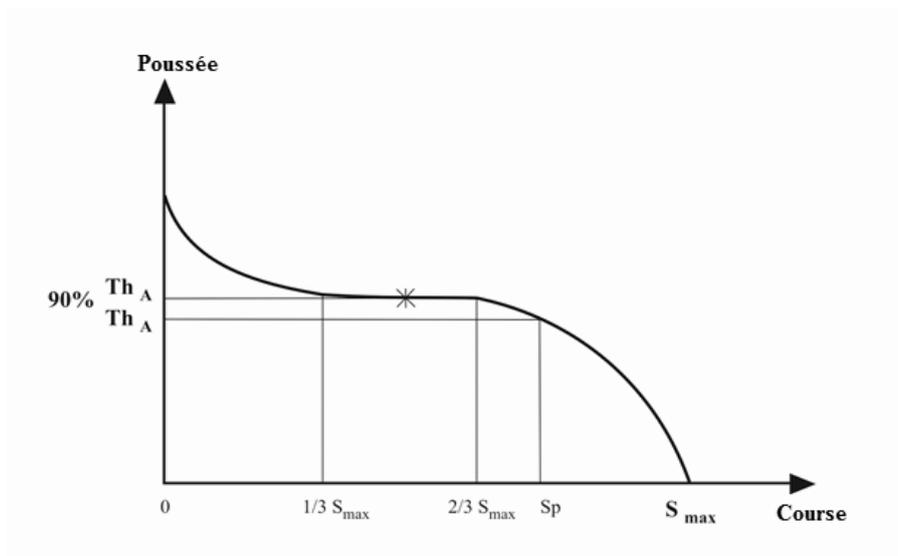
T<sub>R</sub> = force de freinage totale à l'interface du véhicule tracté entre le pneumatique et la route

M = couple de freinage = T · R

z = taux de freinage = T/F ou M/(R · F)

s = course de l'actionneur (course utile + course à vide)

s<sub>p</sub> = course effective (course à laquelle la poussée engendrée est égale à 90 % de la poussée moyenne ThA);



- Th<sub>A</sub> = poussée moyenne (la poussée moyenne est déterminée en intégrant les valeurs comprises entre 1/3 et 2/3 de la course totale S<sub>max</sub>)
- l = longueur du levier
- r = rayon intérieur des tambours de frein ou rayon effectif des disques de frein
- p = pression d'actionnement des freins

*Note:* Les symboles ayant le suffixe «e» désignent des paramètres intervenant dans l'essai de freinage de référence et peuvent être associés à d'autres paramètres s'il y a lieu.

### 3. Méthodes d'essai

#### 3.1. Essais sur piste

- 3.1.1. Les essais d'efficacité du frein devraient de préférence être exécutés sur un essieu simple.
- 3.1.2. Les résultats des essais exécutés sur des essieux combinés peuvent être utilisés conformément au point 2.1, à condition que chaque essieu fournisse une proportion égale de l'énergie de freinage au cours des essais d'efficacité et d'efficacité à chaud.
- 3.1.2.1. Ce résultat est obtenu si les caractéristiques suivantes sont identiques pour chaque essieu: géométrie de la timonerie de freinage, garnitures, montage des roues, pneumatiques, actionnement et répartition de la pression dans les actionneurs.
- 3.1.2.2. On enregistre comme résultat pour des essieux combinés la valeur moyenne pour le nombre d'essieux essayés, comme s'il s'agissait d'un seul essieu.
- 3.1.3. Le ou les essieux devraient de préférence être chargés à la charge maximale statique sur l'essieu; cette condition n'est cependant pas impérative s'il est dûment tenu compte lors des essais de la différence de résistance au roulement engendrée par la différence de charge sur le ou les essieux essayés.
- 3.1.4. Il doit être tenu compte de l'effet d'accroissement de la résistance au roulement résultant de l'utilisation d'un ensemble de véhicules pour l'exécution des essais.
- 3.1.5. La vitesse initiale doit être celle prescrite. La vitesse finale est calculée selon la formule suivante:

$$v_2 = v_1 \sqrt{\frac{P_0 + P_1}{P_0 + P_1 + P_2}}$$

Cependant, dans le cas de l'essai de type III, la formule de correction de la vitesse conformément au point 2.5.4.2 de l'annexe II s'applique.

Où:

v<sub>1</sub> = vitesse initiale (km/h)

v<sub>2</sub> = vitesse finale (km/h)

P<sub>0</sub> = masse du tracteur (kg) dans les conditions d'essai

$P_1$  = part de la masse du véhicule tracté supportée par le ou les essieux non freinés (kg)

$P_2$  = part de la masse du véhicule tracté supportée par le ou les essieux freinés (kg)

### 3.2. Essais sur dynamomètre à inertie

3.2.1. La machine d'essai doit avoir une inertie rotative simulant la fraction de l'inertie linéaire de la masse du véhicule agissant sur une roue, comme il est nécessaire pour les essais d'efficacité à froid et à chaud, et elle doit pouvoir fonctionner à une vitesse constante pour les besoins de l'essai décrit aux points 3.5.2 et 3.5.3.

3.2.2. L'essai doit être exécuté avec une roue complète munie de son pneumatique, montée sur la partie mobile du frein comme elle le serait sur le véhicule. La masse d'inertie peut être soit directement reliée au frein, soit entraînée par l'intermédiaire des pneumatiques et des roues.

3.2.2.1. Par dérogation au point 3.2.2, l'effet peut également être effectué sans pneumatique à condition qu'aucun refroidissement ne soit permis. Cependant, afin d'évacuer les gaz toxiques ou néfastes de la chambre d'essai, une légère circulation d'air est permise.

3.2.3. Dans les conditions spécifiées au point 3.2.2, une circulation d'air de refroidissement à une vitesse et dans une direction représentatives des conditions réelles peut être utilisée lors des phases d'échauffement, la vitesse du flux d'air étant égale à:

$$v_{\text{air}} = 0,33 v$$

où:

$v$  = la vitesse d'essai du véhicule au début du freinage.

L'air de refroidissement doit être à la température ambiante.

3.2.4. Lorsqu'il n'existe pas de compensation automatique de la résistance au roulement du pneumatique lors de l'essai, on corrige le couple appliqué au frein en déduisant un couple correspondant à un coefficient de résistance au roulement de 0,02 (dans le cas des véhicules de catégories Ra et Sa) et de 0,01 (dans le cas des véhicules de catégories Rb et Sb), respectivement.

En lieu et place, le coefficient de résistance au roulement le plus défavorable de 0,01 peut être utilisé pour couvrir toutes les catégories de véhicules qui peuvent être soumises à l'essai de type I, comme déterminées dans le rapport d'essais.

### 3.3. Essais sur dynamomètre à loi de freinage fixe («rolling road»)

3.3.1. L'essieu devrait de préférence être chargé à la masse maximale statique sur l'essieu; cette condition n'est cependant pas impérative s'il est dûment tenu compte lors des essais de la différence de résistance au roulement engendrée par la différence de masse sur l'essieu essayé.

3.3.2. Une circulation d'air de refroidissement à une vitesse et dans une direction représentatives des conditions réelles peut être utilisée lors des phases d'échauffement, la vitesse du flux d'air étant égale à:

$$v_{\text{air}} = 0,33 v$$

où:

$v$  = la vitesse d'essai du véhicule au début du freinage.

L'air de refroidissement doit être à la température ambiante.

- 3.3.3. Le temps de freinage doit être d'une seconde après un délai maximal de montée en pression de 0,6 seconde.

### 3.4. Conditions de l'essai (généralités)

- 3.4.1. Un appareillage doit être monté sur le ou les freins essayés, pour permettre d'exécuter les mesures suivantes:

- 3.4.1.1. un enregistrement continu du couple de freinage ou de la force de freinage à la périphérie du pneumatique;
- 3.4.1.2. un enregistrement continu de la pression de l'air dans l'actionneur de frein;
- 3.4.1.3. une mesure de la vitesse du véhicule pendant l'essai;
- 3.4.1.4. une mesure de la température initiale à la surface extérieure du tambour ou du disque de frein;
- 3.4.1.5. une mesure de la course de l'actionneur de frein utilisé pendant les essais de type 0 et de type I ou de type III.

### 3.5. Procédures d'essai

#### 3.5.1. Essai supplémentaire d'efficacité à froid

La préparation du frein doit s'effectuer conformément aux dispositions du point 3.5.1.1.

##### 3.5.1.1. Méthode de rodage

- 3.5.1.1.1. Pour les freins à tambour, les essais débutent avec des garnitures et des tambours neufs, la surface des garnitures étant usinée de manière à assurer le meilleur contact initial possible avec le tambour.
- 3.5.1.1.2. Pour les freins à disque, les essais débutent avec des plaquettes et des disques neufs, l'usinage de la surface des plaquettes étant laissé à la discrétion du fabricant des freins.
- 3.5.1.1.3. Procéder à 20 freinages à partir d'une vitesse initiale de 60 km/h, la force appliquée au frein correspondant théoriquement à 0,3 TR/masse d'essai. La température initiale à l'interface garniture/tambour ou plaquette/disque avant chaque freinage doit être au maximum de 100 °C.
- 3.5.1.1.4. Effectuer 30 freinages de 60 à 30 km/h en appliquant sur le frein une force correspondant à 0,3 TR/masse d'essai, l'intervalle entre les freinages étant de 60 secondes. Si l'on applique la méthode d'essai sur piste ou les méthodes d'essai sur dynamomètre à loi de freinage fixe, des forces d'actionnement équivalentes à celles indiquées doivent être utilisées. La température initiale à l'interface garniture/tambour ou plaquette/disque au premier freinage doit être au maximum de 100 °C.

- 3.5.1.1.5. À l'issue des 30 freinages spécifiés au point 3.5.1.1.4 et après un délai de 120 secondes, effectuer cinq freinages de 60 à 30 km/h, la force appliquée au frein correspondant à 0,3 TR/masse d'essai et l'intervalle entre freinages étant de 120 secondes<sup>4</sup>.
- 3.5.1.1.6. Procéder à 20 freinages à partir d'une vitesse initiale de 60 km/h, la force appliquée au frein correspondant à 0,3 TR/masse d'essai. La température initiale à l'interface garniture/tambour ou plaquette/disque avant chaque freinage doit être au maximum de 150 °C.
- 3.5.1.1.7. Effectuer le contrôle d'efficacité comme suit:
- 3.5.1.1.7.1. calculer le couple d'actionnement pour produire des valeurs d'efficacité théorique équivalent à 0,2, 0,35 et  $0,5 \pm 0,05$  TR/masse d'essai;
- 3.5.1.1.7.2. lorsque la valeur du couple d'actionnement a été déterminée pour chaque taux de freinage, elle doit rester constante pour chaque freinage ultérieur (pression constante, par exemple);
- 3.5.1.1.7.3. effectuer un freinage avec chacun des couples d'actionnement déterminés selon le point 3.5.1.1.7.1 à partir d'une vitesse initiale de 60 km/h. La température initiale à l'interface garniture/tambour ou plaquette/disque avant chaque freinage doit être au maximum de 100 °C;
- 3.5.1.1.8. répéter les procédures définies aux points 3.5.1.1.6 et 3.5.1.1.7.3, le point 3.5.1.1.6 étant facultatif, jusqu'à ce que les résultats de cinq mesures consécutives non monotones, pour une valeur constante de la force d'actionnement correspondant à 0,5 TR/masse d'essai, se soient stabilisés au niveau de la valeur maximum avec une tolérance de - 10 %.
- 3.5.1.2. Il est également admis d'exécuter successivement les deux essais de perte d'efficacité, du type I et du type III.
- 3.5.1.3. Cet essai est effectué à une vitesse initiale équivalent à 40 km/h pour l'essai du type I et à 60 km/h pour l'essai du type III, afin d'évaluer l'efficacité du freinage à chaud à l'issue des essais du type I et du type III. L'essai de perte d'efficacité à chaud du type I et/ou du type III doit être exécuté immédiatement après l'essai d'efficacité à froid.
- 3.5.1.4. On exécute trois freinages à la même pression (p) et à une vitesse initiale équivalent à 30 km/h et 40 km/h, respectivement (pour l'essai du type I, comme indiqué dans le rapport d'essai) ou à 60 km/h (pour l'essai du type III), et à une température initiale du frein, mesurée à la surface extérieure du tambour ou du disque, qui soit sensiblement égale et ne dépasse pas 100 °C. Lors du freinage, la pression dans l'actionneur de frein doit être celle nécessaire pour engendrer un couple ou une force de freinage correspondant à un taux de freinage (z) d'au moins 50 %. La pression à l'actionneur de frein ne doit pas dépasser 650 kPa (système pneumatique) ou 11 500 kPa (système hydraulique), et le couple d'actionnement (C) ne doit pas dépasser la valeur maximale admissible ( $C_{max}$ ). On retient comme valeur d'efficacité à froid la moyenne des trois résultats obtenus.
- 3.5.2. Essai de perte d'efficacité (essai du type I)

- 3.5.2.1. Cet essai est exécuté à une vitesse de 40 km/h et à une température initiale du frein, mesurée à la surface extérieure du tambour de frein ou du disque de frein, qui ne dépasse pas 100 °C.
- 3.5.2.2. On maintient un taux de freinage de 7 %, la résistance au roulement étant prise en compte (voir point 3.2.4).
- 3.5.2.3. L'essai est exécuté pendant 2 min 33 s, ou sur 1,7 km à une vitesse du véhicule de 40 km/h. Dans le cas de véhicules tractés dont la vitesse maximale est inférieure ou égale à 30 km/h ou si la vitesse d'essai ne peut être atteinte dans ce laps de temps, la durée de l'essai peut être prolongée conformément aux dispositions du point 2.3.2.2 de l'annexe II.
- 3.5.2.4. Au plus tard 60 s après la fin de l'essai du type I, on exécute un essai d'efficacité à chaud conformément au point 2.3.3 de l'annexe II, à une vitesse initiale de 40 km/h. La pression de l'actionneur de frein doit être celle utilisée lors de l'essai de type 0.
- 3.5.3. Essai de perte d'efficacité (essai du type III)
- 3.5.3.1. Méthodes d'essai pour freinages répétés
- 3.5.3.1.1. Essais sur piste (voir annexe II, point 2.5)
- 3.5.3.1.2. Essais au dynamomètre à inertie
- L'essai au banc décrit au point 3.2 peut être effectué dans les mêmes conditions que l'essai sur route décrit au point 2.5.4 de l'annexe II, soit:

$$v_2 = \frac{v_1}{2}$$

- 3.5.3.1.3. Essais au dynamomètre à loi de freinage fixe («rolling road»)
- Pour l'essai au banc décrit au point 3.3, les conditions doivent être les suivantes:
- |  |         |
|--|---------|
| Nombre de freinages  | 20      |
| Durée d'un cycle de freinage<br>(temps de freinage 25 s plus temps de récupération 35 s) | 60 s    |
| Vitesse d'essai  | 30 km/h |
| Taux de freinage   | 0,06    |
| Résistance au roulement  | 0,01    |
- 3.5.3.2. Au plus tard 60 s après la fin de l'essai du type III, on exécute un essai d'efficacité à chaud conformément au point 2.5.5 de l'annexe II. La pression de l'actionneur de frein doit être celle utilisée lors de l'essai de type 0.
- 3.6. Prescriptions de fonctionnement pour les dispositifs de réglage automatique des freins
- 3.6.1. Les dispositions ci-après s'appliquent à un dispositif de réglage automatique qui est installé sur un frein et dont le fonctionnement est vérifié conformément aux dispositions du présent appendice.

Après achèvement des essais prescrits aux points 3.5.2.4 (essai du type I) ou 3.5.3.2 (essai du type III), on vérifie qu'il est satisfait aux dispositions du point 3.6.3.

3.6.2. Les dispositions ci-après s'appliquent à une variante de dispositif de réglage automatique des freins installée sur un frein pour lequel il existe déjà un rapport d'essai.

3.6.2.1. Efficacité des freins

Après un échauffement des freins effectué conformément aux conditions énoncées aux points 3.5.2 (essai de type I) ou 3.5.3 (essai de type III) selon le cas, on vérifie qu'il est satisfait à l'une ou l'autre des dispositions ci-après:

- a) l'efficacité à chaud des freins de service doit être au moins égale à 80 % de l'efficacité prescrite pour l'essai du type 0;
- b) le frein doit être actionné avec une pression à l'actionneur de frein égale à celle utilisée lors de l'essai du type 0; à cette pression, la course totale de l'actionneur de frein (sA) doit être mesurée et doit être inférieure ou égale à la valeur  $0,9 s_p$  de la chambre de frein.

$s_p$  = la course effective est la course à laquelle la poussée exercée est de 90 % de la poussée moyenne ( $Th_A$ ) - voir point 2.

3.6.2.2. Après l'achèvement des essais spécifiés au point 3.6.2.1, on vérifie qu'il est satisfait aux prescriptions du point 3.6.3.

3.6.3. Essai de roulement libre

Après l'achèvement des essais prescrits aux points 3.6.1 ou 3.6.2, on laisse les freins refroidir jusqu'à une température correspondant à l'état froid (c'est-à-dire  $\leq 100$  °C) et on vérifie que le véhicule tracté peut rouler librement en s'assurant que l'une des conditions ci-après est remplie:

3.6.3.1. les roues tournent librement (c'est-à-dire qu'on peut les faire tourner à la main);

3.6.3.2. si, lorsque le véhicule circule à une vitesse constante de  $v = 60$  km/h, freins relâchés, les températures stabilisées des tambours ou des disques n'augmentent pas de plus de 80 °C, le moment résiduel de freinage est considéré comme acceptable.

3.7. Identification

3.7.1. L'essieu doit comporter, en un endroit visible, des marques d'identification conformes aux prescriptions établies sur la base de l'article 17, paragraphe 2), point k), et paragraphe 5, du règlement (UE) 167/2013, de telle sorte que les informations suivantes soient identifiées de façon unique, comme mentionné dans le rapport d'essais:

3.7.1.1. identificateur d'essieu;

3.7.1.2. identificateur de frein;

3.7.1.3. identificateur  $F_e$ ;

3.7.1.4. partie de base du numéro du rapport d'essais;

3.7.1.5. les identificateurs spécifiés dans le rapport d'essais.

3.7.2. Un dispositif de réglage automatique de frein non intégré doit comporter en un endroit visible au minimum les informations d'identification conformes aux prescriptions établies sur la base de l'article 17, paragraphe 2), point k), et paragraphe 5, du règlement (UE) 167/2013, de telle sorte que les informations suivantes soient identifiées de façon unique, comme mentionné dans le rapport d'essais:

3.7.2.1. type;

3.7.2.2. version.

3.7.3. La marque et le type de chaque garniture ou plaquette de frein doivent être visibles lorsque celle-ci est montée sur la mâchoire ou plaquette et doivent être inscrits de façon lisible et indélébile.

### 3.8. Critères d'essai

Dans le cas où il faut un nouveau rapport d'essais ou une extension de rapport d'essais pour un essieu ou un frein modifié dans le cadre des limites spécifiées dans la fiche de renseignements, les critères suivants sont utilisés pour déterminer s'il est nécessaire de procéder à de nouveaux essais, compte tenu des configurations les plus défavorables convenues avec le service technique.

<i>Abréviations utilisées dans le tableau suivant:</i>	
CT (essai complet)	Essai: 3.5.1.: Essai supplémentaire d'efficacité à froid 3.5.2.: Essai de perte d'efficacité (essai du type I)* 3.5.3.: Essai de perte d'efficacité (essai du type III)*
FT (essai de perte d'efficacité)	Essai: 3.5.1.: Essai supplémentaire d'efficacité à froid 3.5.2.: Essai de perte d'efficacité (essai du type I)* 3.5.3.: Essai de perte d'efficacité (essai du type III)*

\* le cas échéant

<i>Différences selon la fiche de renseignements</i>	<i>Critères d'essai</i>
a) Couple d'actionnement maximal déclaré $C_{max}$ (valeur supérieure)	Différence autorisée sans essai supplémentaire

<i>Différences selon la fiche de renseignements</i>	<i>Critères d'essai</i>
b) Masse déclarée du disque de frein ou du tambour de frein $m_{dec} : \pm 20 \%$	CT: Si la masse d'essai nominale pour une nouvelle variante diffère de moins de 5 % par rapport à la variante précédemment mise à l'essai tout en lui restant supérieure, il n'est pas obligatoire de soumettre à l'essai la variante la plus légère. La masse d'essai réelle de l'échantillon d'essai peut différer de 5 % par rapport à la masse d'essai nominale.
c) Mode de fixation de la garniture sur la mâchoire /la plaquette	Cas le plus défavorable spécifié par le fabricant et accepté par le service technique exécutant l'essai
d) Dans le cas de freins à disque, course maximale du frein (valeur supérieure)	Différence autorisée sans essai supplémentaire
e) Longueur effective de l'axe de came	On considère que le cas le plus défavorable correspond à la valeur la plus petite de la résistance à la torsion de l'axe de came et qu'il faut alors: i) soit procéder à un essai FT; ii) soit autoriser des différences sans essai supplémentaire si l'incidence sur la course et la force de freinage peut être montrée par calcul. Dans ce cas, le rapport d'essais doit indiquer les valeurs extrapolées suivantes: $s_e, C_e, T_e, T_e/F_e$ .
f) Couple d'actionnement minimal utile déclaré $C_{0,dec}$	Il faut vérifier que l'efficacité de freinage s'inscrit dans les limites du diagramme 1.
g) Diamètre extérieur déclaré du disque ( $\pm 5$ mm)	On considère que le plus petit diamètre correspond au cas le plus défavorable. Le diamètre extérieur réel de l'échantillon d'essai peut varier de 1 mm par rapport au diamètre extérieur nominal spécifié par le fabricant de l'essieu.
h) Type de refroidissement du disque (ventilé/non ventilé)	Chaque type doit faire l'objet d'un essai.
i) Moyeu (intégré ou non)	Chaque type doit faire l'objet d'un essai.
j) Disque à tambour intégré – avec/sans fonction de frein de stationnement	L'essai n'est pas requis pour cette caractéristique.
k) Relation géométrique entre les surfaces de friction du disque et les éléments de montage du disque	L'essai n'est pas requis pour cette caractéristique.
l) Type de garniture de frein	L'essai est requis pour chaque type de garniture.

<i>Différences selon la fiche de renseignements</i>	<i>Critères d'essai</i>
m) Matériaux (à l'exclusion du matériau de base), comme indiqués dans la fiche de renseignements, à propos desquels le fabricant confirme que les différences ne modifient pas les performances relevées dans les essais requis	L'essai n'est pas requis pour cette condition.
n) Plaquette et mâchoires de frein	Conditions d'essai correspondant au cas le plus défavorable*: Plaquette: épaisseur minimale Mâchoire: mâchoire de frein la plus légère

\* S'il y a lieu. Aucun essai n'est requis si le fabricant peut prouver que la modification apportée n'a pas d'effet sur la rigidité.

3.8.1. Si un dispositif de réglage automatique des freins ne donne pas les mêmes résultats qu'un autre dispositif soumis à l'essai selon les identificateurs du rapport d'essais, un essai supplémentaire conforme au point 3.6.2 est nécessaire.

### 3.9. Résultats d'essais

3.9.1. Les résultats des essais exécutés conformément aux points 3.5 et 3.6.1 doivent être consignés sur la fiche des résultats d'essais.

3.9.2. Dans le cas d'un frein équipé d'une variante de dispositif de réglage automatique, les résultats des essais exécutés conformément au point 3.6.2 doivent être consignés sur la fiche des résultats d'essais.

### 3.9.3. Fiche de renseignements

Le rapport d'essais doit comprendre une fiche de renseignements fournie par le fabricant de l'essieu ou le constructeur du véhicule.

Cette fiche doit recenser, s'il y a lieu, les différentes variantes d'équipement de frein ou d'essieu en fonction de leurs caractéristiques essentielles.

## 4. Vérification

### 4.1. Vérification des composants

Les spécifications des freins du véhicule soumis à la réception par type doivent satisfaire aux prescriptions indiquées aux points 3.7, 3.8 et 3.9.

### 4.2. Vérification de l'énergie de freinage absorbée

4.2.1. Les forces de freinage (T) pour chaque frein considéré (pour une même pression dans la conduite de commande  $p_m$ ) nécessaires pour produire l'effort de retenue défini dans les conditions des essais des types I et III ne doivent pas dépasser les valeurs  $T_e$  indiquées dans le rapport d'essais, qui ont été prises comme base pour l'essai du frein de référence.

### 4.3. Vérification de l'efficacité à chaud

4.3.1. La force de freinage (T) pour chaque frein considéré, pour une pression spécifiée dans les actionneurs (p) et pour une pression spécifiée dans la conduite de commande (p<sub>m</sub>) utilisée lors de l'essai de type 0 du véhicule tracté considéré est déterminée comme suit:

4.3.1.1. On détermine la course calculée de l'actionneur (s) du frein considéré comme suit:

$$s = l \cdot \frac{s_e}{l_e}$$

Cette valeur ne doit pas dépasser s<sub>p</sub>.

4.3.1.2. On mesure la poussée exercée moyenne (Th<sub>A</sub>) de l'actionneur du frein considéré à la pression spécifiée au point 4.3.1.

4.3.1.3. Le couple d'actionnement du frein (C) est alors calculé comme suit:

$$C = Th_A \cdot l$$

C ne doit pas dépasser C<sub>max</sub>.

4.3.1.4. L'efficacité de freinage calculée pour la remorque considérée est donnée par la formule:

$$T = (T_e - 0,01 \cdot F_e) \frac{C - C_0}{C_e - C_{0e}} \cdot \frac{R_e}{R} + 0,01 F$$

R ne doit pas être inférieur à 0,8 R<sub>e</sub>.

4.3.2. L'efficacité de freinage calculée pour le véhicule tracté considéré est donnée par la formule:

$$\frac{T_R}{F_R} = \frac{\Sigma T}{\Sigma F}$$

4.3.3. Les efficacités à chaud à la suite des essais de type I ou III doivent être définies conformément aux points 4.3.1.1 à 4.3.1.4. Les valeurs calculées correspondantes, déterminées conformément au point 4.3.2, doivent satisfaire aux prescriptions du présent règlement pour le véhicule tracté considéré. La valeur utilisée pour le chiffre enregistré lors de l'essai de type 0, comme prescrit au point 2.3.3 ou 2.5.5 de l'annexe II, doit être le chiffre enregistré lors de l'essai de type 0 du véhicule tracté considéré.

DIAGRAMME 1

